

**Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra biologie**

Biologie měkkýšů extrémních stanovišť

Diplomová práce

Autor:	Tereza Kosová
Studijní program:	N1501 - Biologie
Studijní obor:	Systematická biologie a ekologie
Vedoucí práce:	RNDr. Pavel Pech, Ph.D.

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: **Tereza Kosová**

Studijní program: N1501 - Biologie

Studijní obor: Systematická biologie a ekologie

Název závěrečné práce: **Biologie měkkýšů extrémních stanovišť**

Název závěrečné práce AJ: The biology of molluscs of extreme habitats

Cíl, metody, literatura, předpoklady: Cílem práce je studium biologie suchozemských plžů na rudním odkališti ve Chvaleticích. Vybrané problémy budou porovnány mezi populacemi plžů na odkališti a v jeho okolí.

Garantující pracoviště: Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Pavel Pech, Ph.D.

Oponent: Mgr. Štěpánka Podroužková

Datum zadání závěrečné práce: 17. 11. 2014

Datum odevzdání závěrečné práce: 19. 5. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala pod vedením RNDr. Pavla Pecha, Ph.D. samostatně a že jsem v seznamu literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Hradci Králové dne 19. 5. 2017

Tereza Kosová

Poděkování

V první řadě bych chtěla poděkovat RNDr. Pavlu Pechovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, za pomoc při determinaci měkkýšů, věcné připomínky, rady při zpracování této práce a za veškerý čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále patří velký dík RNDr. Romaně Prausové, Ph.D. a Mgr. Aleně Uhlířové za poskytnutá data z botanických průzkumů. Chtěla bych také poděkovat Mgr. Markétě Dvořáčkové za spolupráci při terénním výzkumu. Doc. RNDr. Lucii Juříčkové, Ph.D. chci poděkovat za určení plže druhu *Trochulus hispidus*. Děkuji Mgr. Dagmar Říhové za poskytnutí své diplomové práce a ochotu sdělit informace v problematice rozpadu schránek plžů. Děkuji Ing. Lubošovi Pavlasovi z Chvaletické elektrárny Sev.en EC za povolení vstupu na odkaliště. A v neposlední řadě Prof. RNDr. Pavlu Kovářovi, CSc. za proškolení v problematice odkališť a zahájení výzkumu ve Chvaleticích. Závěrem děkuji i mé rodině a přátelům za veškerou pomoc a podporu během vypracování mé diplomové práce.

Anotace

KOSOVÁ, Tereza. *Biologie měkkýšů extrémních stanovišť*. Hradec Králové. 2017. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí práce RNDr. Pavel Pech, Ph.D. 107 s.

Na rudním odkališti ve Chvaleticích proběhl první malakologický výzkum v roce 2013 již v rámci bakalářské práce. O dva roky později bylo prozkoumáno okolí odkaliště. Byla porovnána malakofauna okolí s malakofaunou odkaliště. V rámci obou území byly vyčleněny biotopy, které byly mezi sebou porovnány. Celkem bylo na odkališti nalezeno 17 druhů měkkýšů a v okolí 15. Největší druhová diverzita byla zjištěna v biotopech s větším procentuálním pokrytím vegetací. Vzácné druhy nalezeny nebyly. Plži byli odebíráni standardními hrabankovými sběry a ručně. Bylo odebráno 112 hrabankových vzorků. Zjistilo se, že na odkališti je sice menší počet jedinců než v okolí, ale větší počet druhů.

Pomocí porovnání výšky a šířky schránky, spočítání závitů a zhodnocení míry vyvinutosti obústí druhu *Monachoides incarnatus* byl hodnocen vliv extremity prostředí odkaliště. V okolí se plži dorůstají větší výšky, šířky a mají větší počet závitů. Lze říci, že extremita prostředí odkaliště ovlivňuje u plžů jejich rychlost růstu a délku života. Dále byl testován rozpad schránek stejného druhu po dobu jednoho roku. Schránky byly umístěny do půdy s různým stupněm pH a odlišnou vlhkostí. Bylo vyhodnoceno osm parametrů a byl potvrzen předpoklad, že k nejvíce změnám dojde v půdě s nejnižším pH a zároveň v půdě s vyšší vlhkostí.

Klíčová slova: odkaliště, biotopy, malakofauna, populační struktura, těžké kovy, rozpad schránek, extrémní podmínky, *Monachoides incarnatus*

Annotation

KOSOVÁ, Tereza. *The biology of molluscs of extreme habitats*. Hradec Králové. 2017. Diploma Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. Pavel Pech, Ph.D. 107 p.

The first malacological research was conducted at the ore sedimentation basin in Chvaletice in 2013 as part of my bachelor thesis. Two years later, the research was conducted in the surroundings and malacofauna from both environments was compared. Both areas were separated into isolated habitats which were compared to each other. The research identified 17 mollusc species on the sedimentation basin and 15 species in the surroundings. The largest diversity of species were found in habitats with higher percentage of vegetation coverage. No rare species were found. Land snails were collected by hand sampling and by examining 112 samples of leaf litter. It was discovered that there is less individual molluscs, but more species than in surroundings of sediment basin.

The extreme conditions of habitats in sedimentation basin were evaluated by comparing the height and width of the shell of *Monachoides incarnatus*, whorl counting and assessing volume of developed shell aperture. Snails in the surroundings grow to greater heights, widths and have greater number shell whorls. The conclusion is that environment extremity directly affects mollusc growth speed and lifespan. Another tested feature was decay of shells of one species for the duration of one year. Shells were put into soil with different pH levels and moisture. Premise that most changes will occur in moistest soil with lowest pH level was confirmed by analyzing 8 individual shell parameters.

Keywords: sedimentation basin, habitats, malacofauna, population structure, heavy metals, experimental shell degradation, extreme conditions, *Monachoides incarnatus*

Obsah

Úvod	8
1 Metodika	11
1.1 Studovaná lokalita	11
1.1.1 Odkaliště	11
1.1.2 Biotopy na odkališti	12
1.1.3 Okolí odkaliště	18
1.1.4 Biotopy v okolí odkaliště	18
1.2 Odběr a zpracování vzorků	22
1.3 Populační struktura	24
1.4 Pokus na rozpad ulit	25
1.4.1 Sledované parametry rozpadu schránek	26
1.5 Statistické zpracování dat	27
1.6 Modelový druh <i>Monachoides incarnatus</i> (O. F. Müller, 1774)	29
2 Výsledky	32
2.1 Zaznamenané druhy měkkýšů na odkališti	32
2.2 Zaznamenané druhy měkkýšů v okolí odkaliště	35
2.3 Simpsonův index diverzity a dominance	39
2.4 Plži rekultivovaných a nerektivovaných ploch	40
2.5 Jaké parametry mají vliv na distribuci měkkýšů	41
2.5.1 Rostliny	41
2.5.2 Parametry prostředí	43
2.6 Distribuce a přežívání druhu <i>M. incarnatus</i>	44
2.7 Populační struktura druhu <i>M. incarnatus</i> na odkališti a v okolí	50
2.8 Výsledky sledovaných parametrů při rozpadu schránek	63
3 Diskuze	66
3.1 Biologie a ekologie druhů vyskytujících se na odkališti a v okolí	66
3.2 Zaznamenané druhy měkkýšů v biotopech na odkališti a v okolí	70
3.3 Populační struktura a přežívání druhu <i>M. incarnatus</i>	73
3.3.1 Vliv průkazných environmentálních proměnných do biotopových preferencí jednotlivých druhů měkkýšů	74
3.4 Pokus na rozpad ulit	75
3.5 Plži na antropogenních lokalitách	75
3.6 Faktory ovlivňující výskyt měkkýšů	77
Závěr	83
Seznam použité literatury	84
Přílohy	92

Úvod

Odkaliště je typ postindustriálního stanoviště. Takováto antropogenní stanoviště se často vyznačují extrémními abiotickými podmínkami, heterogenním povrchem a četnými narušenými plochami v raně sukcesních stádiích (NOVÁK & PRACH 2003). Mezi postindustriální stanoviště lze kromě deponií (rudní odkaliště a struskopopílková) zařadit i silniční a železniční násypy, lokality po těžbě nerostných surovin (kamenolomy, štěrkovny, pískovny) a všechny typy městského prostředí (TROPEK & ŘEHOUNEK 2011). Krajiny, které jsou degradované těžební činností, se obecně vyznačují pestřejší krajinnou strukturou a vyšší biodiverzitou (LIPSKÝ 2010). Za účasti přírodních procesů jsou tato stanoviště postupně osidlována různými skupinami organismů, ať už za provozu anebo až poté, co byla opuštěna. Některá z těchto stanovišť jsou po těžebních nebo průmyslových činnostech ponechána svému vývoji, což je vhodné pro mnohé ekologické studie. Na některých lokalitách však dochází k rekultivacím, při kterých je cílový stav předem vyprojektován a uměle vytvořen. Nejčastěji dochází k zavezení území úrodným substrátem a osázením dřevinami nebo osetím komerčními bylinami (TROPEK & ŘEHOUNEK 2011).

Význam postindustriálních stanovišť spočívá v několika důvodech, kterými jsou například osidlování unikátními živočišnými společenstvy, výskyt vzácných nebo ohrožených druhů a útočiště řady drobných živočichů, která představují významnou a možná jedinou naději na přežití těchto druhů ve středoevropské přírodě (RAUCH *et al.* 2010). Další význam mají v poskytování úkrytu pro mnoho druhů, které mizí z jiných lokalit, a právě z tohoto důvodu si odkaliště zasluhují pozornost. Význam přímo pro suchozemské plže lze hodnotit jen obtížně, neboť studií této problematiky je nedostatečné množství, nebo zcela chybějí. Přírodní hodnota těžeben se ukrývá ve skutečnosti, že se jedná o stanoviště chudá na živiny, ve kterých nachází útočiště konkurenčně slabé druhy (TROPEK & ŘEHOUNEK 2011).

Odkaliště je ohraničený prostor sloužící pro trvalé nebo dočasné uskladnění převážně hydraulicky dopravovaného průmyslového kalu. Sama odkaliště jsou v mnohém směru vhodným modelovým objektem pro ekologické studie. Například TROPEK *et al.* (2010) uvádějí, že na postindustriální stanoviště se vážou vzácné nebo ohrožené druhy, a také KOVÁŘ & RAUCH (1981) zmiňují, že mezi ochranné důvody patří skutečnost, že se odkaliště stávají útočišti pro mnohé druhy mizející z dnešní intenzivně obhospodařované krajiny (více i HOŘČÍČKO & ČELECHOVSKÝ 2001; ŘEHOUNEK *et al.* 2010). Chvaletické rudní odkaliště sloužilo k navršení rudného koncentrátu, který vznikl jako vedlejší produkt výroby chemikálií z nerostného výtěžku dolování (KOVÁŘ 2004). KOVÁŘ & RAUCH (1981) uvádějí, že ekotoxikologický aspekt rudních odkališť je hlubší a zajímavější než v případě struskopopílkových odkališť, a že proces biologického oživení je pak zpravidla slabší a pomalejší, protože organismy musí svádět tuhý boj

s nepříznivým prostředím. TROPEK & ŘEHOUNEK (2011) uvádějí, že mezi extrémní podmínky odkališť patří pohyblivý substrát, extrémní mikroklima (výhřevnost, vysýchavost), nedostatek živin a chemismus substrátu (nadbytek nebo nedostatek některých prvků). Extremita rudního odkaliště ve Chvaleticích se projevuje v nízkém pH, vysokém obsahu těžkých kovů, kritickým vodním režimem, ale i v silně přehřívaném, zasoleném a nestabilizovaném povrchu (KOVÁŘ *et al.* 2009). Takové extrémní podmínky obvykle účinně zpomalují nebo dlouhodobě blokují sukcesi a udržují společenstva v raně sukcesních stádiích (KOVÁŘ *et al.* 2011). Dle KOVÁŘE (1979) substrát chvaletického rudního odkaliště obsahuje těžké kovy, některá místa navíc i toxiny po kyanidovém loužení a tím je stále rizikem pro okolní faunu a flóru.

Měkkýši jsou významnou starobylou skupinou bezobratlých živočichů, kteří za několik miliónů let své existence osídlili téměř všechny typy biotopů (HORSÁK, JUŘIČKOVÁ & PICKA 2013). Jedná se o vhodnou modelovou indikační skupinu pro studium vývoje biotopů a krajiny (LOŽEK 1981, 1988). Jsou vhodnými organismy poukazující na dlouhodobé změny v přírodním prostředí a krajině (PECH & FRIC 2013, VAČKÁŘ 2005). Vzhledem k vysokému stavu prozkoumanosti v prostoru i čase mají měkkýši v rámci středoevropské fauny poměrně dobré předpoklady k indikaci biodiverzity (LOŽEK 1981, 2000 a 2001).

Podle PECHA & JUŘIČKOVÉ (2011) na postindustriální plochy nejsou pravděpodobně přímo vázány žádné určité druhy plžů. Přesto platí, že se na takových lokalitách vyskytují plži, kterým vyhovují raně sukcesní stádia. Ekologicky nesespecializované pionýrské druhy, které osídlují otevřené i zarůstající biotopy převažují. Například *Perpolita hammonis*, *Punctum pygmaeum*, *Cochlicopa lubrica* nebo *Vitrina pellucida*.

PECH & FRIC (2013) uvádějí, že mezi nepříznivé faktory pro výskyt měkkýšů na odkalištích patří plochý terén, stejnorodé vegetační pokrytí, nízké množství mikrobiotopů, nízká diverzita potravních zdrojů, extrémně nevyvážený vodní režim a chemické vlastnosti substrátu. O suchozemských plžích se ví, že na rozdíl od mnoha jiných bezobratlých jsou schopni poměrně dobře a dlouho přežívat i na izolovaných a velmi malých lokalitách, především díky svému rozmnožování a schopnosti přečkávat kratší nepříznivá období v neaktivním stavu (PECH & JUŘIČKOVÁ 2011). Na odkališti je výskyt suchozemských plžů ovlivněn nepříznivými půdními podmínkami, toxicitou půdy a celkovou nižší vlhkostí lokality. Mezi další faktory, které se negativně podílí na výskytu měkkýšů, lze zařadit nemožnost dostatečného zimního úkrytu a nízká koncentrace padlých stromů, které jim jinak pro výskyt poskytují příznivé podmínky.

Cíle práce:

- prozkoumat malakofaunu okolí rudního odkaliště ve Chvaleticích a porovnat ji s malakofaunou téhož odkaliště;
- vzájemně porovnat fauny měkkýšů jednotlivých přítomných biotopů v okolí odkaliště a na odkališti;
- zjistit populační strukturu druhu *M. incarnatus* a vybrané parametry vzájemně porovnat mezi sebou, jak pro jedince nalezené na odkališti, tak i pro jedince z okolí;
- dílčím cílem práce je v rámci pokusu na rozpad schránek druhu *M. incarnatus*, v půdě s odlišným stupněm pH, zohlednit vliv pH a vlhkosti půdy na rozpad schránek onoho druhu;
- porovnat vlastní poznatky s literaturou.

1 Metodika

1.1 Studovaná lokalita

1.1.1 Odkaliště

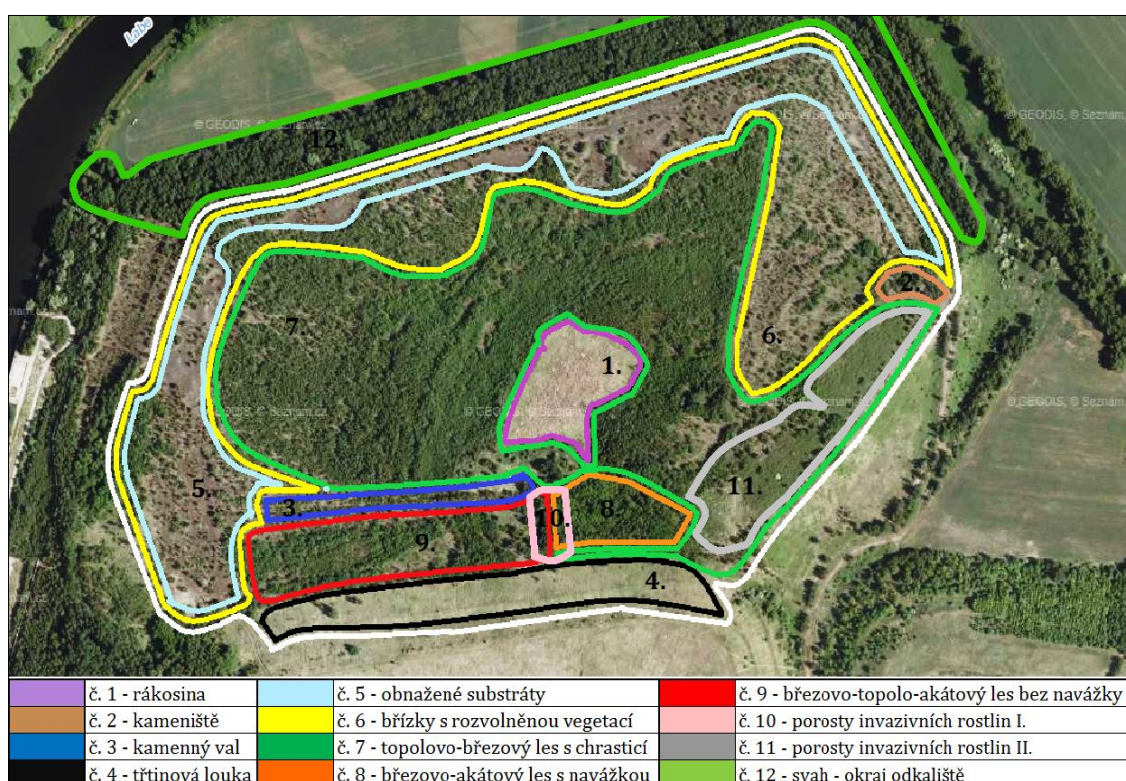
Rudní odkaliště ve Chvaleticích, na kterém byl výzkum prováděn, je součástí komplexu tří odkališť různého stáří, v nadmořské výšce zhruba 200 m n. m. Všechna tři odkaliště (Příloha 1) leží v jihovýchodní části Polabí, v nejsevernější části Železných hor na ložisku pyritických rud při pravém břehu Labe v Pardubickém kraji (KOVÁŘ 2004). Celková plocha odkališť je 118 ha. Odkaliště jsou tvořena granity s vrstvami železito-manganových rud (KOVÁŘ 1979). Bylo na nich uloženo přes 300 mil. m³ odpadních kalů vzniklých při výrobě pyritového koncentrátu (KOVÁŘ & RAUCH 1981). KOVÁŘ (2004) uvádí, že na plochu všech tří odkališť byly během zpracování pyritu přemístěny a uloženy usazeniny obsahující velké množství síry a fenolu. Díky rostoucímu množství odpadového materiálu došlo k jeho navrstvení a to vytvořilo typický stupňovitý profil skládky. V roce 1952 započala těžba a jiné práce. V polovině 70. let byl lom definitivně uzavřen.

Dvě ze tří odkališť byla rekultivována a to konvenčním způsobem (KOVÁŘ *et al.* 2011). Rekultivované plochy (cca 260 000 m²), které byly v letech 1970/1980 pokryty 30 – 50 cm orné půdy a oseté travní směsí, hraničí přímo s nerektivovanými částmi (DAVIDOVÁ – VILÍMOVÁ 2004). Třetí, nejmladší z odkalovacích nádrží, nikdy nedosáhla dovršení ukládací kapacity a její odvodněný povrch zůstal bez dalších zásahů do 80. let 20. století. Tehdy se stal objektem pro monitorování dalšího vývoje a testování spontánního osidlování organismy (KOVÁŘ *et al.* 2011). DAVIDOVÁ – VILÍMOVÁ (2004) uvádí, že tato část odkaliště (asi 271 000 m²) byla ponechána spontánní sukcesi (biotopy č. 1 až 12 na odkališti, kromě biotopu č. 4 – kapitola 1.1.2 Biotopy na odkališti). A právě tato část odkaliště se stala zájmovým územím této práce.

Rudní odkaliště, které bylo předmětem výzkumu, leží na souřadnicích 50° 02' 12" severní zeměpisné šířky a 15° 26' 15" východní zeměpisné délky. Území, kde se odkaliště nachází, patří dle geomorfologického členění do České tabule (DEMEK 2006) a leží v klimaticky teplé oblasti České republiky (geoportal.gov.cz). Na lokalitě je relativně malé množství srážek a vysoké průměrné teploty. Výrazně se projevuje rozpětí denních a nočních, případně letních a zimních teplot (KOVÁŘ 1979).

1.1.2 Biotopy na odkališti

Celá plocha zkoumaného území byla rozčleněna do dvanácti biotopů (Obr. 1). Jedná se o biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 5 – obnažené substráty, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chřasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navázkou, č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navázky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I., č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště. Názvy biotopů jsou pojmenovány dle „prvního pohledu“ na území. Rozděleny byly především dle vlhkosti prostředí, druhového zastoupení rostlin, procentuálního pokrytí vegetací (např. plochy zcela zarostlé, částečně zarostlé či téměř bez vegetace) a předpokladů na odlišnosti výskytu měkkýšů. Na odkališti převažují lesní porosty.



Obr. 1: Mapa rozdělení biotopů.

č. 1 – rákosina

Tento biotop (Obr. 2) byl dříve ústředním centrem odkaliště, jelikož se zde nacházela centrální sedimentační nádrž, která byla ještě v roce 1974 v provozu (KOVÁŘ, osobní sdělení). Expanze rákosu se uskutečnila v letech 1973 a 1974 (KOVÁŘ 2004). V letech 1996 až 1999 byla dodávána suchá biomasa (mulčování), tudíž docházelo k zadržování vláhy a úpravě hydrologického režimu (KOVÁŘ, osobní sdělení). KOVÁŘ & RAUCH (1981) uvádějí, že tato plocha se sedimentační nádrží byla několik let ponechána samovolnému průběhu sukcese. Tento biotop tvoří souvislý porost rákosu obecného (*Phragmites australis*). V neorientovaných stroužkách se zde udrží voda během dešťů, ta ale rychle vysychá. V celém biotopu tak není dostatečně vhodná vlhkost pro výskyt suchozemských plžů. Významnějším faktorem zapříčiňujícím extremitu biotopu je vysoká koncentrace těžkých kovů, které zde setrvávají z důvodu dřívějšího umístění sedimentační nádrže. V důsledku otevřenosti plochy a přítomnosti pouze rákosu je vystavena přímému slunečnímu svitu a tudíž snadněji a rychleji vysychá.

č. 2 – kameniště

Kameniště (Obr. 3) je biotop vytvořený navezením kamenů, kamenné drtě a odpadu. V důsledku rozježdění terénu motorkáři a cyklisty dochází k sesuvům kamenů a půdy. Jak uvádí TROPEK *et al.* (2015), přirozené sukcesi zde brání motokros. Ve značné míře biotop zahrnuje i odpad (např. linoleum, pneumatiky, PET-láhve, sklenice atd.) ve formě nelegální skládky. Pod velkými balvany se drží rostlinný opad a vlhko, bohužel balvanů je zde ale málo.

č. 3 – kamenný val

Biotop vzniklý navážkou kamenů (Obr. 4), které tvoří val přibližně o šířce 10 m a o výšce 30 - 50 cm táhnoucí se téměř po celé délce odkaliště. Val porůstá z velké části bříza pýřitá (*Betula pubescens*) a již v menším zastoupení topol osika (*Populus tremula*) s topolem kanadským (*Populus x canadensis*). Pod břízou nalezneme spíše písčité a snadněji vysychající substrát.

č. 4 – třtinová louka

Třtinová louka lemuje okraj odkaliště a vznikla navážkou orné půdy (Obr. 5). I přesto, že je tento biotop tvořen navážkou, byl zařazen do zkoumaného území, jelikož se jedná o svah vedoucí přímo dolů na odkaliště. Sklon svahu je 20° - 35°. Biotop dostal název třtinová louka díky převažující třtině křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Vegetace na této lokalitě je i jednou z druhově nejbohatších (DVOŘÁČKOVÁ *et al.* 2016, Příloha 2 a 3). Je zde velké množství mechů a vegetace pokrývá celý biotop. Mechy zadržují vlhkost i při vysokých letních teplotách.

K převrstvení svahů odkališť bylo použito zeminy skryté ze sousedních pozemků podél železniční tratě (KOVÁŘ 1979). Svah byl pokryt 30 – 50 cm vrstvou orné

půdy a od roku 1966 byl tento svah postupně osázen (KOVÁŘ 2004). KOVÁŘ & RAUCH (1981) zmiňují, že k osevu byla použita směs deseti rostlinných druhů užívaných k rekultivacím rozličných substrátů zejména v přímořských oblastech. Druhová pestrost však přesto vzrostla, díky invazi konkurenčně silných domácích lučních druhů.

č. 5 – obnažené substráty

Již na první pohled se jedná o nejcharakterističtější biotop odkaliště. Obnažené plochy (Obr. 6) v létě zcela vysychají. Povrch je silně přehříván (v letním období dosahuje teplota k 50°C), zasolený a nestabilizovaný (KOVÁŘ *et al.* 2009). Stejně jako na lokalitě č. 2 – kameniště zde také přirozené sukcese brání motokros (TROPEK *et al.* 2015).

č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací

Biotop tvořící přechod z obnažených substrátů do lesů. Tvořen je břízou (*Betula sp.*), porosty travin a hlavně substrátem stejným jako na lokalitě obnažené substráty (Obr. 7).

č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí

Název dostal biotop díky převaze pionýrské dřeviny topolu osiky (*Populus tremula*), jehož diverzita zde stále vzrůstá díky snadnému šíření. Bříza (*Betula sp.*) je druhou převažující dřevinou tohoto biotopu (KOVÁŘ *et al.* 2009). Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) porůstá velkou část biotopu a do jisté míry je tento biotop vlhčí než les s navázkou, či les bez navážky. Přes porosty chrastice hůře prostoupí sluneční paprsky až k povrchu země, proto rostlinný opad nevysychá tolik jako v ostatních biotopech (Obr. 8). Stromové patro v lesích na odkališti poskytuje půdnímu pokryvu vyšší zástin a s ním souvisí i vyšší úroveň relativní vlhkosti.

č. 8 – březovo-akátový les s navázkou

Název vznikl opět dle rostlinného druhového složení. Převažuje zde bříza pýřitá (*Betula pubescens*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a ojedinele topol osika (*Populus tremula*). Přívlástek biotopu „s navázkou“ je z důvodu nahromadění kamenů a kamenné drtě do nesystematických různě velikých kup, které během několika let prorostla vegetace a prázdné prostory vyplnila zemina (Obr. 9).

č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky

Les bez navážky (Obr. 10) tvoří velikou a významnou část celého odkaliště. Od ostatních lesů (s navázkou, s chrasticí) se liší tím, že nezahrnuje navážky kamenů ani porosty chrastice. Nejmarkantnější rozdíl oproti lesu bez navážky nalézáme hlavně ve struktuře bylinného patra, které je výrazně zastoupeno vícero

druhy bylin, a co do druhové bohatosti rostlin je les bez navážky bohatší než les s navážkou. Převažujícími stromy jsou bříza pýřitá (*Betula pubescens*), topol osika (*Populus tremula*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Nejhojnějšími bylinami zde jsou například řebříček obecný (*Achillea millefolium* agg.), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), kostřava vláskovitá (*Festuca filiformis*), rákos obecný (*Phragmites australis*) nebo lipnice smáčknutá (*Poa compressa*).

č. 10 – porosty invazivních rostlin I.

Malý biotop vyčleněný mezi lesem bez navážky a lesem s navážkou (Obr. 11). Vyskytuje se zde ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) a dále jeden ostrůvek s invazivní křídlatkou japonskou (*Reynoutria japonica*). Z invazivních rostlin se v biotopu vyskytuje dále například i pcháč oset (*Cirsium arvense*), škumpa orobincová (*Rhus typhina*) nebo trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*).

č. 11 – porosty invazivních rostlin II.

Porost invazivních rostlin II. (Obr. 12) je velký, stinný, vlhký a křovinatý biotop při okraji odkaliště. Dominující dřevinou je netvařec křovitý (*Amorpha fruticosa*), dále zde roste z invazivních rostlin křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), kuřinka červená (*Spergularia rubra*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), škumpa orobincová (*Rhus typhina*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a další. Kromě výše zmíněných rostlin se v biotopu vyskytuje ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) nebo netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*).

č. 12 – svah - okraj odkaliště

Dostatečně vlhký biotop ve svahu, který je situován na okraji odkaliště (vede k biotopu č. 7 – pole II). Jedná se o zalesněný biotop tvořený převážně břízou pýřitou (*Betula pubescens*) a topolem osikou (*Populus tremula*). Dále se zde vyskytuje dub letní (*Quercus robur*), bez (*Sambucus* sp.) a šípek (*Rosa canina*). Bylinné patro je bohaté s dominující kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*) a rákosem (*Phragmites*). V biotopu se drží vlhko pouze v dolní části, kde svah přechází v rovinu. Na svahu je stromové, keřové i bylinné patro chudé a tudíž je zde i sucho (Obr. 13).



Obr. 2: Biotop č. 1 – rákosina.



Obr. 3: Biotop č. 2 – kamenišť.



Obr. 4: Biotop č. 3 – kamenný val.



Obr. 5: Biotop č. 4 – třtinová louka.



Obr. 6: Biotop č. 5 – obnažené substráty.



Obr. 7: Biotop č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací.



Obr. 8: Biotop č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí.



Obr. 9: Biotop č. 8 – březovo-akátový les s navážkou.



Obr. 10: Biotop č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky.



Obr. 11: Biotop č. 10 – porosty invazivních rostlin I.



Obr. 12: Biotop č. 11 – porosty invazivních rostlin II.



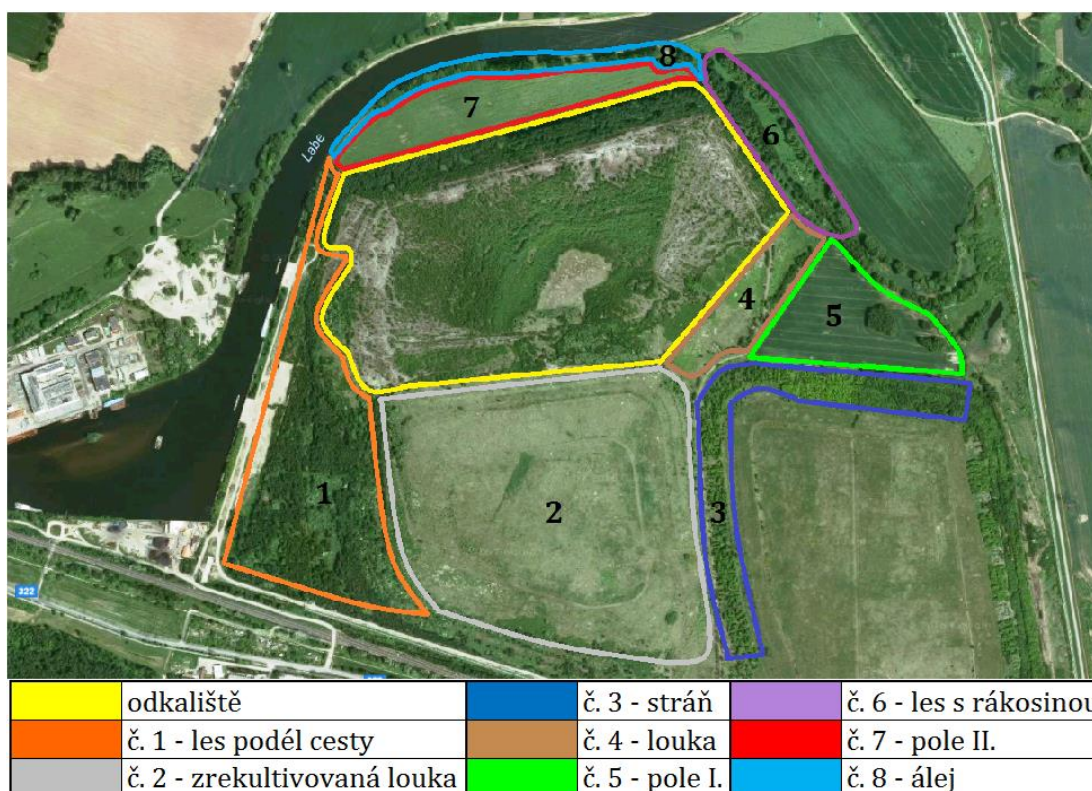
Obr. 13: Biotop č. 12 – svah - okraj odkaliště.

1.1.3 Okolí odkaliště

Do okolí bylo v rámci výzkumu zahrnuto těsně přiléhající území kolem odkaliště. Okolí zahrnuje přilehlé lesy, pole a jednu louku, která prošla rekultivací v roce 1970/1980 (DAVIDOVÁ – VILÍMOVÁ 2004).

1.1.4 Biotopy v okolí odkaliště

Obdobně jako odkaliště bylo rozčleněno do několika různých biotopů, tak i okolí odkaliště bylo rozděleno do celkem osmi biotopů (č. 1 – 8). Jedná se o biotopy č. 1 – les podél cesty, č. 2 – zrekvltivovaná louka, č. 3 – stráž, č. 4 – louka, č. 5 – pole I., č. 6 – les s rákosinou, č. 7 – pole II a č. 8 – alej (Obr. 14). Názvy byly stejně jako v případě odkaliště určeny podle „prvního pohledu“ na území. Roli při rozdělování do biotopů hrála kritéria, jako jsou vlhkost prostředí, druhové zastoupení rostlin, procentuální pokrytí vegetací a předpoklady k odlišnosti ve výskytu měkkýšů.



Obr. 14: Mapa okolí odkaliště.

č. 1 – les podél cesty

Smíšený les (Obr. 15 a 16) vedoucí podél přístupové cesty na odkaliště. V lese dominuje bříza bělokora (*Betula pubescens*), topol osika (*Populus tremula*), hloh (*Crataegus* sp.), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a růže (*Rosa* sp.). V místech silného porostu stromového, keřového i bylinného patra, se dobře drží vlhkost. Vlhkost se udržuje i pod navezeným komunálním odpadem, který je zde ve formě nelegální skládky. V některých částech je biotop suchý.

č. 2 – zrekultivovaná louka

Jedná se o rozlehlé bezlesí (Obr. 17) nad odkalištěm navazující na biotop odkaliště č. 4 – **třtinová louka**. Lokalita je suchá, jen pod mechy se drží vlhkost. Louka prošla rekultivací, kdy v 70. letech byla pokryta 30 – 50 cm orné půdy a oseta travní směsí (DAVIDOVÁ – VILÍMOVÁ 2004). Na lokalitě dominuje třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a hloh (*Crataegus* sp.). Dále se zde vyskytuje růže (*Rosa* sp.), štětka (*Dipsacus* sp.), rákos (*Phragmites* sp.) nebo bříza (*Betula* sp.).

č. 3 – stráň

Biotop stráň (Obr. 18) je celkem řídko zalesněný prudký svah, který je hodně suchý a osluněný. Vyskytuje se zde topol osika (*Populus tremula*), bříza (*Betula* sp.) a hloh (*Crataegus* sp.).

č. 4 – louka

Jedná se o vysokobylinnou louku (Obr. 19) na jejímž povrchu země se díky hustému bylinnému patru drží vlhkost. Dominujícími rostlinami bylinného patra jsou třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a zlatobýl (*Solidago* sp.). Na okrajích se vyskytuje růže (*Rosa* sp.), hloh (*Crataegus* sp.) nebo rákos (*Phragmites* sp.).

č. 5 – pole I.

Zemědělci udržované orné pole (Obr. 20).

č. 6 – les s rákosinou

Biotop les s rákosinou (Obr. 21 a 22) je hustě prorostlý malý lesík, ve kterém se drží hodně vlhko. V lesíku se nachází pár jedinců smrku ztepilého (*Picea abies*) a bylinné patro hustě zastupuje rákos obecný (*Phragmites australis*), který je propleten opletníkem plotným (*Calystegia sepium*).

č. 7 – pole II.

Stejně jako v případě biotopu č. 5 – **pole I.**, se jedná o řepkové pole (Obr. 22). Pole II. navazuje na biotop č. – 12 **svah - okraj odkaliště**.

č. 8 – alej

Alej (Obr. 23) dubů letních (*Quercus robur*) se rozprostírá podél Labe z jedné strany a z druhé strany podél biotopu č. 7 – **pole II.** Vyskytuje se zde kromě dubů i bříza (*Betula* sp.), topol (*Populus* sp.), brslen (*Euonymus* sp.), kopřiva (*Urtica* sp.) nebo rákos (*Phragmites* sp.). Tento biotop je celkem suchý, ale pod opadanými větvemi dubů se drží vlhko, stejně tak pod listím.



Obr. 15 (vlevo) a 16 (vpravo): Biotop č. 1 – les podél cesty.



Obr. 17: Biotop č. 2 – zrekultivovaná louka.



Obr. 18: Biotop č. 3 – stráž.



Obr. 19: Biotop č. 4 – louka.



Obr. 20: Biotop č. 5 – pole I.



Obr. 21 (vlevo) a 22 (vpravo): Biotop č. 6 – les s rákosinou.



Obr. 22: Biotop č. 7 – pole II.



Obr. 23: Biotop č. 8 – alej.

1.2 Odběr a zpracování vzorků

Malakologický průzkum na odkališti i v jeho okolí byl zaměřen na suchozemské ulitnaté plže a byl prováděn dvěma různými metodami.

V první řadě byl prováděn standardními hrabankovými vzorky (LOŽEK 1956) na celém zkoumaném území. Hrabankové vzorky pro následné prosévání a plavení byly odebrány v každém biotopu tak, aby jejich objem poskytl věrohodné a dostatečné informace současně s přihlédnutím na ideální místo pro výskyt plžů. Vzorky byly odebírány do igelitových sáčků vždy s názvem lokality a datem sběru. Poté byly prosety a plaveny (LOŽEK 1956), jedinci z nich byli vybráni a následně určení dle Klíče československých měkkýšů (LOŽEK 1956). Nomenklatura je uváděna dle HORSÁKA *et al.* (2013). Na odkališti a v okolí bylo celkem sebráno 112 (56 a 56) vzorků hrabanky. Prosevy nebylo možné zhotovit všude, jelikož v některých biotopech nebylo možné odebrat hrabankové vzorky (biotop na odkališti: č. 5 – obnažené substráty a biotopy v okolí: č. 5 – pole I. a č. 7 – pole II.). Každý hrabankový vzorek byl vždy odebrán tak, aby byl získán přibližně stejný objem a bylo možné následně kvantitativně vyhodnotit každý vzorek a poměřit pak počty ulit mezi sebou. Vzorky z odkaliště i okolí měly objem zhruba 5 l. Množství hrabankových vzorků, které byly odebrány na odkališti i mimo něj, je uvedeno v Tabulce 1.

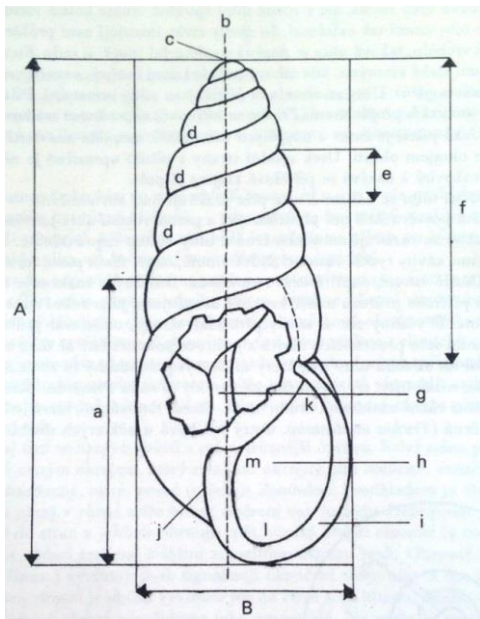
Z důvodu malého nebo nulového počtu jedinců v hrabankových vzorcích již v průběhu terénního výzkumu jsem se zaměřila na důkladné ruční prosbírání celého území. I v případě ručního sběru, stejně jako při odběru hrabankových vzorků, byly mikrobiotopy vybírány s ohledem na nejideálnější podmínky pro výskyt měkkýšů. Při výběru mikrobiotopu byla zohledněna vlhkost místa, vegetace a zastínění. U kritéria vegetace hrálo roli druhové zastoupení dřevin, jelikož plži dávají přednost spíše listovému opadu z topolu (*Populus* sp.) než z břízy (*Betula* sp.). Nalezený plž byl sebrán, někdy pomocí pinzety, a uložen dle velikosti do epruvety nebo do uzavíratelných sáčků. Vzorek vždy obsahoval popisek obsahující název lokality a datum.

Tabulka 1: Počet sebraných hrabankových vzorků v jednotlivých biotopech na odkališti a v jeho okolí.

biotopy na odkališti	počet vzorků
č. 1 – rákosina	5
č. 2 – kameniště	4
č. 3 – kamenný val	5
č. 4 – třtinová louka	6
č. 5 – obnažené substráty	0
č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací	4
č. 7 – topolovo-březový les s chřasticí	8
č. 8 – březovo-akátový les s navázkou	5
č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navázky	8
č. 10 – porosty invazivních rostlin I.	4
č. 11 – porosty invazivních rostlin II.	2
č. 12 – svah - okraj odkaliště	5
celkem	56
biotopy v okolí odkaliště	
	počet vzorků
č. 1 – les podél cesty	10
č. 2 – zrekultivovaná louka	10
č. 3 – stráň	10
č. 4 – louka	10
č. 5 – pole I.	0
č. 6 – les s rákosinou	6
č. 7 – pole II.	0
č. 8 – alej	10
celkem	56

1.3 Populační struktura

Pro studium populační struktury byl vybrán druh *Monachoides incarnatus* – vlahovka narudlá, neboť byl jedním z nejpočetnějších druhů odkaliště a okolí a zároveň byl druhem vyskytujícím se v největším počtu biotopů jak na odkališti tak mimo něj. Pro měření byly použity všechny nalezené ulity na odkališti i v jeho okolí a to jak z ručních sběrů, tak z hrabankových vzorků. U všech schránek byla pomocí posuvného měřítka změřena v milimetrech jejich výška, šířka a byl spočítán počet závitů (Obr. 24). Počítání závitů bylo vždy zaokrouhloveno na celé závitů (stejně jako při zaokrouhlování desetinných čísel na čísla celá).



Obr. 24: Hlavní znaky ulity plže (PFLEGER 1988). A – výška, B – šířka, a – poslední závit, b – osa, c – vrchol, d – šev, e – závit, f – kotouč, g – cívka, h – ústí, i – obústí, j – píštěl, k – vnější část ústí, l – m – cívková část ústí, m – k – patrová část ústí.

V tabulkách, ve kterých byly zaznamenány všechny naměřené hodnoty, bylo rozlišeno, ve kterém biotopu byl jedinec nalezen a zda byl sebrán ručním sběrem nebo se vyskytoval v hrabankovém vzorku.

Dále bylo na všech jedincích druhu *M. incarnatus*, kteří byli použiti již pro měření výšky, šířky a počítání závitů, sledováno obústí. Jedinci byli rozdělováni do tří kategorií. Do kategorie č. 1 spadali jedinci s úplně nevyvinutým obústím, do kategorie č. 2 jedinci s částečně vytvořeným obústím a do kategorie č. 3 spadali jedinci s úplně hotovým obústím. V biotopech č. 2 – zrekultivovaná louka, č. 5 – pole I. a č. 7 – pole II. nebyli nalezeni žádní jedinci, proto byly tyto biotopy vyřazeny. Pro vyhodnocení úmrtnosti jedinců na odkališti a v okolí pomocí počtu závitů bylo počítáno s procentem přeživších do času x , jinak označeno věkově specifické přežívání (nebo také pravděpodobnost přežití do času x). Vztah byl vyjádřen pomocí vzorce: $l_x = \frac{n_x}{n_0}$ (CAREY 1993).

1.4 Pokus na rozpad ulit

Byl proveden pokus na rozklad schránek suchozemského plže *M. incarnatus* v umělých podmínkách, kdy bylo vycházeno z metodiky ŘÍHOVÉ (2009). Byla použita půda z odkaliště se stanoveným pH (KOSOVÁ 2014). Do šesti nádob byla dána půda s nejnižší hodnotou pH (5,47), střední hodnotou (6,33) a nejvyšší (7,47). Půda s určitým stupněm pH byla umístěna do dvou nádob, přičemž v jedné nádobě byla půda suchá a v druhé nádobě byla zamokřena destilovanou vodou. Pro pokus bylo vybráno celkem třicet jedinců. Každá nádoba obsahovala pět jedinců (Obr. 25) různých velikostí. Podle aktuální potřeby byla destilovaná voda doplňována v průběhu trvání pokusu. Všechny nádoby byly uzavřeny plechovým víčkem. Vždy po třech měsících byly pravidelně kontrolovány všechny ulity. Pokus začal 17.7.2015 a ukončen byl o rok později, 17.7.2016. Bylo sledováno celkem osm parametrů dle ŘÍHOVÉ (2009), viz kapitola 1.4.1 Sledované parametry rozpadu schránek. Změny byly na konci pokusu zaznamenány do tabulky v programu Microsoft Excel. Některé ze schránek byly vyfoceny pomocí fotoaparátu OLYMPUS E-3 s objektivem Micro – NIKKOR 55 mm a autorem všech fotografií sledovaných parametrů při rozpadu schránek je Bc. Tomáš Novák.



Obr. 25: Uložení pěti jedinců druhu *M. incarnatus* v nádobě.

V prostředí středoevropských lesů se na schránkách plžů objevuje několik základních typů změn: odlupování periostraka, změny barvy, mléčné zakalení stěny schránky, rozpuštění vápenatých částí ulit, fragmentace a porůstání myceliem (ŘÍHOVÁ 2009). Při vyhodnocování pokusu byly sledovány tyto parametry: odlupování periostraka, změny barvy, zakalení stěny schránky, tvorba dolíků, tvorba otvorů, tvorba okének, proražení stěny schránky a fragmentace vrcholu. Cílem pokusu bylo zjistit, zda výsledky z prosevů a ručních sběrů mohou být ovlivněny odlišnou rychlostí rozpadu schránek v různých biotopech.

Rozpad schránek měkkýšů ovlivňují faktory prostředí. Nejdůležitějšími faktory, které rozklad ovlivňují, jsou vlhkost lokality a pH hrabanky, dále má například vliv i sluneční svit. Kyselé prostředí jednoznačně přispívá k rozpuštění uhličitanu vápenatého, který je hlavním stavebním prvkem schránek plžů. Aby mohlo kyselé prostředí na schránky působit, je potřeba mediátoru vlivu nízkého pH, kterým je vlhkost. Mimo faktory prostředí se mohou na rozkladu schránek podílet i živé organismy (ŘÍHOVÁ 2009).

1.4.1 Sledované parametry rozpadu schránek

- **odlupování periostraka**

Periostrakum je tenká organická vrstva, která pokrývá ulitu z vnějšku (CHECA 2000). Při rozkladu praská, odděluje se od vápenatých vrstev schránky a odlupuje se ve vločkách různé velikosti. Narušení a odloupení periostraka je úvodním stádiem koroze ulit. Olupování periostraka je nejspíše způsobeno kolísáním okolní vlhkosti a nejčastěji se vyskytuje na schránkách, které jsou uloženy ve velmi mokřích biotopech.

- **změny barvy**

Dochází ke dvěma základním změnám v barvě schránky. V prvním případě se jedná o jev, kdy původní pigment bledne a vzor (je-li přítomen) je nezřetelný. V druhém případě dochází k umělému obarvení schránek, a to nejdříve na místech, kde došlo k rozpuštění vnitřních vápenatých vrstev schránky. Obarvení kolísá mezi jasně oranžovou barvou až po černou a většinou se vyskytuje na několika málo místech ulity. Odbarvování schránky, blednutí, je pravděpodobně způsobeno zvýšenou vlhkostí v okolí schránky. Dle MENEZE (2002) způsobuje ztrátu pigmentace schránky také osvit.

- **zakalení stěny schránky**

Tento typ poškození se objevuje výhradně u malých modelových druhů, které mají v čerstvém stavu průhlednou stěnu ulity, a na schránkách vzniká velmi brzy.

- **rozpuštění vápenatých částí ulit**

Rozpuštění vápenatých částí ulit má několik odlišných projevů: vznik dolíků, které jsou počátečním stádiem koroze, dále tvorba otvorů a objevení se otvorů pokrytých periostrakem (označovaných jako okénka). Dolíky a následná tvorba otvorů vznikají vlivem nízkého pH v okolí schránky. Při vzniku tzv. okének dochází k rozpuštění vápenatých vrstev, zatímco periostrakum zůstává nedotčené. Důsledkem toho vznikají okénka, tedy otvory ve schránce překryté tenoučkou vrstvou periostraka.

- **fragmentace: proražení stěny schránky**

Fragmentace ulit je mechanické poškození, které se vyznačuje ostrými okraji lomů a je častým jevem na vlhkých lokalitách. Proražení stěny schránky je jeden z typů fragmentace.

- **fragmentace vrcholu**

Fragmentace vrcholu je dalším typem fragmentace. Vrchol plžů je nejstarší součástí schránky a nejpravděpodobnější důvod ulomení je tenkost stěny.

1.5 Statistické zpracování dat

Data byla zpracována pomocí programů Microsoft Excel, Statistica CZ verze 9.1 a CANOCO 5 (ter BRAAK & ŠMILAUER 2002). V programu Statistica byly výsledky analyzovány pomocí metod Mann–Whitney *U* test, Kruskal–Wallisova ANOVA a Spearman test. Dále budou vypsána konkrétní testování, která byla provedena výše zmíněnými metodami.

Mann–Whitney *U* test: zastoupení jednotlivých velikostních kategorií druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí (pomocí počtu závitů), zastoupení jednotlivých výškových kategorií druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí a stejně tak kategorií šířky stejného druhu. A v poslední řadě byla vyjádřena distribuce druhu *M. incarnatus* v jednotlivých biotopech na odkališti.

Kruskal–Wallisova ANOVA: porovnání počtu závitů v jednotlivých biotopech na odkališti a v biotopech v okolí odkaliště, porovnání výšky v jednotlivých biotopech na odkališti a v biotopech v okolí odkaliště, porovnání šířky v jednotlivých biotopech na odkališti a v biotopech v okolí odkaliště.

U druhu *M. incarnatus* bylo pomocí metod Kruskal–Wallisova ANOVA a Spearman test vyhotovena analýza počtu závitů v poměru s výškou schránky na odkališti a v okolí odkaliště, zobrazení výšky v poměru s šířkou schránky na odkališti v okolí a dále zobrazení počtu závitů v poměru s šířkou schránky na odkališti a mimo něj.

Pro zjištění, jak jsou jednotlivé druhy plžů rozmístěny v rámci biotopů na odkališti a stejně tak v okolí, byla vybrána data z prosevů a vyhodnocena v programu CANOCO 5 pomocí metody Forward Selection, kdy bylo pracováno s logaritmovanými daty, centered by species (ter BRAAK & ŠMILAUER 2002). Na odkališti bylo vyčleněno deset biotopů. Biotop č. 12 – svah - okraj odkaliště nebyl zařazen, neboť pro tento dodatečně vyčleněný biotop (nebyl vyčleněn v době malakologického průzkumu na odkališti) nejsou zhotoveny parametry, se kterými bylo pracováno. Dále nebylo pracováno s biotopem č. 5 – obnažené substráty jelikož nebyli nalezeni žádní jedinci. Při vyhodnocování okolí odkaliště bylo pracováno s osmi biotopy. Stejnou metodou byla provedena vizualizace distribuce měkkýšů v rámci biotopů na odkališti a v okolí zároveň.

Dále byla v programu CANOCO provedena vizualizace vlivu indikačních druhů rostlin na distribuci jednotlivých druhů měkkýšů a také promítnutí vlivu průkazných environmentálních proměnných do biotopových preferencí jednotlivých druhů měkkýšů. RNDr. Romana Prausová, Ph.D., která na odkališti provedla botanický průzkum, vytvořila pro analýzu vlivu indikačních druhů rostlin na distribuci jednotlivých druhů měkkýšů celkem čtyři skupiny rostlin. Každá indikační skupina zahrnuje jednu a více rostlin, jejichž výskyt je spolu korelován. Do indikační skupiny **EpilMont** patří vrbovka horská (*Epilobium montanum*) a zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*). **EupEsl** zahrnuje pryšec obecný

(*Euphorbia esula*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), netýkavka žláznatá a malokvětá (*Impatiens glandulifera* a *parviflora*), topol osika (*Populus tremula*) a zvonek rozkladitý (*Campanula patula*). Indikační skupina **GalApr** obsahuje pouze druh svízel přítula (*Galium aparine*) a poslední **RubRb** taktéž obsahuje jeden druh a to ostružiník (*Rubus* sect. *Rubus*). V případě environmentálních proměnných šlo o pokryvnost stromového, keřového a bylinného patra, druhová bohatost cévnatých rostlin, vlhkost, přítomnost archeofytů, neofytů, invazivních a ohrožených druhů rostlin. Mnohorozměrné analýzy nemohly vyjít průkazně pro malý počet opakování, přestože některé parametry prostřední, nebo druhy rostlin, vysvětlují mnoho variability. Znázorněny jsou nejvýznamnější druhy rostlin a parametry prostředí získané metodou Forward Selection v RDA.

Pro vyjádření druhové bohatosti byl použit Simpsonův index diverzity, který byl počítán pro druhy a jedince nalezené v prosevech. Druhová diverzita neboli rozmanitost je strukturně kvantitativní vlastnost každého společenstva a znamená poměr počtu druhů k počtu jedinců (LOSOS 1984). Simpsonův index diverzity byl počítán dle vzorce 1-D.

1.6 Modelový druh *Monachoides incarnatus* (O. F. Müller, 1774) – vlahovka narudlá

Monachoides incarnatus, českým názvem vlahovka narudlá (Obr. 26 a 27) je plicnatý plž řazený do čeledi vlahovkovitých (*Hygromiidae*). Vlahovka má stlačeně kulovitou ulitu o výšce přibližně 9 – 10 mm a šířce 12 – 14 mm, počet závitů dospělého jedince bývá nejčastěji šest. Tloušťka stěn ulity je závislá na prostředí, kdy jedinci žijící na kyslejších stanovištích mají ulity slabší, než jedinci žijící na vápnatém podloží. Ulita vlahovky narudlé bývá matná až matně hedvábně lesklá, slabě průsvitná, nepravidelně rýhovaná a jemně zrnitá. Vlahovka je zbarvená světle šedožlutě až šedohnědě s narůžovělým pyskem ústí ulity (LOŽEK 1956). Potravou je z počátku hnijící rostlinný materiál, později také mrtvé listy rostlin z okolí vod. Ke konci léta klade shluky 20 až 60 vajíček do děr v zemi (WELTER-SCHULTES 2012). Vajíčka jsou o velikosti 2 mm (BARKER 2001). Juvenilní jedinci se líhnou po 17 až 24 dnech a délka jejich života je zhruba dva roky (WELTER-SCHULTES 2012).



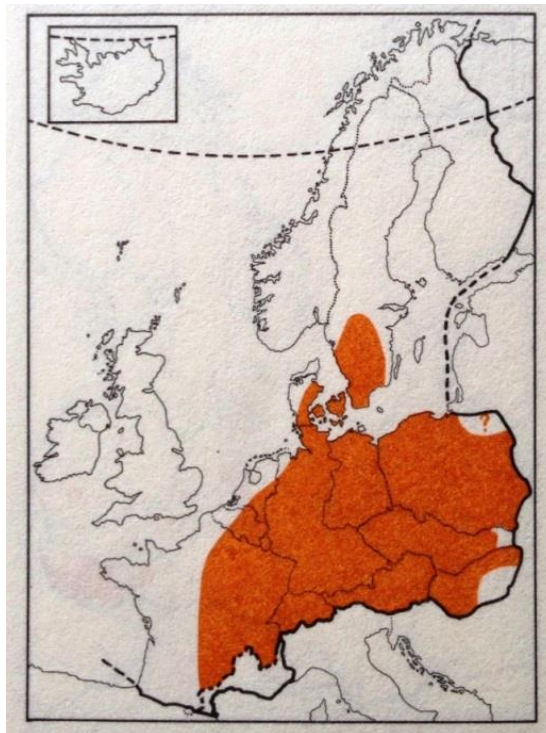
Obr. 26 (vlevo) a **27** (vpravo): *Monachoides incarnatus* (NOVÁK T. 2016).

LOŽEK (1956) uvádí, že se jedná o druh s širokou ekologickou valencí. HORSÁK *et al.* (2013) zmiňují, že vlahovka narudlá je v České republice velmi hojný plž a že se jedná původně o lesní druh dnes ale obývající celou škálu druhotných stanovišť včetně ruderálů. Dle WELTER-SCHULTES (2012) se vyskytuje v hrabance v relativně vlhkých lesích, pod keři, či v kamenné suti. Obývá lokality i mimo lesy, přičemž se vyskytuje na povrchu země, pouze mladí jedinci mají tendenci lézt na rostliny. Dle autora se pak vlahovka vzácně vyskytuje ve vlhkých borových lesích, zahradách a na svazích vinic. Ve Švýcarsku a Bulharsku vystupuje až do 1600 m n. m. KERNEY *et al.* (1983) zmiňují rozšíření druhu a uvádějí, že se vyskytuje ve střední a jihovýchodní Evropě (Obr. 28). O vlahovce píše ve své práci GÄRDENFORS (1987), který zmiňuje, že vlahovka narudlá je druhem vyskytujícím se v hojných počtech v místech se znečištěným ovzduším poléťavým prachem. Také byla vlahovka narudlá nalezena ve velkých počtech při

výzkumu plžů v podzemních úkrytech v České republice DVOŘÁKEM (2005). Při průzkumu různých sklepů, přírodních jeskyní, opuštěných štol a vojenských bunkrů byl druh *M. incarnatus* jeden z nejčastěji se vyskytujících druhů suchozemských plžů.

M. incarnatus si podle SZYBIAK *et al.* (2009) pro přezimování vybírá úkryty s vyšším procentuálním pokrytím vegetací a s větším množstvím rostlinného opadu. Upřednostňuje místa, kde jsou v opadu dubové (*Quercus robur*), jilmové (*Ulmus campestris*), osikové (*Populus tremula*) nebo javorové (*Acer pseudoplatanus*) listy. Dle WIKTOR (2004) *M. incarnatus* při přezimování preferuje středně vlhké biotopy a je druhem lhostejným k typu půdy a k chemickým vlastnostem substrátu.

Druh *M. incarnatus* byl vybrán, jelikož byl jedním z nejpočetnějších druhů odkaliště a okolí a zároveň byl druhem vyskytujícím se v co největším počtu biotopů jak na odkališti tak mimo něj.



Obr. 28: Rozšíření druhu *M. incarnatus* v Evropě (KERNEY *et al.* 1983).

Rostliny byly určeny RNDr. Romanou Prausovou, Ph.D. a Mgr. Alenou Uhlířovou při botanickém průzkumu probíhajícím v roce 2013 až 2015. Fotografie byly vyhotoveny pomocí fotoaparátů Panasonic Lumix DMC-FZ100, OLYMPUS μ 1060 a Samsung WB150F. Pokud není uvedeno jinak, jsem autorka všech fotografií v práci. Fotografie sledovaných parametrů na schránkách při pokusu na rozpad ulit byly fotografovány pomocí fotoaparátu OLYMPUS E-3 s objektivem Micro-NIKKOR 55 mm. Následně byly fotografie upraveny v programu Microsoft Office Picture Manager. Při zaměřování okrajů biotopů byl k lokalizaci používán přístroj GPS Garmin nüvi 50LM.

2 Výsledky

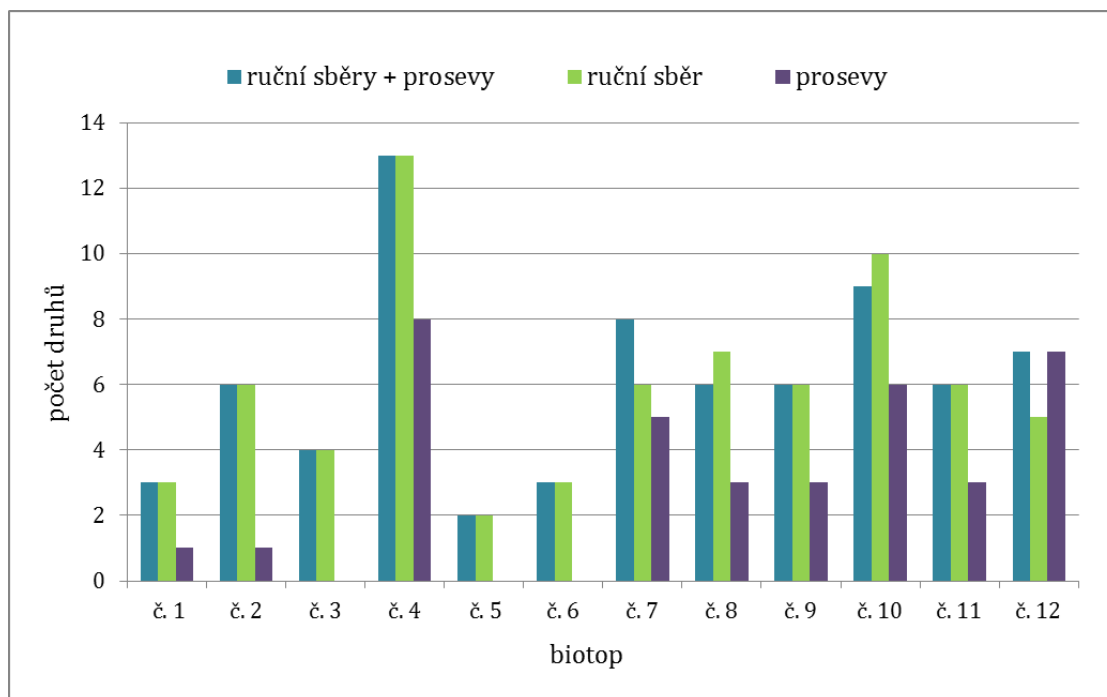
2.1 Zaznamenané druhy měkkýšů na odkališti

Při malakologickém výzkumu na Chvaletickém rudním odkališti bylo nalezeno celkem 17 druhů plžů z 16 rodů (Příloha 4): *Aegopinella* sp., *Alinda biplicata*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Fruticicola fruticum*, *Helix pomatia*, *Monachoides incarnatus*, *Perpolita hammonis*, *Punctum pygmaeum*, *Trochulus hispidus*, *Urticicola umbrosus*, *Vallonia excentrica*, *Vallonia pulchella*, *Vertigo pygmaea*, *Vitrina pellucida*, *Viviparus viviparus* a *Zonitoides nitidus*.

Celkem bylo nalezeno 1460 jedinců. Převážná většina nebyla živá. *C. hortensis* je nejhojnějším druhem, bylo nalezeno celkem 306 jedinců. Dalšími nejpočetnějšími druhy jsou *A. biplicata*, *M. incarnatus* a *U. umbrosus*. Nejméně hojnými druhy jsou *C. lubrica* a *V. pygmaea* (dva jedinci a jeden). Nález druhu *V. viviparus* je pravděpodobně čistě náhodný. Byla nalezena pouze jedna schránka, která se mohla na odkaliště dostat s navážkou nebo s odpadem. Pro nepravděpodobnost přirozeného výskytu nebylo s tímto druhem dále pracováno. Druhy *C. lubrica*, *T. hispidus* a *V. pygmaea* byly nalezeny pouze při ručních sběrech, všechny ostatní druhy se vyskytovaly jak v ručních sběrech, tak v hrabankových vzorcích.

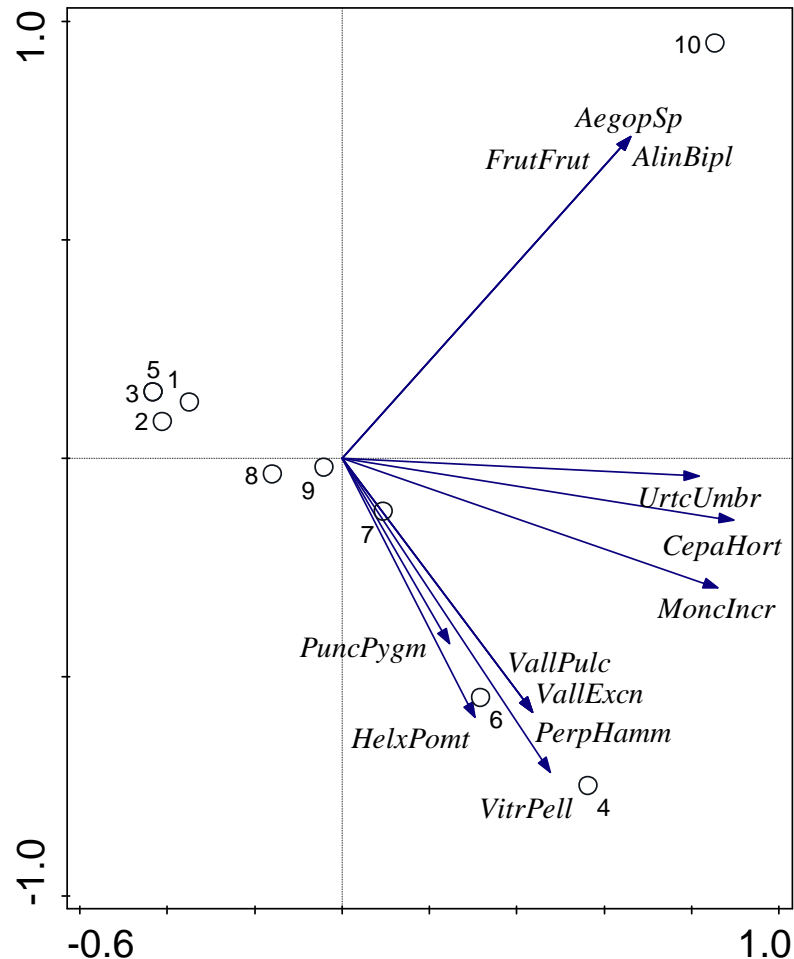
Největší množství jedinců bylo nalezeno v biotopu č. 10 – porosty invazivních rostlin I. (426 jedinců), dále v biotopu č. 12 – svah - okraj odkaliště (263 jedinců) a č. 4 – třtinová louka (152 jedinců). Nejmenší zastoupení je v biotopu č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací s pouhými sedmi jedinci.

Počty druhů měkkýšů vychází pro jednotlivé biotopy na odkališti odlišně, a to jak počty druhů nalezených ručním prosbíráním tak počty druhů z hrabankových vzorků (Obr. 29). Největší množství druhů bylo nalezeno v biotopu č. 4 – třtinová louka. Biotop třtinová louka je ovšem na okraji odkaliště a je nutno poznamenat, že je tvořen navážkou orné půdy a jedná se vlastně o zrekultivovanou část odkaliště. Druhově nejbohatším biotopem čistě rudního charakteru je biotop č. 10 – porosty invazivních rostlin I. Druhým nejpočetnějším biotopem odkaliště je č. 7 – topolovo-březový les s chřasticí. Naopak nejmenší počet nalezených druhů je v biotopu č. 5 – obnažené substráty, dále biotop č. 1 – rákosina. Počty druhů z ručních sběrů a prosevů vyšly stejně pro biotopy č. 2 – kameniště, č. 8 – březovo-akátový les s navážkou, č. 9 – březovo-akátový les bez navážky a č. 11 – porosty invazivních rostlin II. V biotopu č. 3 – kamenný val a č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací byly prosevy vyhotoveny, avšak byly všechny prázdné. V biotopu č. 5 – obnažené substráty nebyly prosevy vyhotoveny z důvodu nemožnosti sběru hrabankového vzorku.



Obr. 29: Počet druhů měkkýšů v jednotlivých biotopech na odkališti. Biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, biotop č. 5 – obnažené substráty pro nepřítomnost jedinců vyřazen, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navázkou, č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I, č. 11. – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

Níže uvedený graf vyobrazuje výskyt druhů v daných biotopech a zároveň, které biotopy odkaliště jsou si podobné z hlediska výskytu druhů (Obr. 30). Na odkališti vychází biotop č. 10 – porosty invazivních rostlin I. zcela mimo ostatní biotopy s vyskytujícími se druhy *Aegopinella* sp., *A. biplicata* a *F. fruticum*.



Obr. 30: Vizualizace distribuce měkkýšů v rámci biotopů na odkališti. Analýza RDA.

Biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 5 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 6 – topolovo-březový les s chrasticí, č. 7 – březovo-akátový les s navážkou, č. 8 – březovo-topolo-akátový les bez navážky, č. 9 – porosty invazivních rostlin II a č. 10 – porosty invazivních rostlin I.

AegopSp – *Aegopinella* sp., *AlinBipl* – *Alinda biplicata*, *CepaHort* – *Cepaea hortensis*, *FrutFrut* – *Fruticicola fruticum*, *HelxPomt* – *Helix pomatia*, *MoncIncr* – *Monachoides incarnatus*, *PerpHamm* – *Perpolita hammonis*, *PuncPygm* – *Punctum pygmaeum*, *UrtcUmbr* – *Urticicola umbrosus*, *VallExcn* – *Vallonia excentrica*, *VallPulc* – *Vallonia pulchella* a *VitrPell* – *Vitrina pellucida*.

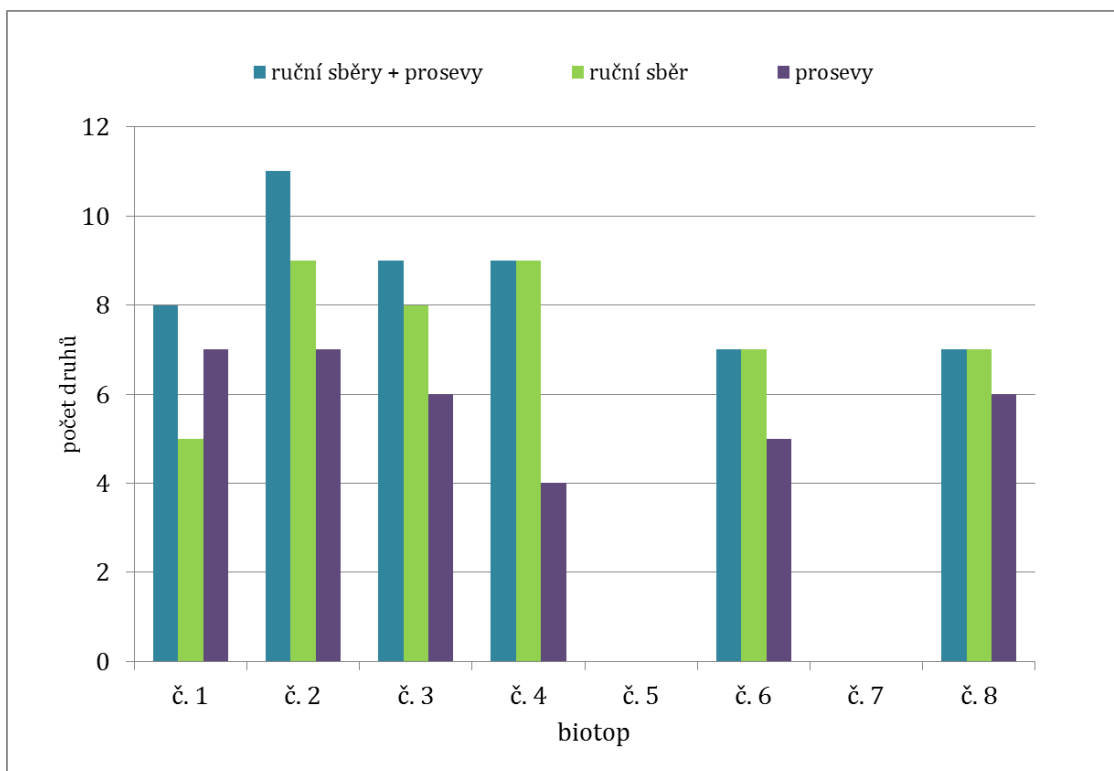
2.2 Zaznamenané druhy měkkýšů v okolí odkaliště

Během malakologického výzkumu v okolí Chvaletického rudního odkaliště bylo nalezeno celkem 15 druhů plžů ze 13 rodů (Příloha 5): *Aegopinella* sp., *C. hortensis*, *C. lubrica*, *F. fruticum*, *H. pomatia*, *M. incarnatus*, *P. hammonis*, *P. pygmaeum*, *Succinea putris*, *U. umbrosus*, *Vallonia costata*, *V. excentrica*, *V. pulchella*, *V. pygmaea* a *V. pellucida*. V okolí odkaliště byly nalezeny dva druhy, které se na odkališti nevyskytují – *S. putris* a *V. costata*. Avšak na odkališti nalezené druhy - *A. biplicata*, *T. hispidus* a *Z. nitidus*, nebyly během výzkumu nalezeny v jeho okolí.

Nalezeno bylo celkem 2170 jedinců. Převážná většina nebyla živá. Nejvíce vyskytujícím se druhem je, stejně jako na odkališti, *C. hortensis*. Celkem bylo nalezeno 771 jedinců tohoto druhu. Rozdíl oproti odkališti je v případě druhého nejpočetnějšího druhu, kterým je *F. fruticum* s 335 jedinci. *P. pygmaeum* (jeden jedinec), *S. putris* (jeden) a *V. pygmaea* (jeden) jsou nejméně častými druhy v okolí odkaliště. *P. pygmaeum* byl nalezen pouze v hrabankových vzorcích a druh *V. pygmaea* naopak pouze při ručních sběrech.

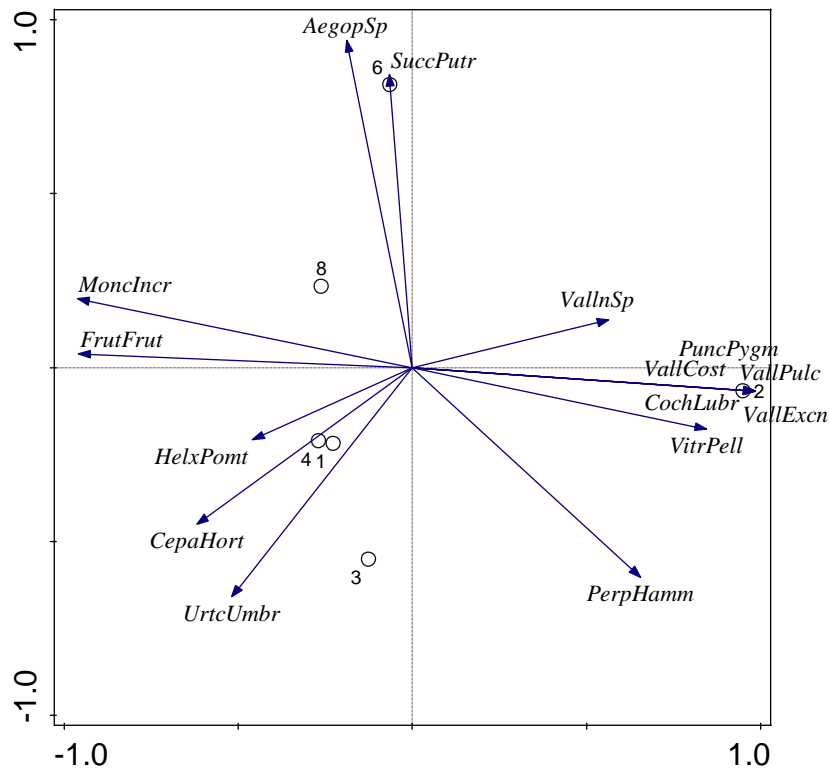
V biotopu č. 1 – les podél cesty byl nalezen největší počet jedinců (707), druhým biotopem co do počtu jedinců je biotop č. 3 – stráž (487). Pokud vynecháme dva biotopy, kde nebyli nalezeni plži vůbec (biotop č. 5 – pole I. a č. 7 – pole II.), pak nejméně zastoupeným biotopem je biotop č. 4 – louka.

V biotopu č. 2 – zrekultivovaná louka bylo nalezeno největší množství druhů (Obr. 31). Nejvíce druhů z okolí mimo zrekultivované plochy je v biotopu č. 3 – stráž a č. 4 – louka. Nejmenší počet nalezených druhů je v biotopu č. 6 – les rákosinou a č. 8 – alej. Kromě biotopu č. 1 – les podél cesty bylo vždy nalezeno více druhů při ručních sběrech než v prosevech. V grafu je vidět porovnání počtu druhů v ručních sběrech, v prosevech a v obojím dohromady. V biotopech č. 5 a 7 (orná pole) nebyly prosevy zhotoveny, jelikož nebylo možné odebrat hrabankový vzorek.



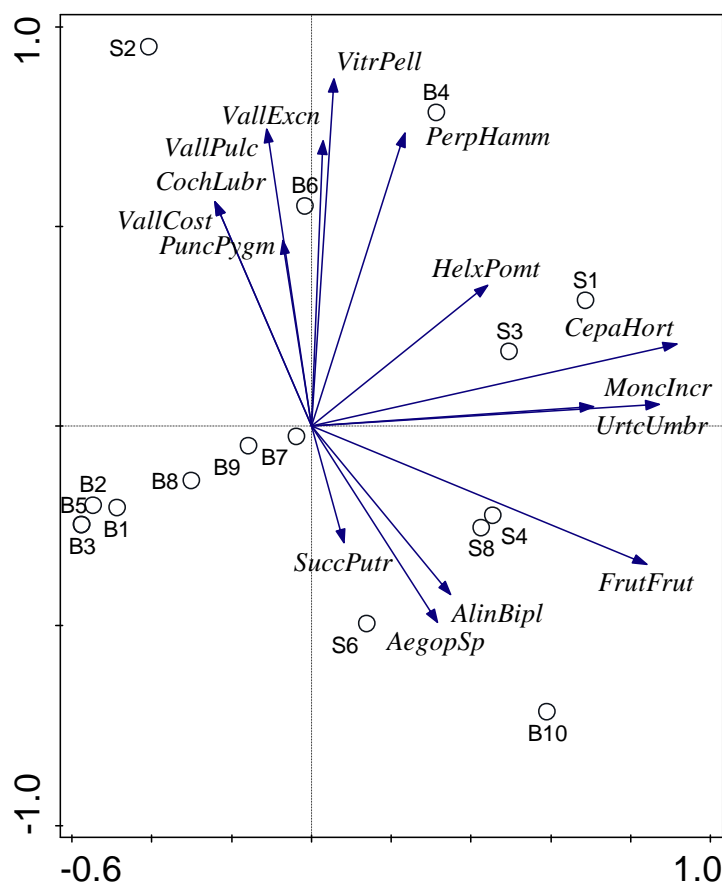
Obr. 31: Počet druhů měkkýšů v jednotlivých biotopech v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 2 – zrekultivovaná louka, č. 3 – zalesněná stráň, č. 4 – louka, č. 5 – pole I, č. 6 – les s rákosinou, č. 7 – pole II. a biotop č. 8 – alej.

Výskyt druhů v daných biotopech v okolí odkaliště a zároveň, které biotopy v okolí jsou si podobné z hlediska výskytu druhů, vyobrazuje uvedený graf (Obr. 32). Zajímavě vychází biotop č. 2 – zrekultivovaná louka, kde se vyskytuje několik druhů, které se jinde v okolí odkaliště téměř nevyskytují.



Obr. 32: Distribuce měkkýšů v rámci biotopů v okolí odkaliště. Analýza RDA. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 2 – zrekultivovaná louka, č. 3 – stráž, č. 4 – louka, č. 5 – pole I., č. 6 – les s rákosinou, č. 7 – pole II a č. 8 – alej.
AegopSp – *Aegopinella* sp., *AlinBipl* – *Alinda biplicata*, *CepaHort* – *Cepaea hortensis*, *CochLubr* – *Cochlicopa lubrica*, *FrutFrut* – *Fruticicola fruticum*, *HelxPomt* – *Helix pomatia*, *MoncIncr* – *Monachoides incarnatus*, *PerpHamm* – *Perpolita hammonis*, *PuncPygm* – *Punctum pygmaeum*, *SuccPutr* – *Succinea putris*, *UrtcUmbr* – *Urticicola umbrosus* *VallCost* – *Vallonia costata*, *VallExcn* – *Vallonia excentrica*, *VallPulc* – *Vallonia pulchella*, *VallnSp* – *Vallonia* sp. a *VitrPell* – *Vitrina pellucida*.

Porovnání druhů plžů v daných biotopech na odkališti a v okolí, dále podobnost biotopů odkaliště a okolí z hlediska výskytu druhů, znázorňuje níže uvedený graf (Obr. 33). Biotopy odkaliště navzájem podobné vycházejí B1 – rákosina, B2 – kameniště, B3 – kamenný val, B5 – břízky s rozvolněnou vegetací, B7 – březovo-akátový les s navázkou, B8 – březovo-topolo-akátový les bez navážky a B9 – porosty invazivních rostlin II. Biotopy B4 – třtinová louka, B6 – topolovo-březový les s chrasticí a S2 – zrekultivovaná louka jsou si též podobné. Kromě biotopu B6 se jedná o dvě rekultivované plochy, které se opět liší od všech ostatních biotopů na odkališti. Výsledek této analýzy opět potvrzuje, že rekultivace daného prostředí ovlivňuje druhové spektrum měkkýšů v porovnání s nerektivovanými plochami.



Obr. 33: Vizualizace distribuce měkkýšů v rámci biotopů na odkališti a v okolí zároveň. Analýza RDA.

Biotopy s písmenem B (basin), jsou biotopy odkaliště a s písmenem S (surroundings) biotopy okolí. B1 – rákosina, B2 – kameniště, B3 – kamenný val, B4 – třtinová louka, B5 – břízky s rozvolněnou vegetací, B6 – topolovo-březový les s chrasticí, B7 – březovo-akátový les s navázkou, B8 – březovo-topolo-akátový les bez navážky, B9 – porosty invazivních rostlin II. a B10 – porosty invazivních rostlin I. S1 – les podél cesty, S2 – zrekultivovaná louka, S3 – stráž, S4 – louka, S5 – pole I., S6 – les s rákosinou, S7 – pole II. a S8 – alej. Zkratky druhů měkkýšů viz Obr. 32 na straně 37.

2.3 Simpsonův index diverzity a dominance

Největší diverzita na odkališti je na lokalitě č. 12 – svah - okraj odkaliště (Tabulka 2), těsně následuje biotop č. 10 - porosty invazivních rostlin I. Naopak nejmenší diverzita na odkališti je v biotopu č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky. Biotop č. 5 – obnažené substráty byl vyřazen v důsledku nevyskytujících se druhů. V okolí odkaliště je největší diverzita v biotopu č. 8 – alej (Tabulka 3) a nejmenší diverzita připadá biotopu les podél cesty, č. 1.

Tabulka 2: Hodnoty indexu – odkaliště.

Biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, biotop č. 5 – obnažené substráty pro nepřítomnost jedinců vyřazen, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chřasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navážkou, č. 9 – březovo- topolo-akátový les bez navážky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I., č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

biotop odkaliště	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	č. 11	č. 12
Simpsonův index diverzity (1-D)	0,39	0,68	0,63	0,65	0,4	0,63	0,55	0,22	0,68	0,65	0,72

Tabulka 3: Hodnoty indexu – okolí odkaliště.

Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 2 – zrekultivovaná louka, č. 3 – stráž, č. 4 – louka, č. 5 – pole I., č. 6 – les s rákosinou, č. 7 – pole II. a č. 8 – alej.

biotop okolí	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 6	č. 8
Simpsonův index diverzity (1-D)	0,51	0,77	0,71	0,78	0,76	0,78

2.4 Plži rekultivovaných a nerektivovaných ploch

Během výzkumu byly objeveny rozdíly v druhovém složení a v početnosti nalezených jedinců suchozemských plžů na rekultivovaných plochách, nerektivovaných a v okolí odkaliště.

Mezi rekultivované plochy patří konkrétně dle rozdělení na biotopy biotop č. 4 – třtinová louka (na odkališti) a biotop č. 2 – zrekultivovaná louka (v okolí odkaliště). Biotopy č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 5 – obnažené substráty, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navážkou, č. 9 – březovo- topolo-akátový les bez navážky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I., č. 11. – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště spadají pod nerektivovanou plochu. A okolí zahrnuje biotopy č. 1 – les podél cesty, č. 3 – stráž, č. 4 – louka, č. 5 – pole I., č. 6 – les s rákosinou, č. 7 – pole II. a č. 8 – alej.

Bylo zjištěno, že rozdíly nebyly v počtech nalezených druhů, ale v početnosti objevených jedinců. Na rekultivované ploše bylo nalezeno celkem 14 druhů, na nerektivovaných plochách taktéž 14 a v okolí bylo objeveno druhů 12. Rekultivovaný biotop č. 4 – třtinová louka je sice druhově nejbohatší lokalitou z celého odkaliště, ale co do počtu nalezených jedinců není tento biotop nejbohatší (Příloha 4). Biotop č. 2 – zrekultivovaná louka v okolí odkaliště je na tom stejně (Příloha 5). Opět je druhově nejbohatším biotopem v okolí odkaliště, ale ne biotopem s největším počtem nalezených jedinců.

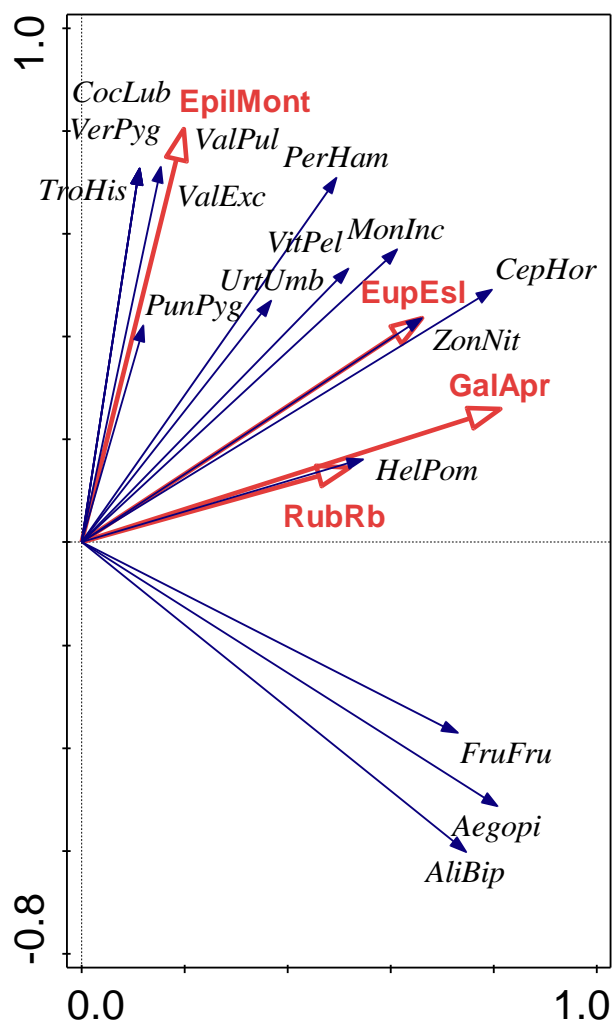
Na rekultivovaných plochách byli nalezeni tito zástupci suchozemských plžů: *C. hortensis*, *C. lubrica*, *H. pomatia*, *M. incarnatus*, *P. hammonis*, *P. pygmaeum*, *T. hispidus*, *U. umbrosus*, *V. costata*, *V. excentrica*, *V. pulchella*, *V. pygmaea*, *V. pellucida* a *Z. nitidus*. Z toho druhy *V. excentrica*, *V. pulchella* a *V. pygmaea* se nevyskytují jinde než na rekultivovaných plochách. Druhy *T. hispidus*, *V. pellucida* a *Z. nitidus* se vyskytují na rekultivovaných plochách v hojnějších počtech než na těch nerektivovaných. Například druhy *P. hammonis* a *T. hispidus* se vyskytují ve všech třech typech ploch, ale na rekultivované ploše se nachází ve větších počtech. I druh *Z. nitidus* se vyskytuje kromě jednoho biotopu nerektivované plochy jen na ploše rekultivované. Například druh *C. lubrica* se vyskytuje na rekultivované ploše (34 nalezených jedinců) ve větším počtu než na nerektivovaných plochách (čtyři jedinci). *P. hammonis* je na tom stejně jako *C. lubrica*, tzn. 35 jedinců na zrekultivované ploše a na nerektivované pouze sedm. A druhy *V. costata*, *V. excentrica*, *V. pulchella* a *V. pellucida* stejně tak. A například při průzkumu okolí odkaliště bylo zjištěno, že druhy *V. pygmaea* a *P. pygmaeum* se v okolí nevyskytovaly jinde než v rekultivovaném biotopu č. 2 - zrekultivovaná louka.

2.5 Jaké parametry mají vliv na distribuci měkkýšů

2.5.1 Rostliny

Na distribuci měkkýšů na odkališti mají vliv i některé rostliny (Obr. 34). Mnohorozměrná analýza sice nevyšla průkazně, ale vliv jednotlivých druhů rostlin na jednotlivé druhy měkkýšů je zcela značný. Bylo zjištěno, že největší vliv mají druhy: jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), netýkavka žláznatá a malokvětá (*Impatiens glandulifera* a *parviflora*), ostružiník (*Rubus* sect. *Rubus*), pryšec obecný (*Euphorbia esula*), svízel přítula (*Galium aparine*), topol osika (*Populus tremula*), vrbovka horská (*Epilobium montanum*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zvonek rozkladitý (*Campanula patula*). Přítomnost indikačních druhů rostlin vysvětluje 66% variability (Příloha 6).

V přítomnosti rostlinných druhů vrbovka horská (*Epilobium montanum*) a zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) se vyskytují plži, kteří jsou jednak nelesní a jednak euryvalentní, pokud je brán v potaz zástin (EpilMont v Obr. 34). Dá se předpokládat, že tyto druhy nesnáší extrémní podmínky, tedy kontinentalitu, ale už nelze přesně říci, zda jim vadí spíše toxicita substrátu nebo kolísání teploty a vlhkosti (jelikož tyto parametry jsou na odkališti, Obr. 35, spojené). Šipka v Obr. 34 pro EupEsl zahrnuje sedm rostlin: pryšec obecný (*Euphorbia esula*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), netýkavka žláznatá a malokvětá (*Impatiens glandulifera* a *parviflora*), topol osika (*Populus tremula*) a zvonek rozkladitý (*Campanula patula*). Pro tyto druhy rostlin jsou typické euryvalentní druhy suchozemských plžů, které zvládají všechny druhy biotopů stejně dobře. Přítomnost svízele přítuly (*Galium aparine*) s největší pravděpodobností indikuje lesní druhy měkkýšů (GalAPr v Obr. 34) a stejně tak i druhy plžů v kontaktu s ostružiníkem (*Rubus* sect. *Rubus*), ale kromě indikace čistě lesních druhů i druhy křovištní (RubRb v Obr. 34).



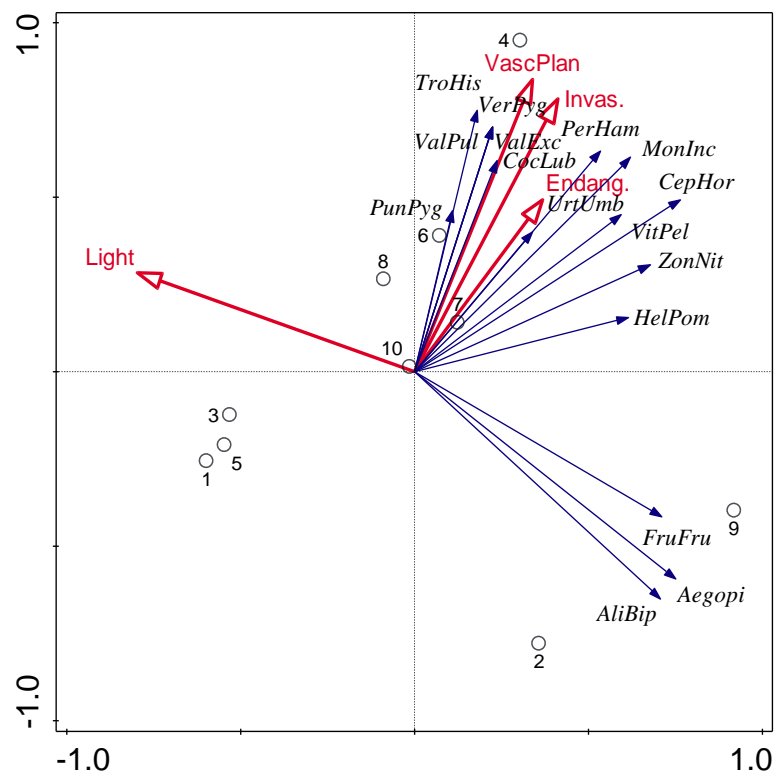
Obr. 34: Vliv indikačních druhů rostlin na distribuci jednotlivých druhů měkkýšů.

Analýza RDA. Druhy rostlin: **EpilMont** - *Epilobium montanum* a *Solidago canadensis*, **EupEsl** - *Euphorbia esula* + *Acer pseudoplatanus*, *Campanula patula*, *Fraxinus excelsior*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora* a *Populus tremula*; **GalApr** - *Galium aparine* a **RubRb** - *Rubus* sect. *Rubus*.

Zkratky druhů měkkýšů: *Aegopinella* sp., *AlinBipl* - *Alinda biplicata*, *CepaHort* - *Cepaea hortensis*, *CochLubr* - *Cochlicopa lubrica*, *FruFru* - *Fruticicola fruticum*, *HelxPomt* - *Helix pomatia*, *MoncIncr* - *Monachoides incarnatus*, *PerpHamm* - *Perpolita hammonis*, *PuncPygm* - *Punctum pygmaeum*, *SuccPutr* - *Succinea putris*, *TroHis* - *Trochulus hispidus*, *UrtcUmbr* - *Urticicola umbrosus* *VallCost* - *Vallonia costata*, *VallExcn* - *Vallonia excentrica*, *VallPulc* - *Vallonia pulchella*, *VallnSp* - *Vallonia* sp., *VerPyg* - *Vertigo pygmaea*, *VitrPell* - *Vitrina pellucida* a *ZonNit* - *Zonitoides nitidus*.

2.5.2 Parametry prostředí

Dále ovlivňují distribuci měkkýšů i parametry prostředí. V grafu (Obr. 35) je vidět, jaké jsou parametry jednotlivých biotopů a zároveň jaká je distribuce druhů plžů vzhledem k oněm parametrům a biotopům. 25% z celkové variability vysvětluje světlo. Počet druhů cévnatých rostlin pak vysvětluje 24% z celkové variability (Příloha 7). Počet druhů měkkýšů pozitivně koreluje s pokryvností keřového patra a tento vztah je statisticky průkazný (Spearman: 0,632817; $p < 0,05$) a zřejmě pozitivně koreluje i s druhovou bohatostí cévnatých rostlin (Spearman: 0,594634; $p = 0,06$). Počet druhů měkkýšů pak negativně koreluje s kontinentalitou stanoviště a je statisticky taktéž průkazný (Spearman: -0,708886; $p < 0,05$). Ostatní parametry vyšly statisticky neprůkazně, mezi tyto parametry překvapivě patří vlhkost a pokryvnost stromového a bylinného patra, dále pak archeofyty, neofyty, invazivní druhy rostlin a ohrožené druhy rostlin.



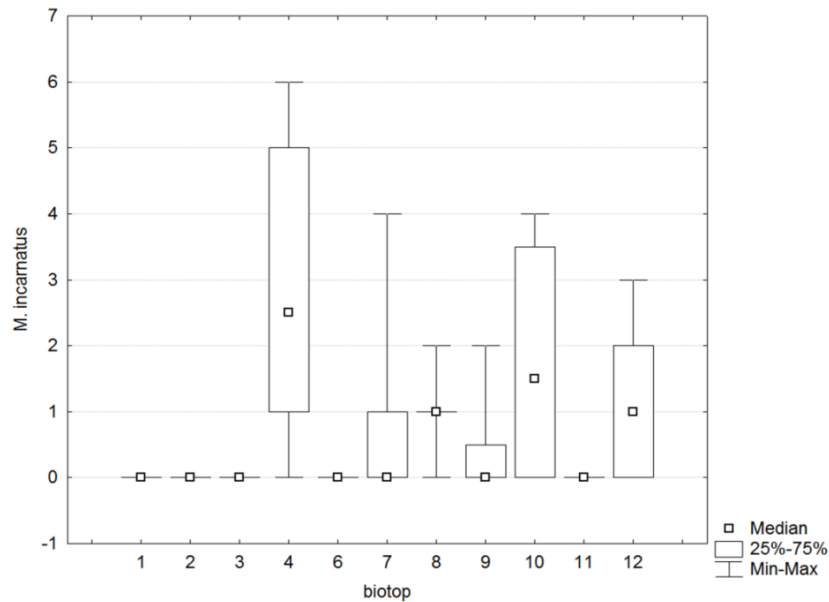
Obr. 35: Promítnutí vlivu průkazných environmentálních proměnných do biotopových preferencí jednotlivých druhů měkkýšů. Analýza RDA.

Biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 5 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 6 – topolovo-březový les s chřasticí, č. 7 – březovo-akátový les s navázkou, č. 8 – březovo-topolo-akátový les bez navázky, č. 9 – porosty invazivních rostlin II a č. 10 – porosty invazivních rostlin I. Parametry: VascPlan – cévnaté rostliny, Invas. – invazivní rostliny, Endang. – ohrožené druhy, Light – světlo.

Zkratky druhů měkkýšů viz popis Obr. 34 na straně 42.

2.6 Distribuce a přežívání druhu *M. incarnatus*

Pro zjištění distribuce druhu *M. incarnatus* v jednotlivých biotopech na odkališti byla použita data z prosevů. Nejvíce jedinců bylo nalezeno v biotopu č. 4 – třtinová louka a č. 10 – porosty invazivních rostlin I. (Kruskal-Wallisova ANOVA; $p < 0,01$; Obr. 36).



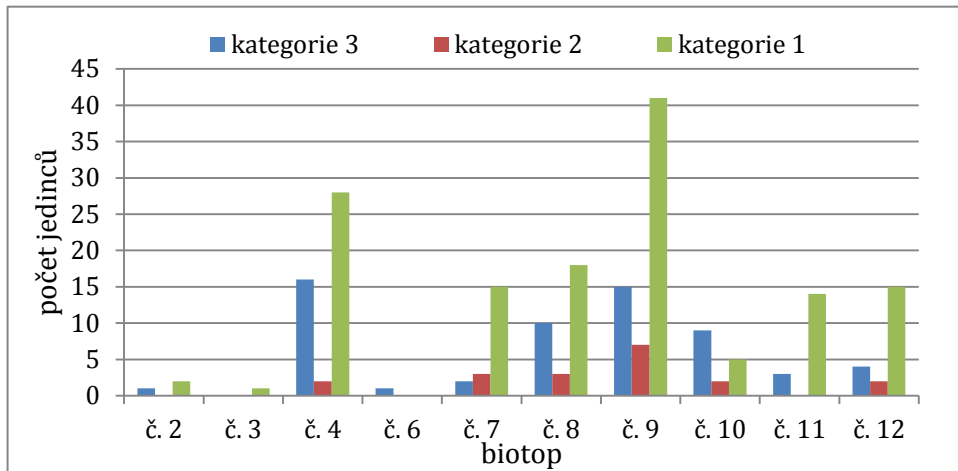
Obr. 36: Distribuce druhu *M. incarnatus* v jednotlivých biotopech na odkališti.

Biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kamenišťe, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – les s chřasticí, č. 8 – les s navážkou, č. 9 – les bez navážky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

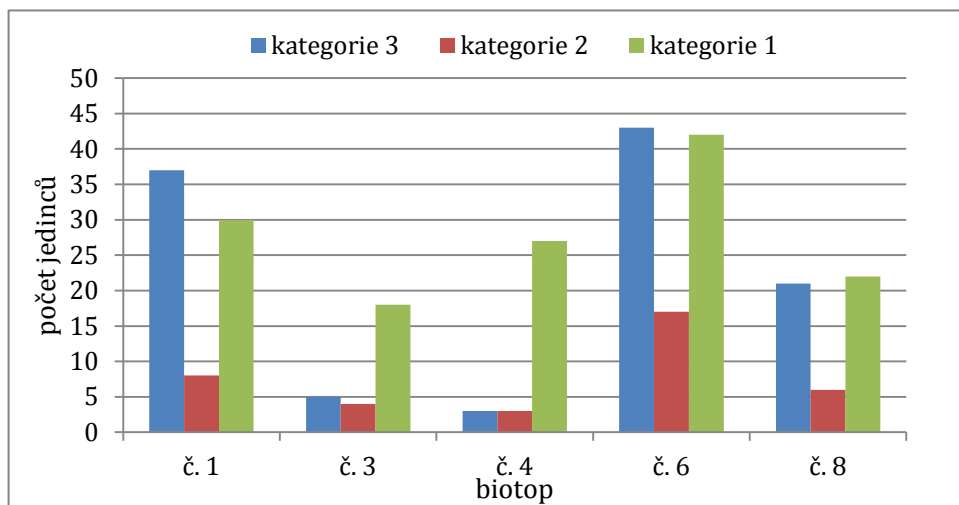
Na základě odlišně vyvinutého obústí byl testován poměr jednotlivých vývojových stádií (kategorie 1 – jedinci s úplně nevyvinutým obústím, 2 – jedinci s částečně vytvořeným obústím a 3 – jedinci s úplně hotovým obústím) ve všech biotopech jak na odkališti, tak v okolí. Z výsledků vychází, že se neliší zastoupení jednotlivých kategorií mezi biotopy na odkališti, tedy rozdíly mezi jednotlivými biotopy na odkališti nejsou statisticky průkazné (Spearman test: $p > 0,01$), ale v okolí pak průkazně vychází (Spearman test: $p < 0,01$).

Nejvíce jedinců s úplně hotovým obústím (kategorie 3) na odkališti je v biotopu č. 4 – třtinová louka a č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky, ale zároveň je v obou biotopech také nejvíce jedinců s nevyvinutým obústím (kategorie 1; Obr. 37). Biotopy č. 1 – rákosina a č. 5 – obnažené substráty nebyly zařazeny, neboť se v nich nenacházeli žádní jedinci. Jedinci kategorie 2 mají celkem rovnoměrné zastoupení v biotopech. A jedinci kategorie 1, s úplně nevyvinutým obústím, převažují v biotopech č. 4 – třtinová louka, č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navážkou, č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky, č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště (chí-kv.: 25,0744, sv = 18, $p > 0,01$).

V okolí odkaliště (Obr. 38) je nejvíce jedinců s úplně hotovým obústím v biotopech č. 1 – les podél cesty, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej. V kategorii 2 vyniká pouze biotop č. 6 – les s rákosinou. Ve všech biotopech, ve kterých byli jedinci daného druhu nalezeni, se rovnoměrně v celém okolí vyskytují spíše juvenilní jedinci, tedy ti, kteří spadají do kategorie č. 1 (chí-kv.: 26,7485, sv = 8, $p < 0,01$). Existuje tedy rozdíl v relativním zastoupení některých kategorií mezi biotopy.

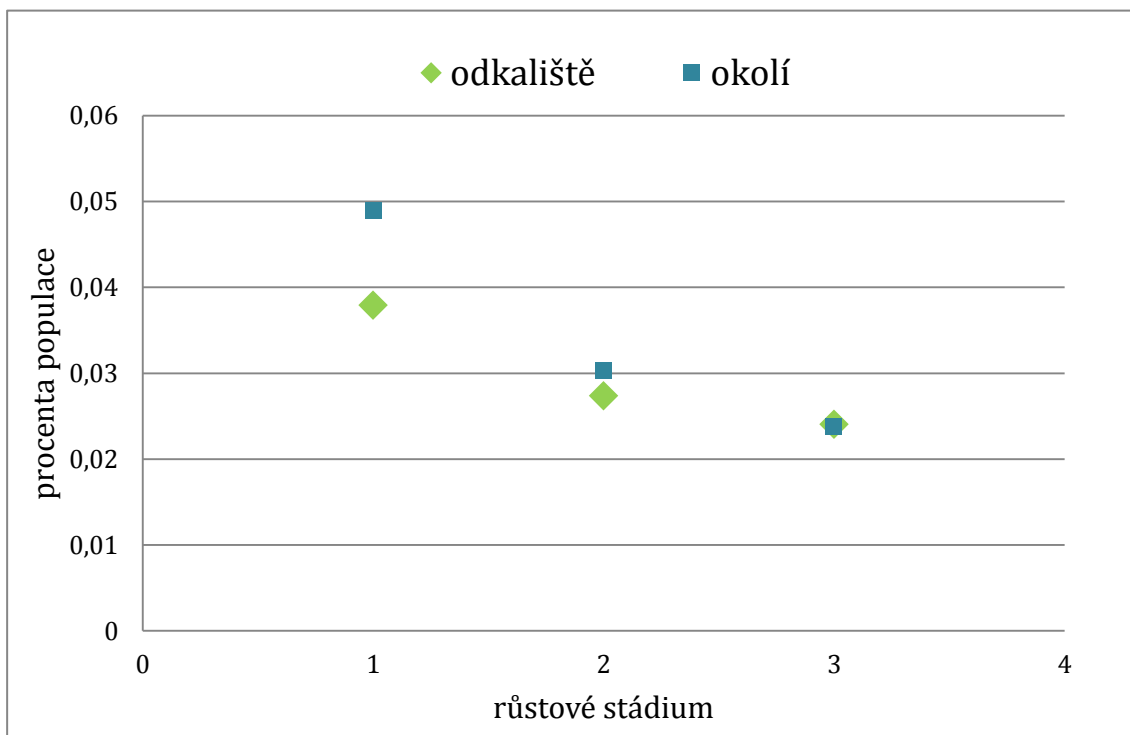


Obr. 37: Počet jedinců druhu *M. incarnatus* v jednotlivých kategoriích a biotopech na odkališti. Biotop č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navážkou a č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I, č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.



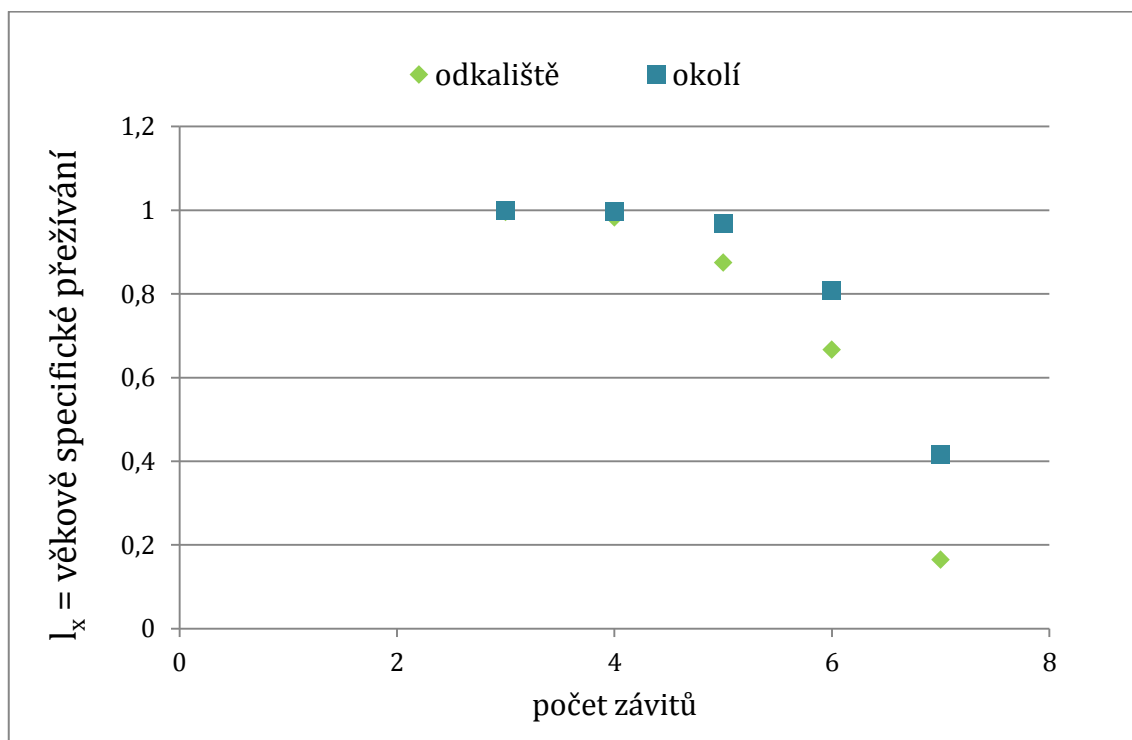
Obr. 38: Počet jedinců druhu *M. incarnatus* v jednotlivých kategoriích a biotopech v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 – zalesněná stráň, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

Z pokusu, kdy byla sledována míra vyvinutého obústí, lze vyhodnotit rozdíly v úmrtnosti jednotlivých kategorií na odkališti a v okolí. Nedají se přesně určit dožití měsíce, ale podle míry vytvořeného obústí lze zjistit, kolik procent z celkové populace se dožilo jakého věku (Obr. 39). V datech pro tento pokus chybí údaje o úmrtnosti vajíček. Použijeme-li údaje z literatury, kdy WELTER-SCHULTES (2012) uvádí, že druh *M. incarnatus* klade 20 až 60 vajíček, tak vychází vysoká úmrtnost *M. incarnatus* právě ve stádiu vajíčka. Z tohoto pokusu ovšem není možné zjistit, zda skutečná plodnost *M. incarnatus* na zkoumaném území je taková, jak uvádí literatura. Spíše lze předpokládat, že zejména na odkališti je plodnost nižší. Do testování byla zařazena míra vyvinutého obústí (tři kategorie) a průměrný počet vajíček za jednu generaci, tedy za jeden rok (dle WELTER-SCHULTES 2012). Bylo počítáno s průměrnou hodnotou, 40 vajíček za rok (Příloha 8). Čtyřicet vajíček je jen teoretická hodnota, neboť skutečný počet nakladených vajíček neznáme. Vyšlo, že na odkališti umírá více jedinců už v juvenilním stádiu. Pokud tedy dospělí jedinci nakladli tolik vajíček, kolik uvádí literatura (WELTER-SCHULTES 2012), vyplývá z výsledků, že úmrtnost je na odkališti velká již ve stádiu vajíčka. V případě okolí vychází hodnoty obdobně, ale juvenilní jedinci přežívají lépe mimo odkališti, než na něm. V okolí odkaliště se nachází více jedinců, kteří se dožijí dospělého stavu.



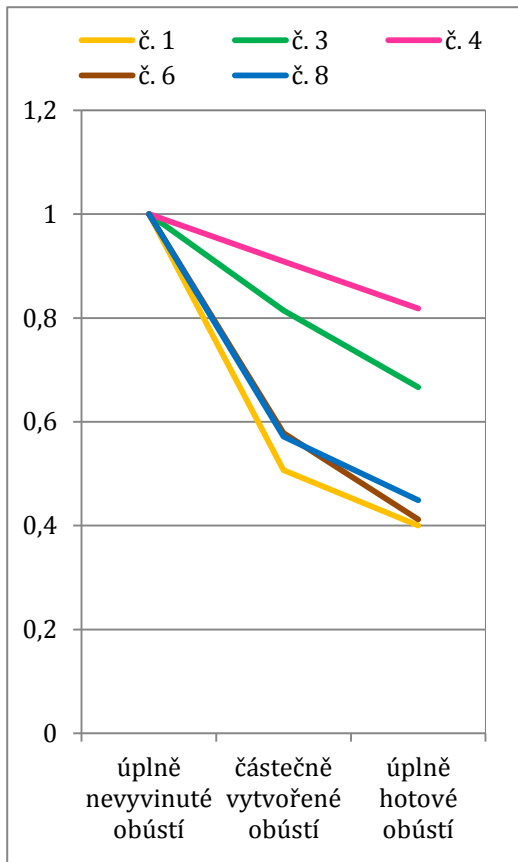
Obr. 39: Procentuální vyjádření úmrtnosti odlišných růstových stádií v populaci stanovených dle míry vyvinutého obústí . Růstové stádium (osa x) – 1 je úplně nevyvinuté obústí, 2 je částečně vytvořené obústí a 3 je úplně hotové obústí.

Kromě sledování míry vytvořeného obústí a vynesení grafu znázorňujícího kolik procent z celkové populace se dožilo jakého věku, byl věk, kterého se jedinci dožívají, hodnocen pomocí počtu závitů (Obr. 40). Na odkališti se jedinci dožívají nižšího věku než mimo něj a hlavně mají na odkališti jedinci vyšší úmrtnost v ranějším stádiu. Stejná data, která byla použita pro zhodnocení kolika procent z celkové populace, se dožilo jakého věku podle růstového stádia (kdy růstové stádium bylo stanoveno dle míry vytvořeného obústí), byla doplněna o údaje o vajíčkách. Údaje o vajíčkách byla upravena stejně jako v předchozím hodnocení dle WELTER-SCHULTES (2012) a opět vyšlo, že na odkališti mají jedinci nižší pravděpodobnost přežití než v jeho okolí, tedy že na odkališti jedinci více umírají. Jedinci na odkališti mají v každém věku vyšší úmrtnost než jedinci mimo odkaliště.

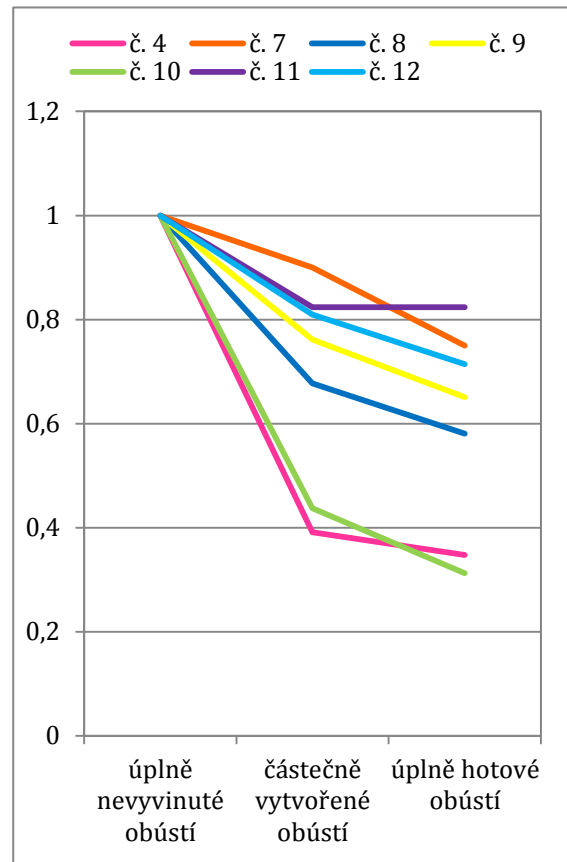


Obr. 40: Procentuální vyjádření úmrtnosti odlišných růstových stádií v populaci stanovených dle počtu závitů. l_x vyjadřuje procento přeživších do času x , jinak označeno věkově specifické přežívání (nebo také pravděpodobnost přežití do času x).

Dále byla porovnána míra vyvinutého obústí s hodnotami vyjadřujícími kolik procent z celkové populace se dožilo jakého věku pro jednotlivé biotopy na odkališti (Obr. 41) a pro biotopy v okolí odkaliště (Obr. 42).



Obr. 41: Vyjádření úmrtnosti odlišných růstových stádií v populaci stanovených dle míry vytvořeného obústí v jednotlivých biotopech v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 – zalesněná stráň, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.



Obr. 42: Vyjádření úmrtnosti odlišných růstových stádií v populaci stanovených dle míry vytvořeného obústí v jednotlivých biotopech na odkališti. Biotop č. 2 – kamenišť, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navázkou a č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navázky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I., č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

2.7 Populační struktura druhu *M. incarnatus* na odkališti a v okolí

Sledování populační struktury bylo provedeno na druhu *M. incarnatus*. Po zpracování výsledků z měření výšky a šířky ulity, spočítání počtu závitů a zhodnocení míry vyvinutého obústí je zřejmé, že v okolí odkaliště se žije plžům lépe. Tato skutečnost byla předpokládána již během terénního průzkumu.

Bylo pracováno s celkem 231 jedinci druhu *M. incarnatus*, kteří byli nalezeni na odkališti (Tabulka 4). Biotopy na odkališti č. 1 – rákosina a č. 5 – obnažené substráty z důvodu nepřítomnosti druhu *M. incarnatus* byly při porovnání parametrů mezi jednotlivými biotopy vyřazeny. Taktéž byly vyřazeny biotopy č. 3 – kamenný val a č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, jelikož byl nalezen v obou biotopech pouze jeden jedinec. V okolí odkaliště bylo nalezeno celkem 276 jedinců (Tabulka 4). Pro nepřítomnost druhu *M. incarnatus* v biotopech č. 2 – zrekultivovaná louka, č. 5 – pole I. a č. 7 – pole II. v okolí odkaliště byly z analýz tyto biotopy vyřazeny.

Tabulka 4. Počet jedinců druhu *M. incarnatus* v biotopech na odkališti a v okolí.

biotopy na odkališti	počet jedinců
č. 2 – kameniště	3
č. 4 – třtinová louka	46
č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí	29
č. 8 – březovo-akátový les s navázkou	30
č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky	64
č. 10 – porosty invazivních rostlin I.	17
č. 11 – porosty invazivních rostlin II.	16
č. 12 – svah - okraj odkaliště	26
biotopy v okolí odkaliště	počet jedinců
č. 1 – les podél cesty	74
č. 3 – stráně	27
č. 4 – louka	33
č. 6 – les s rákosinou	100
č. 8 – alej	49

Vyšly statisticky průkazné rozdíly:

- v počtech závitů mezi jedinci nalezenými na odkališti a v okolí;
- v počtech závitů u jedinců nalezených v jednotlivých biotopech na odkališti a i v jednotlivých biotopech v okolí odkaliště;
- ve výšce i v šířce schránek mezi odkalištěm a okolím;
- ve výšce schránek mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště;
- v šířce schránek mezi jednotlivými biotopy na odkališti a i mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště;

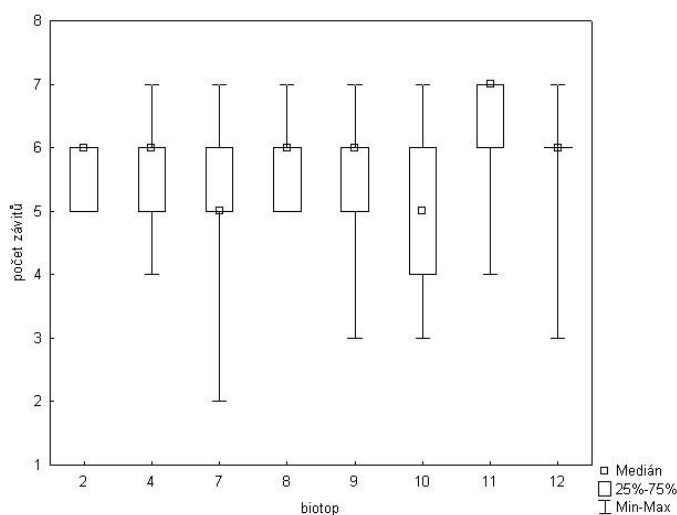
- v poměru výška schránky vs. počet závitů mezi jednotlivými biotopy na odkališti a i mezi jednotlivými biotopy v okolí;
- v poměru výška schránky vs. šířka mezi jednotlivými biotopy v okolí;
- v poměru šířka schránky vs. počet závitů mezi jednotlivými biotopy na odkališti a i mezi jednotlivými biotopy v okolí.

Na hranici průkaznosti vychází rozdíly ve výšce schránek mezi jednotlivými biotopy na odkališti a naopak neprůkazně vyšly rozdíly v poměru výška vs. šířka schránky mezi jednotlivými biotopy na odkališti.

Rozdíly ve velikosti schránek mohou být zapříčiněny odlišným přežíváním nebo různou rychlostí růstu.

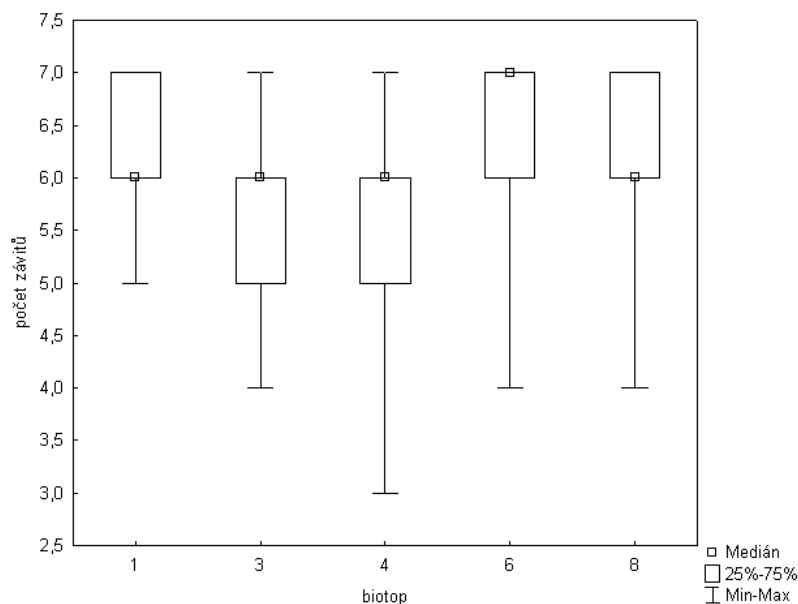
Z výsledků měření počtu závitů vychází, že se na odkališti vyskytuje větší počet jedinců s více závitů, než v okolí odkaliště. Na odkališti se jedinci dožívají průměrně s menším počtem závitů (šest, Příloha 9). Po vynesení velikostních kategorií na odkališti vychází statisticky průkazné rozdíly a to zejména v zastoupení největší velikostní kategorie, se sedmi závitů (Mann-Whitney U test; $Z = -9,41422$; $p < 0,01$).

Rozdíly v počtech závitů (Obr. 43 a Příloha 10) u jednotlivých schránek se statisticky průkazně liší i mezi jednotlivými biotopy na odkališti (Kruskal-Wallisova ANOVA; $H = 29,56$; $df = 7$; $p < 0,01$). Rozdíly jsou mezi biotopy č. 7 – les s chrasticí a č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a dále mezi biotopy č. 10 – porosty invazivních rostlin I. a 11 – porosty invazivních rostlin II.



Obr. 43: Porovnání počtu závitů v jednotlivých biotopech na odkališti. Biotop č. 2 – kamenišť, č. 4 – třtinová louka, č. 7 – les s chrasticí, č. 8 – les s navázkou, č. 9 – les bez navážky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

Stejně jako pro odkaliště byla i pro okolí provedena statistická analýza (Kruskal-Wallisova ANOVA), která našla průkazné rozdíly v počtech závitů mezi jednotlivými biotopy okolí ($H = 29,24$; $df = 4$; $p < 0,01$), konkrétně pak mezi biotopy č. 3 – stráň a č. 6 – les s rákosinou a dále č. 4 – louka a č. 6 – les s rákosinou (Obr. 44 a Příloha 11).

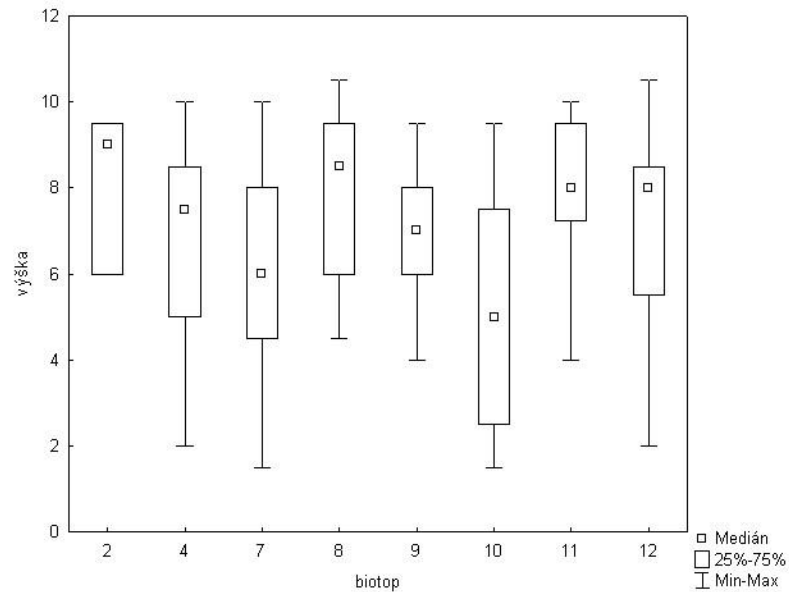


Obr. 44: Porovnání počtu závitů v jednotlivých biotopech v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 - stráň, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

Dále byla porovnána výška schránek mezi odkalištěm a okolím. Opět vychází, že v okolí je více jedinců s větší výškou ulity než v případě jedinců vyskytujících se na odkališti. Tedy, na odkališti se nachází více jedinců s menší výškou (Příloha 12). Vyšly statisticky průkazné rozdíly ve výšce schránek mezi odkalištěm a okolím (Mann-Whitney U test; $Z = -6,35$; $p < 0,01$).

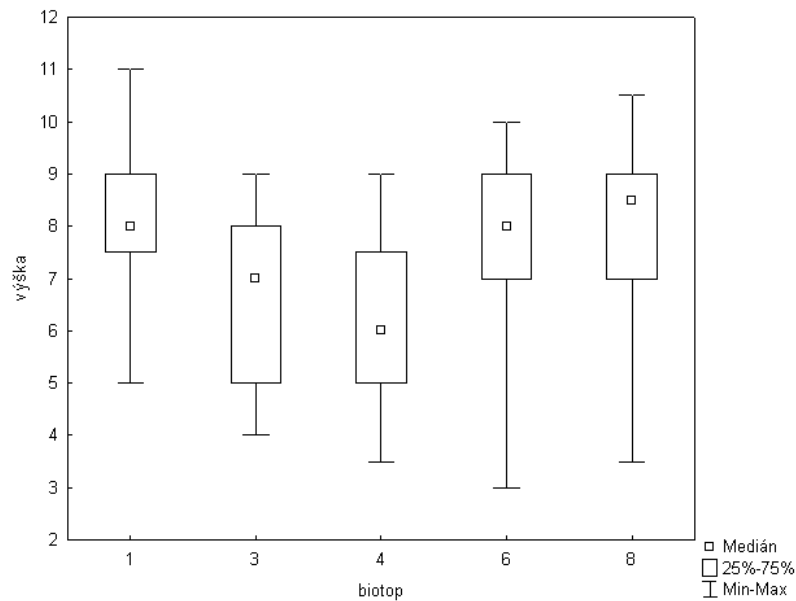
Úplně stejně byla porovnána šířka schránek a výsledky jsou totožné (Příloha 13). V okolí se nachází více jedinců o větší šířce ulity než na odkališti, stejně tak, že na odkališti je více jedinců o menší šířce schránky než v okolí odkaliště. Vyšly statisticky průkazné rozdíly v šířce schránky mezi odkalištěm a okolím (Mann-Whitney U test; $Z = -4,37687$, $p < 0,01$).

Vyjádření rozdílů ve výšce schránky mezi jednotlivými biotopy odkaliště vychází stejně jako porovnání počtu závitů v jednotlivých biotopech na odkališti. Kruskal-Wallisova ANOVA statisticky prokázala a rozdíly mezi biotopy č. 7 – les s chrasticí a č. 11 – porosty invazivních rostlin II. Ovšem rozdíly mezi těmito dvěma biotopy jsou pouze na hranici průkaznosti. Dále se od sebe průkazně liší biotopy č. 8 – les s navázkou a č. 10 – porosty invazivních rostlin I. a ještě biotopy č. 10 – porosty invazivních rostlin I. a č. 11 – porosty invazivních rostlin II. ($H = 23,92$; $df = 7$; $p < 0,01$; Obr. 45 a Příloha 14).



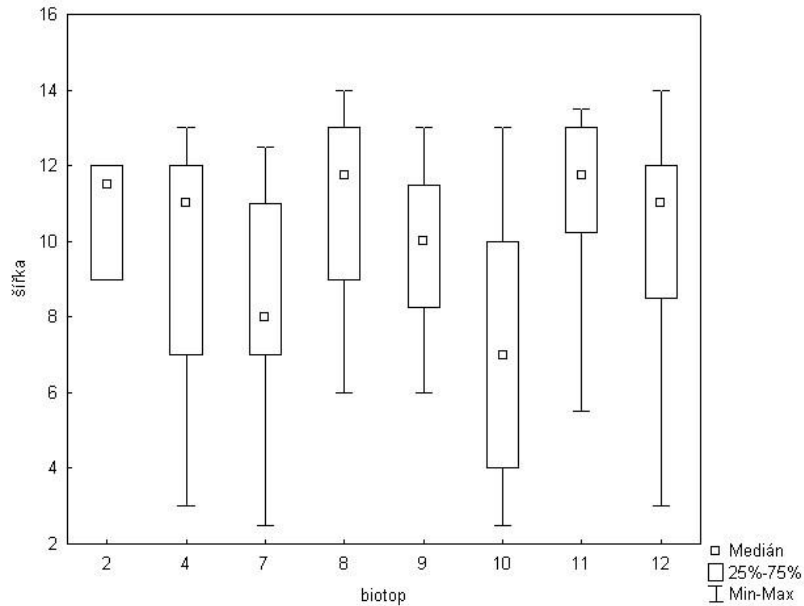
Obr. 45: Porovnání výšky v jednotlivých biotopech na odkališti. Biotop č. 2 – kamenišťe, č. 4 – třtinová louka, č. 7 – les s chrasticí, č. 8 – les s navázkou, č. 9 – les bez navážky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

Statistická analýza našla průkazné rozdíly ve výšce schránky mezi všemi biotopy okolí odkaliště (Kruskal–Wallisova ANOVA; $H = 44,50$; $df = 4$; $p < 0,01$; Obr. 46 a Příloha 15) kromě biotopu č. 3 – stráž a č. 6 – les s rákosinou.



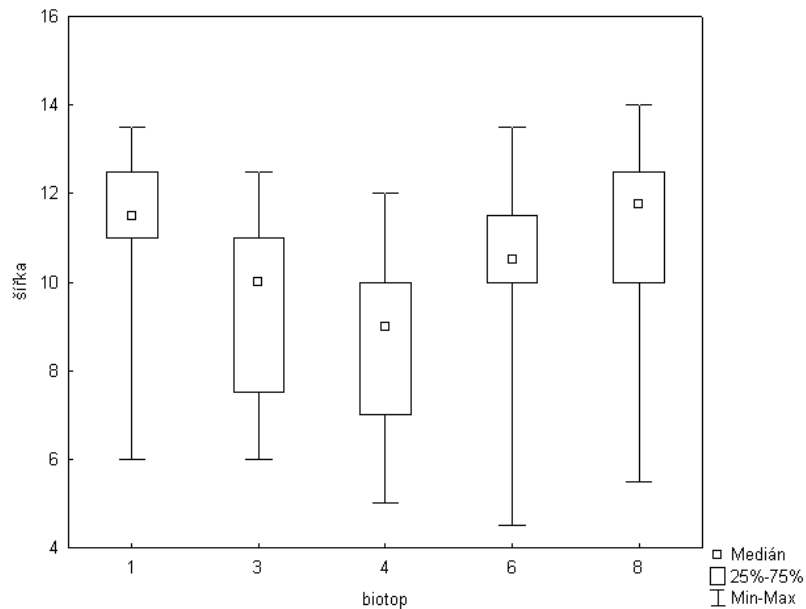
Obr. 46: Porovnání výšky schránek v jednotlivých biotopech v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 - stráž, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

I porovnání šířky schránky mezi jednotlivými biotopy na odkališti statisticky potvrzuje rozdíly (Kruskal-Wallisova ANOVA; $H = 28,80$; $df = 7$; $p < 0,01$; Obr. 47 a Příloha 16) mezi biotopy č. 8 – les s navázkou a č. 10 – invazivní rostliny I. a dále mezi biotopy č. 10 – invazivní rostliny I. a č. 11 – invazivní rostliny II.



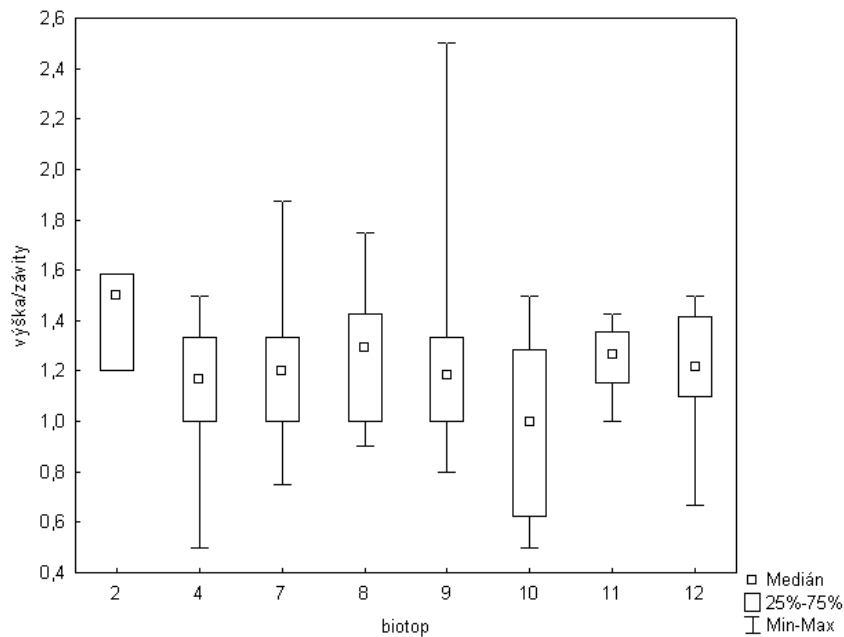
Obr. 47: Porovnání šířky v jednotlivých biotopech na odkališti. Biotop č. 2 – kameniště, č. 4 – třtinová louka, č. 7 – les s chřasticí, č. 8 – les s navázkou, č. 9 – les bez navážky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

Dále byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly v šířce schránek mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště (Kruskal-Wallisova ANOVA; $H = 51,51$; $df = 4$; $p < 0,01$; Obr. 48 a Příloha 17). Rozdíly byly nalezeny mezi všemi biotopy kromě rozdílů mezi biotopy č. 3 – stráň a č. 6 – les s rákosinou a dále mezi biotopy č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.



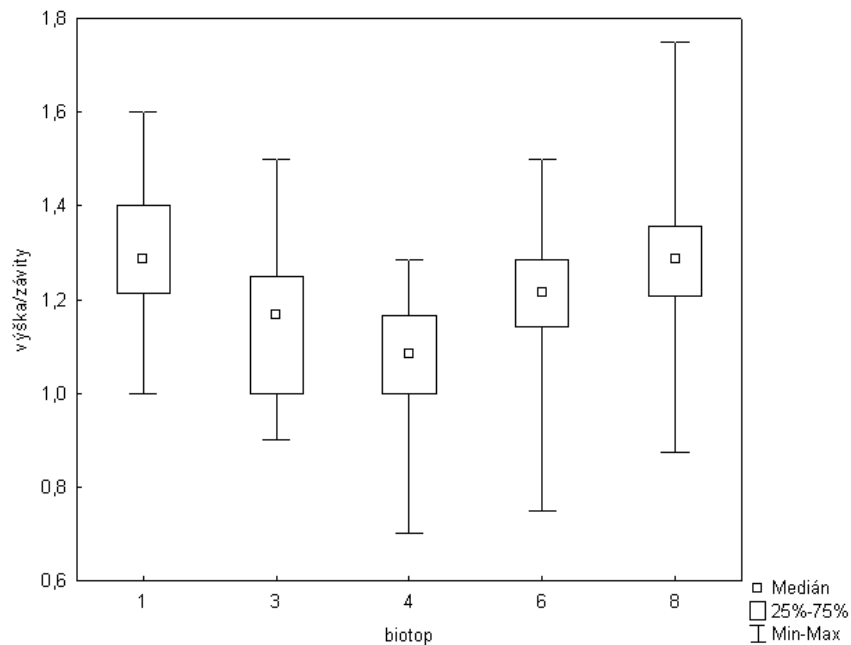
Obr. 48: Porovnání šířky schránek v jednotlivých biotopech v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 – stráň, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

U plžů již byly zaznamenány morfologické rozdíly v rámci jednotlivých druhů, kdy se poměry v parametrech liší mezi jedinci nalezenými v odlišných biotopech (GOULD 1984, LOŽEK 1988). V rámci populační struktury byla nalezena závislost výšky schránky a počtu závitů mezi naměřenými jedinci na odkališti (Spearman: 0,834497; $p < 0,01$). Rozdíly mezi biotopy (Obr. 49, Příloha 18) jsou statisticky průkazné (Kruskal–Wallisova ANOVA; $H = 16,63$; $df = 7$; $p < 0,05$), konkrétně pak mezi biotopem č. 8 – les s navázkou a č. 10 – porosty invazivních rostlin I.



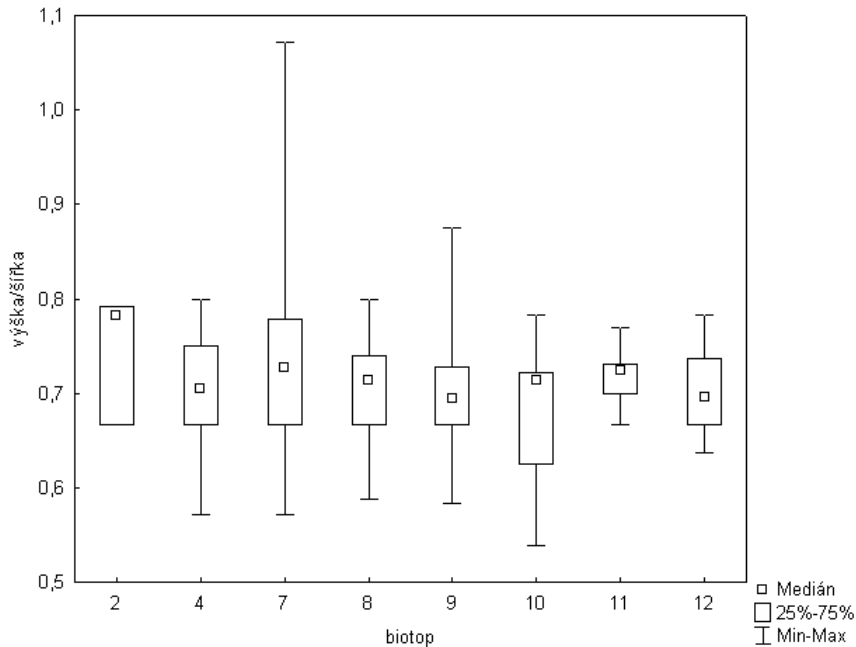
Obr. 49: Zobrazení počtu závitů v poměru s výškou schránky druhu *M. incarnatus* na odkališti. Biotop č. 2 – kamenišť, č. 4 – třtinová louka, č. 7 – les s chřasticí, č. 8 – les s navázkou, č. 9 – les bez navázky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

V případě okolí vychází závislost výšky ulity a počtu závitů (Obr. 50 a Příloha 19) statisticky průkazně (Spearman: 0,749148; $p < 0,01$). Rozdíly byly prokázány mezi biotopy: č. 1 – les podél cesty a č. 3 – stráž; č. 1 – les podél cesty a č. 6 – les s rákosinou; č. 3 – stráž a č. 8 – alej; č. 4 – louka a č. 6 – les s rákosinou a dále mezi biotopem č. 4 – louka a č. 8 – alej (Kruskal-Wallisova ANOVA; $H = 55,42$; $df = 4$; $p < 0,01$).



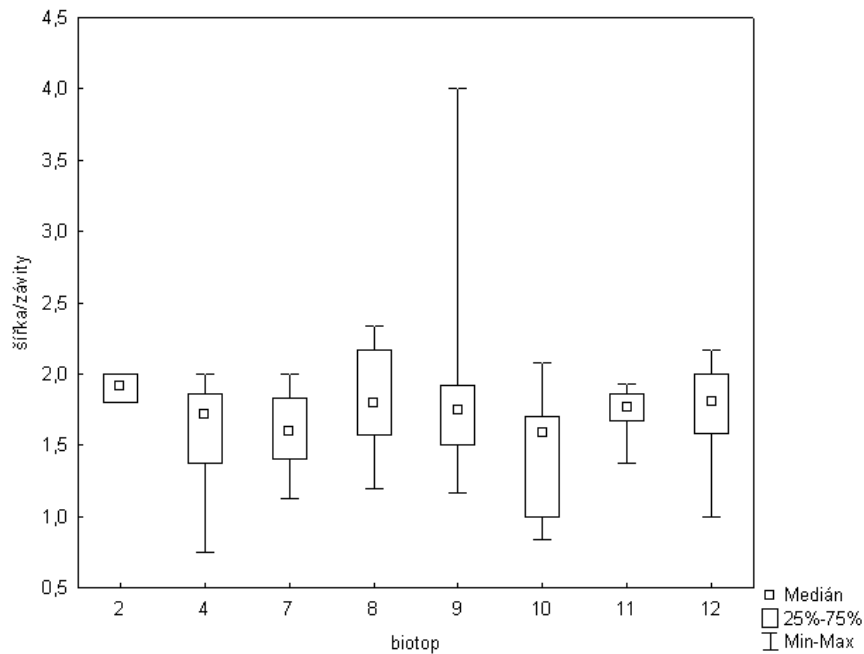
Obr. 50: Zobrazení počtu závitů v poměru s výškou schránky druhu *M. incarnatus* v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 - stráž, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

Dále nebyl statisticky prokázán rozdíl mezi výškou a šířkou ulity v případě jedinců nalezených na odkališti (Spearman: 0,949265; $p > 0,01$). Biotop č. 7 – les s chrasticí a č. 9 – les bez navážky vychází na hranici průkaznosti a tedy se od sebe jen nepatrně liší (Kruskal–Wallisova ANOVA; $H = 12,88$; $df = 7$; $p = 0,0751$; Obr 51 a Příloha 20).



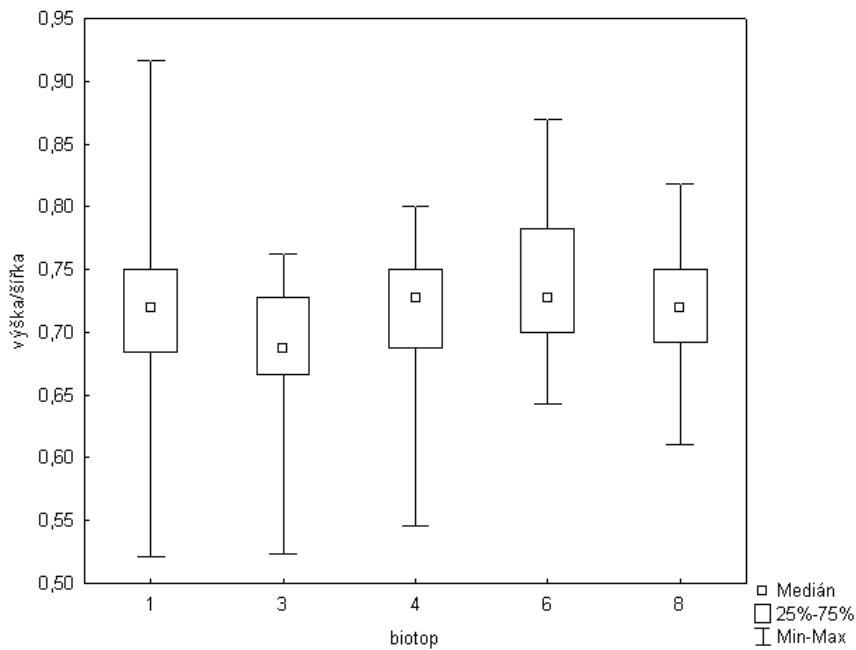
Obr. 51: Zobrazení výšky v poměru s šířkou schránky druhu *M. incarnatus* na odkališti. Biotop č. 2 – kameniště, č. 4 – třtinová louka, č. 7 – les s chrasticí, č. 8 – les s navážkou, č. 9 – les bez navážky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

Porovnání vzájemného vztahu výšky a šířky pro jedince z okolí odkaliště vychází statisticky průkazně (Spearman: 0,876321; $p < 0,01$). Liší se mezi sebou biotop č. 3 – stráň a č. 6 – les s rákosinou (Kruskal–Wallisova ANOVA; $H = 14,84$; $df = 4$; $p < 0,01$; Obr. 52 a Příloha 21).



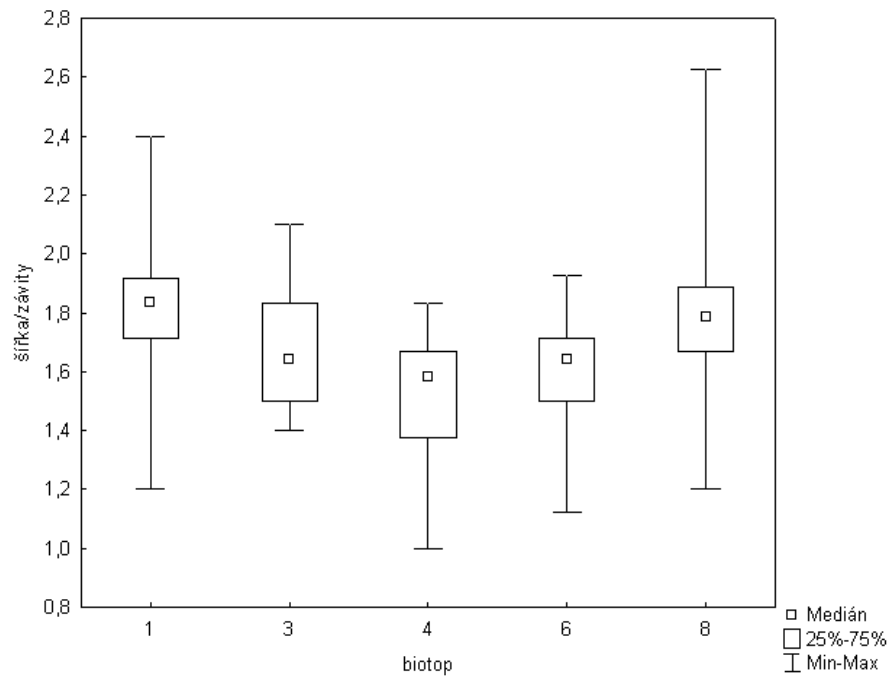
Obr. 52: Zobrazení výšky v poměru s šířkou schránky druhu *M. incarnatus* v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 – stráň, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

V případě odkaliště vychází závislost šířky ulity a počtu závitů statisticky průkazně (Spearman: 0,830642; $p < 0,01$). Rozdíly se nachází mezi biotopy č. 8 – les s navázkou a č. 10 – porosty invazivních rostlin I. (Kruskal-Wallisova ANOVA; $H = 18,46$; $df = 7$; $p < 0,01$; Obr. 53 a Příloha 22).



Obr. 53: Zobrazení počtu závitů v poměru s šířkou schránky druhu *M. incarnatus* na odkališti. Biotop č. 2 – kamenišť, č. 4 – třtinová louka, č. 7 – les s chřasticí, č. 8 – les s navázkou, č. 9 – les bez navázky, č. 10 – invazivní rostliny I., č. 11 – invazivní rostliny II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

V případě okolí vychází závislost šířky ulity a počtu závitů statisticky průkazně (Spearman: 0,686719; $p < 0,01$). Rozdíly byly prokázány mezi biotopy: č. 1 – les podél cesty a č. 3 – stráň a dále mezi biotopy č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej (Kruskal–Wallisova ANOVA; $H = 72,25$; $df = 4$; $p < 0,01$; Obr. 54 a Příloha 23).



Obr. 54: Zobrazení počtu závitů v poměru s šířkou schránky druhu *M. incarnatus* v okolí odkaliště. Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 3 - stráň, č. 4 – louka, č. 6 – les s rákosinou a č. 8 – alej.

2.8 Výsledky sledovaných parametrů při rozpadu schránek

Při pokusu byl sledován vliv půdy s různým stupněm pH na rozklad schránky druhu *M. incarnatus* v souvislosti s vlhkostí. Výsledky pokusu potvrdily, že v případě vztahu vlhkost a míra pH dochází k nejvíce změnám na schránkách právě při nízkém pH a současně vyšší vlhkosti. Výsledky souhlasí s poznatky MARTINA & SOMMERA (2004), že výskyt plžů ovlivňuje v první řadě vlhkost lokality a až po ní pH, jelikož při pokusu bylo zaznamenáno vždy více změn v mokré půdě a následně v nejkyselější půdě.

Při první kontrole, po třech měsících od počátku pokusu, nebyla žádná ulita rozpadlá, ani nejevila známky jakékoliv změny. Pouze v mokré půdě s nejvyšším pH (7,47) na schránkách vyrostlo mycelium (Obr. 55), stejně tak tomu bylo v případě suché půdy se středními hodnotami pH (6,33) a suché i mokré půdy s nejnižším pH (5,47).

Druhá kontrola proběhla po šesti měsících od začátku pokusu a stav byl stejný jako při první kontrole, pouze v suché půdě s nejnižším pH zmizel porost mycelia a naopak v mokré půdě středního pH se mycelium nově objevilo.

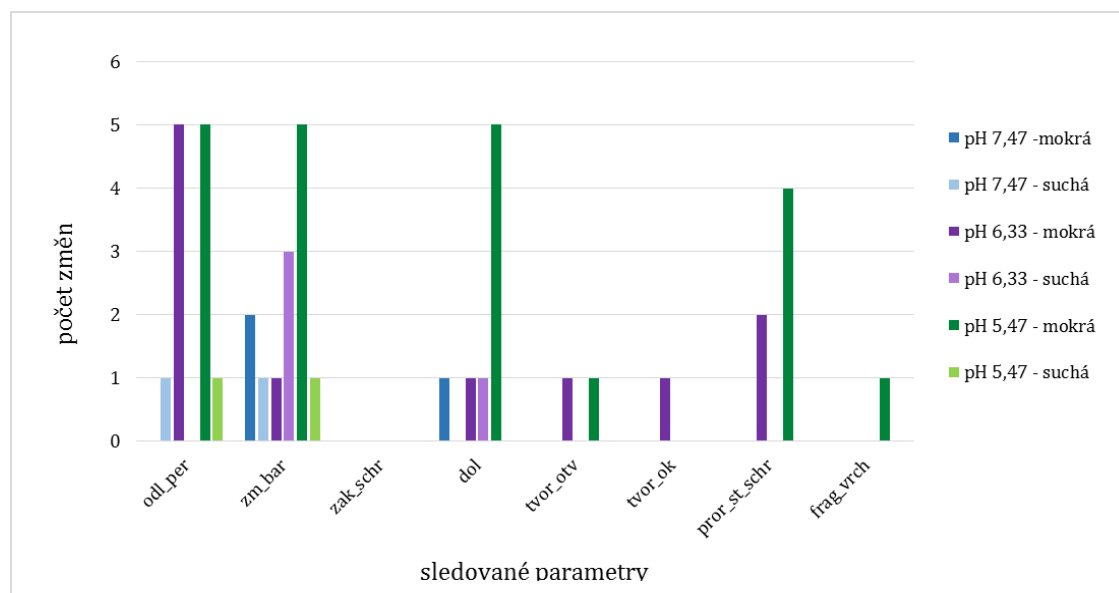
Po devíti měsících proběhla třetí kontrola, kdy opět překvapivě nebyly zaznamenány žádné výrazné změny. A na konci pokusu (po dvanácti měsících) bylo zjištěno, že veškeré mycelium zmizelo a byly zaznamenány změny celkem na 19 schránkách z 30 (Tabulka 5, Obr. 55 a 56 a Příloha 24).



Obr. 55: Porost myceliem, první kontrola po třech měsících, 17. 10. 2015.

Tabulka 5: Zaznamenané změny na schránkách po působení půdy s různým stupněm pH na konci pokusu (po jednom roce). (odl_per): odlupování periostraka, (zm_bar): změna barvy, (zak_schr): zakalení stěny schránky; rozpuštění vápenatých částí ulit - (dol): dolíky, (plos_roz_dol): plošně rozsáhlé dolíky, (tvor_otv): tvorba otvorů; (tvor_ok): tvorba okének, fragmentace - (pror_st_schr): proražení stěny schránky a (frag_vrch): fragmentace vrcholu.

		odl_per	zm_bar	zak_schr	dol	tvor_otv	tvor_ok	pror_st_schr	frag_vrch	počet schránek	počet změn
pH 7,47	mokrá	-	2	-	1	-	-	-	-	2	3
	suchá	1	1	-	-	-	-	-	-	1	2
										3	5
pH 6,33	mokrá	5	1	-	1	-	1	2	-	5	10
	suchá	-	3	-	1	-	-	-	-	3	4
										8	14
pH 5,47	mokrá	5	5	-	5	1	-	4	1	5	21
	suchá	1	1	-	-	-	-	-	-	2	2
										7	23



Obr. 56: Porovnání výskytu sledovaných parametrů v půdě s různým stupněm pH a zároveň vyjádření počtu změn v mokré nebo suché půdě.

Vysvětlivky zkratk sledovaných parametrů viz popis Tabulka 4.

Dále ŘÍHOVÁ (2009) sledovala porůstání schránek myceliem. Mycelium bylo ale zaznamenáno pouze v průběhu pokusu, během průběžných kontrol. Na závěr pokusu byly veškeré ulity bez mycelia. Kromě uvedených parametrů se dají sledovat i další jevy, které se ale vyskytují pouze v menší míře případů, jako například ztráta lesku nebo tmavá slimáčkovitá stopa (drobná povrchová stopa, připomínající stopu po plazení slimáčka, která je tvořená jemnými částicemi hrabanky, přichycenými na povrch periostraka a nezasahuje vnitřní vrstvy schránky).

Dle výsledků měly počty změn stoupat směrem od nejvyššího pH (7,47) po nejnižší (pH 5,47). Nejvíce změn tedy proběhlo v nejkyselější v půdě s nejnižší

hodnotou pH (5,47) a nejméně změn v půdě neutrální (7,47), spíše již zásaditější (Obr. 56, Tabulka 5). Tyto výsledky mohou vysvětlit, proč se v některých biotopech vyskytuje tak malé množství jedinců a zároveň i druhů. Jedná se o biotopy odkaliště, např. č. 1 – rákosina. Tento biotop byl hlavním místem dřívějšího ukládání kalů a podle měření pH půdy (KOSOVÁ 2014) byl jednou z lokalit, kde bylo naměřeno jedno z nejnižších pH na odkališti. Dále jsou to biotopy odkaliště č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 5 – obnažené substráty nebo č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací.

Vliv na pomalý rozpad (případně fragmentaci) celé schránky mohl mít i kulovitý tvar ulity, jelikož podle MENEZE (2002) je v případě kulovitého tvaru ulity pomalejší rychlost rozpadu, pravděpodobně díky nižšímu relativnímu povrchu a menšímu ústí. Vysoké hodnoty pH napomáhají uchování prázdných schránek (SCHULTHUIZEN *et al.* 2003), což může být jeden z důvodů, proč nedošlo k úplnému rozpadu schránek a co nejmenšímu počtu změn v případě suché i mokré půdy nejvyššího pH, i přesto, že se některé ze sledovaných změn projevíly.

3 Diskuze

3.1 Biologie a ekologie druhů vyskytujících se na odkališti a v okolí odkaliště

Tato kapitola obsahuje převážně ekologické charakteristiky všech nalezených druhů na odkališti i v jeho okolí dle HORSÁKA *et al.* (2013). Česká jména plžů jsou převzata od HORSÁKA *et al.* (2010). Dále bylo v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky z kapitoly Bezobratlí (FARKAČ *et al.* 2005) zkontrolováno, zda se na odkališti vyskytují nebo nevyskytují druhy ohrožené nebo jinak chráněné.

***Aegopinella* sp. (Lindholm, 1927) – síťovka sp.**

Z důvodu nemožnosti určit jedince do druhu nelze napsat ekologickou charakteristiku a výskyt konkrétního jedince. HORSÁK *et al.* (2013) uvádějí, že determinace druhů je značně obtížná a u většiny druhů je bezpečné rozlišení možné pouze podle anatomických znaků.

***Alinda biplicata* (Montagu, 1803) – vřetenatka obecná**

Velikost druhu dosahuje zhruba 18 mm. Vyskytuje se na rozličných lesních a křovinných stanovištích, zvláště v nižších a středních polohách. Běžně obývá i člověkem pozměněná nebo vytvořená stanoviště. Je hojná na celém území a vzácná je jen v jihozápadních Čechách. Slabší populace vyhýbající se člověkem ovlivněným stanovištěm najdeme ve východních Čechách. Vytváří několik zajímavých ekologických forem, které se liší hlavně velikostí a rýhováním povrchu (HORSÁK *et al.* 2013). PFLEGER (1988) uvádí, že obývá lesy, kde žije při pramenech, v sutích i na skalách, v údolích, na svazích i vrcholech. Vyskytuje se i v lužních porostech nížin.

***Cepaea hortensis* (O. F. Müller, 1774) – páskovka keřová**

Dostí barevně variabilní plž dorůstající velikosti 21 mm. Páskovka keřová může být celá žlutá až růžová, nebo bývají na světlém podkladu více či méně zřetelné tmavé pruhy (nejvýše pět), které mohou i splývat. Jedná se o hojný druh lesů, parků, zahrad a dalších druhotných stanovišť, kde žije na vlhčích místech. Vyskytuje se v Čechách i na Moravě. Páskovku keřovou od ostatních páskovek poznáme bezpečně dle bílého obústí.

***Cochlicopa lubrica* (O. F. Müller, 1774) – oblovka lesklá**

Oblovka lesklá je druhem s širokou ekologickou valencí, což znamená, že je schopna obývat nejrůznější typy stanovišť. Velmi časná je i v synantropních biotopech (trávníky, křoviny ve městech, zahrady apod.). Typická je pro vlhčí

stanoviště. Vyhýbá se suchým místům. V České republice je velmi hojná na celém území.

***Fruticicola fruticum* (O. F. Müller, 1774) – keřovka plavá**

Plž veliký 20 mm, barvy světle žluté nebo narůžovělé. Keřovka plavá žije jak ve světlých suchých hájích a křovištích, tak v lužních lesích a nivách řek v nižších a středních polohách. V České republice se vyskytuje na celém území, místy hojně, jindy ojediněle. Od světlých forem páskovek ji lze bezpečně odlišit podle široce rozevřené píštěle.

***Helix pomatia* (Linnaeus, 1758) – hlemýžď zahradní**

Ulita hlemýždě dosahuje velikosti 40 mm. U nás se jedná o největšího ulitnatého plže. Vyskytuje se ve světlých hájích, křovinách a hlavně v kulturních stanovištích v nížinách a středních nadmořských výškách prakticky na celém území ČR. Ve vyšších polohách hlemýždě zahradního nalezneme vzácněji. Dožívá se až 20 let. Zimu přečkává zahrabaný v půdě, chráněný zvápenatělým víčkem.

***Monachoides incarnatus* (O. F. Müller, 1774) – vlahovka narudlá**

Velikost ulity vlahovky narudlé dorůstá 14 mm. Původně se jedná o lesní druh, dnes však hojně obývá celou škálu druhotných stanovišť včetně ruderalů. Vlahovka narudlá je hojná na celém území České republiky.

***Perpolita hammonis* (Ström, 1765) – blyštivka rýhovaná**

Druh, jehož ulita dosahuje velikosti 4,3 mm. Blyštivka rýhovaná disponuje širokou ekologickou valencí. Obývá přirozené lesy i smrkové monokultury, dále břehy vod i mokřiny, polootevřená i otevřená stanoviště, někdy dokonce i sušší louky. Preferuje živinami bohatší a kyselější stanoviště. Často bývá pionýrským druhem mladších sukcesních stádií nově zarůstajících lokalit. Jedná se o zcela běžný druh na celém území České republiky, méně hojná je jen v nížinách.

***Punctum pygmaeum* (Draparnaud, 1801) – boděnka malinká**

Boděnka malinká je druh s velmi drobnou ulitou dorůstající velikosti 1,6 mm. Hojný a nenáročný plž, který je schopen obývat nejrůznější stanoviště, od vápnatých až po relativně kyselé, od mokřadních až po vysloveně xerothermní, od lesních až po otevřená. Často bývá pionýrským druhem na stanovištích v počátečních stádiích sukcese. Zdržuje se v hrabance, nejčastěji na povrchu listového opadu. Na celém území České republiky je velmi hojným plžem a při ručním sběru často unikne pozornosti.

***Trochulus hispidus* (Linnaeus, 1758) – srstnatka chlupatá**

Srstnatka chlupatá má příznačné druhové české jméno, jelikož její ulita bývá většinou v mládí chlupatá (výjimečně holá celý život). Velikost má proměnlivou. Druh s mozaikovitým výskytem v České republice. Většinou obývá synantropní stanoviště nebo je přítomna v nivách řek. V některých oblastech je tento plž vzácný nebo zcela chybí (např. ve východních Čechách).

***Succinea putris* (Linnaeus, 1758) – jantarka obecná**

Jantarka obecná dorůstá velikosti až 22 mm. Obývá nejrůznější vlhké břehové porosty od nížin až do vyšších poloh. S oblibou vylézá na vegetaci. V České republice je na těchto typech stanovišť velmi hojným druhem. Zajímavostí tohoto druhu je, že se jantarka obecná stává mezipřevodcem motolic rodu *Leucochloridium*.

***Urticicola umbrosus* (C. Pfeiffer, 1828) – žihlobytka stinná**

Ulita dorůstá 12 mm. Žihlobytka stinná se vyskytuje ve vlhkých údolních lesích, říčních nivách, často vylézá na vysoké byliny, zejména na kopřivy. Na příhodných místech je lokálně hojná, ale v některých oblastech chybí. Snadnou determinaci od rodu *Monachoides* umožňuje široce rozevřená pištěl, plochá ulita a výrazný pysk.

***Vallonia costata* (O. F. Müller, 1774) – údolníček žebernatý**

Údolníček žebernatý má ulitu s výraznými mázdřítými žebríky a dorůstá šířky 2,7 mm. U starších jedinců mohou být žebríky sedřené. Jedná se spíše o suchomilný druh otevřených typů stanovišť, ale snese i zastínění. Díky této schopnosti obývá jako jediný z našich údolníčků i řídké slunné lesy. V celé České republice je hojný.

***Vallonia excentrica* (Sterki, 1893) – údolníček šikmý**

Ulita je menší než v případě druhu *Vallonia costata*, šířka ulity dorůstá do 2,3 mm. Vyskytuje se na otevřených trávnících vlhčích a kyselejších lokalit na celém území České republiky a to většinou ve středních polohách (HORSÁK *et al.* 2013). Nejčastěji se vyskytuje ve společnosti druhu *Vallonia pulchella* na suchých stanovištích. Může pronikat i na středně vlhká stanoviště, zde však není doprovázen shora uvedeným druhem. Na základě současných znalostí lze tento druh řadit mezi obyvatele otevřených suchých až středně vlhkých biotopů. Lesním oblastem se vyhýbá (HLAVÁČ 2011).

***Vallonia pulchella* (O. F. Müller, 1774) – údolníček drobný**

Druh s hladkou ulitou, dorůstající velikosti 2,5 mm. Nejhojnější druh z rodu *Vallonia* v České republice. Vyskytuje se na otevřených slunných stanovištích. Obývá skalní stepi, otevřené mokřady, hojně bývá i na náhradních stanovištích

(městské trávníky apod.). Nachází se na celém území České republiky. Často se vyskytuje společně s druhem *Vallonia costata*.

***Vertigo pygmaea* (Draparnaud, 1801) – vrkoč malinký**

Druh s velikostí ulity 2,2 mm. Vrkoč malinký obývá otevřená stanoviště a vyskytuje se od suchých stepních trávníků až po podmáčené bazické mokřady. Pionýrský druh, který rychle kolonizuje na nově otevřená stanoviště, proto je častý i na uměle přetvořených plochách (trávníky ve městech apod.).

***Vitrina pellucida* (O. F. Müller, 1774) – skleněnka průsvitná**

Skleněnka průsvitná dosahuje velikosti 6 mm. Velmi hojný a nenáročný plž, obývajícím celou řadu ekologicky rozdílných stanovišť. Nevyhýbá se ani narušeným a vysloveně synantropním biotopům a je velmi hojná v celé naší republice.

***Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) – bahenka pruhovaná**

Bahenka pruhovaná v dospělosti dorůstá výšky 32 mm. Vyskytuje se v příbřežní zóně nížinných řek v místech bohatých na živiny. V současnosti se jedná o vzácný druh vyskytující se místy na Vltavě, Berounce, Ohři, Sázavě, Lužnici a Nežárce (dříve především Labe). Je pro ni charakteristický nerovnoměrný a časově nestabilní výskyt (HORSÁK *et al.* 2013). Osidluje větší řeky, regulační nádrže či odstavená ramena řek propojená s hlavním tokem. Obvykle je na kamenech, bahně a méně na vegetaci BERAN (1998). Jelikož se na Chvaletickém odkališti žádná nádrž nevyskytuje, je možnost přirozeného výskytu bahenky mizivá. S největší pravděpodobností sem byla zavlečena s navážkou nebo skládkou neúmyslně. Nelze ale ani vyloučit možnost, že se na odkaliště dostala od řeky Labe, která je od místa nálezu bahenky vzdálena přibližně 1 km. *V. viviparus* je na seznamu ohrožených druhů uveden ve skupině téměř ohrožených druhů (FARKAČ *et al.* 2005).

***Zonitoides nitidus* (O. F. Müller, 1774) – zemounek lesklý**

Lesklá a tmavá ulita dorůstá velikosti 6 mm. Zemounek lesklý se váže na silně vlhká mokřadní stanoviště – na vlhké břehy vod a lesní i luční mokřady. Na těchto zmíněných lokalitách je pak hojný v celé České republice.

3.2 Zaznamenané druhy měkkýšů v biotopech na odkališti a v okolí

Při obou metodách sběru docházelo ve většině případů k nálezům prázdných schránek plžů, avšak v okolí odkaliště bylo nalezeno větší procento živých jedinců než na odkališti. V biotopech, ve kterých byly zhotoveny prosevy, byla větší pravděpodobnost nálezů juvenilních jedinců oproti ručním sběrům, při kterých je naopak větší pravděpodobnost nálezů velkých dospělých jedinců. Při vyhodnocování bylo také zjištěno, že čím je menší objem hrabanky, tím je v biotopu méně dospělců.

Odkaliště: V biotopu **č. 1 – rákosina** jsem předpokládala hojné zastoupení plžů, jelikož je zde relativně vysoká vlhkost a vyšší objem hrabanky tvořený odumřelým rákosem. Po průzkumu rákosiny se ukázalo, že tento předpoklad byl mylný. V důsledku tamní dřívější lokalizace sedimentační nádrže se dá považovat za nejtoxičtější místo v rámci rudního odkaliště. Nejspíše z toho důvodu, a také díky občasnému nadměrnému vysychání, které se střídá se zaplavením, se zde plži vyskytují v tak malém množství.

Biotop **č. 2 – kameniště** není pro výskyt plžů nijak zvlášť příznivým místem. Mezi kameny a pod velkým množstvím odpadu byla v hojných počtech nalezena *A. biplicata*.

Další za zmínku stojí biotop **č. 3 – kamenný val**. Jedná se o biotop, který společně s biotopem **č. 6 – obnažené substráty**, je z hlediska výskytu měkkýšů a jejich podmínek pro život jedním z nejhorších. Nepřízeň je zapříčiněna čistou navázkou velkých kamenů a jemného štěrku, které obsahují pyrit a další prvky jako například zinek (KOVÁŘ, osobní sdělení). V prosevech nebyla žádná schránka zřejmě proto, že několik málo stromů, které na valu rostou, neposkytují plžům dostatečné množství hrabanky, ve které by našli úkryt. Substrát je velice suchý s nízkým procentuálním zastoupením bylinného patra. Výskyt všech druhů je v tomto biotopu zřejmě nahodilý a ojedinělý.

Důležitým biotopem je biotop **č. 4 – třtinová louka**. Nachází se na okraji odkaliště a je tvořen navázkou. I přesto, že nesplňuje charakter čistě rudního odkaliště bez proběhlé rekultivace, byl zařazen do zkoumaného území, jelikož je to svah vedoucí přímo dolů na odkaliště a je stále jeho neoddelitelnou částí. Jistým způsobem může fungovat jako plocha pro porovnání výsledků z rekultivovaných a nerektivovaných částí zájmového území. Třtinová louka je co do zastoupení druhů výrazně bohatší než celé odkaliště (například o druhy *V. pulchella* a *V. excentrica* nebo *V. pygmaea*). Navážka mění druhové složení vegetace, udává jiné podloží a tím pádem i jiné životní prostředí pro měkkýše. Třtinová louka je tak z celého zkoumaného území druhově nejbohatší lokalitou. Druhy zde nacházejí dobré podmínky pro svou existenci, protože je tu velké množství mečů a bylinná vegetace zcela pokrývá celý biotop. Mechorosty zadržují vlhkost i při vysokých letních teplotách a tak se suchozemským plžům na této lokalitě daří.

Typickým biotopem pro odkaliště je **č. 5 – obnažené substráty**, který je už od prvního pohledu místem, které nepřispívá k výskytu suchozemských plžů z důvodu snadné a rychlé vysychavosti povrchu, snadnému promrzání půdy, absence vegetace, tvorby krust a vzlínání solí k povrchu země. Výskyt několika málo schránek v tomto biotopu bude ale zřejmě pouze náhodný. Mohli být zavléčeni predátory (např. ptáky).

Ani v biotopu **č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací** se nedal předpokládat výskyt plžů nijak hojný, jelikož substrát je zde stejný jako v biotopu **č. 5 – obnažené substráty**.

Biotop **č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí** je ze všech typů lesního porostu na odkališti druhově nejbohatší. Nejspíše právě díky vyšší vlhkosti prostředí než je tomu v ostatních částech odkaliště, je v tomto biotopu vyšší druhová diverzita. Jednoznačně na výskyt měkkýšů přispívá i velké množství rostlinného opadu. Dalším lesním biotopem je **č. 8 – březovo-akátový les s navážkou**. Zajímavostí tohoto biotopu je, že se při jeho hranici s biotopem **č. 4 - třtinová louka** vyskytuje křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*) v jejímž opadu se hojně vyskytovala *C. hortensis*. Stejný druh byl v hojném počtu nalezen i pod hlohem (*Crataegus* sp.), kde bylo zastíněno a vlhko.

Biotop **č. 9 – březovo-topolo-akátový les bez navážky** je co do druhového složení dosti podobný předchozímu biotopu jen je bohatší o dva druhy (*C. lubrica* a *T. hispida*). V tomto biotopu se nejlépe dala vyzorovat odlišnost v preferencích listového opadu z různých druhů stromů. Jednoznačně vyplynulo, že pod topolem (*Populus* sp.) je fauna suchozemských plžů hojnější než pod břízou (*Betula* sp.) a trnovníkem akátem (*Robinia pseudoacacia*).

Velice zajímavý je biotop **č. 10 – porosty invazivních rostlin I**. Jedná se o jeden z nejmenších biotopů odkaliště, ve kterém se vyskytuje v extrémním počtu druh *A. biplicata*. ŠEFČÍKOVÁ (2011) uvádí, že i když se na invadovaných stanovištích vyskytuje menší počet druhů měkkýšů, mnohdy je to ve velkých abundancích. Ačkoliv v tomto relativně malém biotopu není nízký počet druhů měkkýšů, lze souhlasit s tvrzením ŠEFČÍKOVÉ (2011), neboť bylo nalezeno velké množství jedinců druhu *A. biplicata* (a to 166 z celkových 352 jedinců všech druhů).

Dalším biotopem s invazivními rostlinami je **č. 11 – porosty invazivních rostlin II**. Tvoří jej hustý křovinatý porost netvařce křovitého (*Amorpha fruticosa*). Plži v tomto biotopu nachází relativně nízké osvětlení, vyšší vlhkost oproti jiným biotopům a dostatečné množství hrabanky. V biotopech s invazivními rostlinami (č. 10 a 11) se vyskytuje křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), která by podle GERBER *et al.* (2008) měla mít za následek nižší výskyt herbivorů, včetně měkkýšů, na stanovištích kde se vyskytuje. Toto tvrzení ale početnost druhů těchto biotopů nepotvrzuje.

Posledním biotopem odkaliště je **č. 12 – svah - okraj odkaliště**, který je zalesněn. Tento les je druhým druhově nejbohatším lesním biotopem odkaliště. Nejtypičtějším jevem tohoto biotopu je výskyt *U. umbrosus*. Tento druh byl nalezen ve velkém počtu jedinců, kteří byli téměř všichni živí a nacházeli se na kopřivě

dvoudomé (*Urtica dioica*). ŠEFČÍKOVÁ (2011) uvádí, že lokality, kde převažuje *U. dioica* se od původních liší například sníženým pH půdy a nedostatkem draslíku.

Okolí odkaliště: Prvním biotopem je biotop **č. 1 – les podél cesty**. Zde byl nalezen největší počet jedinců (707) v celém okolí odkaliště, hlavně díky druhu *C. hortensis* (nalezeno 355 jedinců). Jedná se o rozsáhlý biotop lemující přístup k odkališti. Opět byl zjištěn výskyt druhu *C. hortensis* v obrovských počtech pod hustými porosty hlohu (*Crataegus* sp.).

Určitě důležitým biotopem je biotop **č. 2 – zrekultivovaná louka**, která tvoří náhorní plató nad odkalištěm. Jedná se o druhově nejbohatší biotop v okolí odkaliště.

Biotop **č. 3 – stráž** je druhým druhově nejbohatším biotopem v okolí odkaliště a zároveň se jedná o druhý nejpočetnější biotop co do počtu nalezených jedinců (487). Hodně osluněný biotop se stromy, jejichž větvoví neposkytuje velké množství rostlinného opadu ani zástin, a i přesto se v tomto biotopu nacházelo velké množství jedinců. Téměř všichni nalezení jedinci byli mrtví. Spolu s biotopem **č. 2 – zrekultivovaná louka** je stráž jedinou z lokalit v okolí, kde se vyskytovaly všechny tři druhy údolníčků (*V. costata*, *excentrica* a *pulchella*).

Dalším a jedním z nejmenších biotopů vyčleněných v rámci okolí odkaliště je biotop **č. 4 – louka**. Jedná se o vlhký biotop s vysokobylinnou vegetací ve kterém se vyskytuje nadpoloviční většina nalezených druhů z celého okolí.

Biotop **č. 5 – pole I.** je orné pole, ve kterém nebyly nalezeny žádné druhy plžů a ani nebylo možné vyhotovit prosevy. Jedná se o nehostinný biotop pro výskyt suchozemských plžů.

Hodně vlhký biotop, **č. 6 – les s rákosinou**, je jeden z nejmenších vyčleněných lesíků v okolí odkaliště. Mezi rákosem (*Phragmites* sp.) prorůstá opletník plotní (*Calystegia sepium*). Tento hustý porost téměř dokonale zastiňuje povrch země. Zajímavým objevem byl druh *S. putris*, který nikde jinde nalezen nebyl.

Biotop **č. 7 – pole II.** je úplně srovnatelný s biotopem **č. 5 – pole I.** Opět zde nedošlo k nálezům jakéhokoliv druhu měkkýše a stává se tedy nehostinným biotopem pro výskyt plžů.

Posledním biotopem okolí odkaliště je **č. 8 – alej**. Dubová alej se táhne podél řeky Labe a lemuje biotop **č. 7 – pole II.** V listovém opadu bylo nalezeno několik druhů měkkýšů.

3.3 Populační struktura a přežívání druhu *M. incarnatus*

V první řadě byla zjištěna distribuce druhu *M. incarnatus* v jednotlivých biotopech na odkališti a vyšlo, že nejvíce jedinců se vyskytuje v biotopu č. 4 – třtinová louka, tedy na rekultivované ploše. Nejbohatším biotopem odkaliště, čistě rudního charakteru, co do počtu jedinců, byl zajímavý a malý biotop č. 10 – porosty invazivních rostlin I. Nejpočetnějšími biotopy jsou bezleší, ačkoliv *M. incarnatus* je původně lesní druh, který převážně vyhledává hlavně lesní biotopy. Dalo by se tedy tvrdit, že výskyt daného druhu mimo lesní biotopy podporuje tvrzení HORSÁK *et al.* (2013), že *M. incarnatus* dnes obývá celou škálu druhotných stanovišť (včetně ruderalů) a výrok WELTER-SCHULTES (2012), že obývá lokality i mimo lesy.

Byla zkoumána míra vyvinutosti obústí u druhu *M. incarnatus* a poměr jednotlivých kategorií v rámci biotopů odkaliště a okolí. Jednoznačně vyšlo, že na odkališti jedinci umírají v nižším věku, než jedinci v okolí. Dá se předpokládat nižší plodnost jedinců na odkališti. Juvenilní jedinci daného druhu přežívají v okolí lépe než ti na odkališti a z toho tedy vyplývá, že v okolí se vyskytuje více starších jedinců než na odkališti. Hodnocení přežívání jedinců na odkališti v porovnání s okolím nebylo provedeno jen pomocí míry vyvinutého obústí, ale i podle počtu závitů. Výsledky hodnocení přežívání pomocí počtu závitů potvrzují hodnocení přežívání dle míry vyvinutého obústí. Z výsledků vychází, že se jedinci na odkališti dožívají nižšího věku než jedinci v okolí a u jedinců na odkališti je vyšší úmrtnost v ranějším věkovém stádiu. Z obou hodnocení jasně vychází, že jedinci na odkališti mají v každém věku vyšší úmrtnost než jedinci mimo odkaliště.

Z výsledků porovnání všech parametrů v rámci populační struktury druhu *M. incarnatus* jednoznačně vyplývá, že se v okolí odkaliště žije plžům lépe než na odkališti. Například z porovnání počtu závitů u jedinců nalezených na odkališti a v okolí vyšlo, že se na odkališti vyskytuje větší počet jedinců s více závitů než v okolí odkaliště. Z tohoto výsledku je tedy možné tvrdit, že minimálně pro modelový organismus má okolí odkaliště lepší podmínky pro výskyt a tudíž se u něj vyskytují větší počty závitů. Zároveň vyplývá, že je na odkališti dřívější úmrtnost jedinců než v okolí odkaliště. Z porovnání výšky schránek i šířky se taktéž dá tvrdit, že v okolí se jedincům daří lépe, jelikož se v okolí vyskytuje více jedinců s větší výškou i šířkou než v okolí.

3.3.1 Vliv průkazných environmentálních proměnných do biotopových preferencí jednotlivých druhů měkkýšů

Bylo zjištěno, které parametry prostředí ovlivňují distribuci měkkýšů na odkališti, a vyšlo, že čím je bohatší keřové patro, tím je větší počet druhů plžů na lokalitě. A dále že čím je větší kontinentalita, která může představovat toxicitu substrátu, tím je menší počet druhů plžů na lokalitě. Vysoká pokryvnost keřového patra, která vychází statisticky průkazně a pozitivně koreluje s druhovou bohatostí měkkýšů, může souviset s toxicitou substrátu, jelikož by to naznačovalo, že keře vyrostly na méně toxických místech a zároveň, že mají plži rostlinný opad, který je izoluje od toxického substrátu a poskytuje jim lepší podmínky pro existenci. Stejně tak samy rostliny těchto lokalit mohou poskytovat lepší podmínky pro výskyt plžů. Keřové patro taktéž může do jisté míry souviset s kontinentalitou, neboť takové keřové patro udržuje mikroklima lépe, než les bez podrostu a stejně tak lépe, než samotné bylinné patro. Statisticky neprůkazně vyšla závislost počtu druhů měkkýšů na vlhkosti prostředí. Zřejmě to bude tím, že nejvlhčí místo je zároveň hodně toxické, a taky se na takové lokalitě nejspíš rychleji rozkládají ulity. Dalším statisticky neprůkazným parametrem ovlivňujícím početnost druhů měkkýšů je pokryvnost stromového a bylinného patra.

3.4 Pokus na rozpad ulit

Závěrem z výsledků pokusu je možno říci, že zachovalost schránek plžů na odkališti je dána za prvé tím, jak dlouho žijí a za druhé, jak rychle se jim schránky rozpadají. Lze také usoudit, že rozpad schránek hraje roli v nalezených počtech jedinců při terénním výzkumu, ale nelze říci, jak veliký vliv to je. Dalším výsledkem jsou podhodnocené sběry (zejména hrabanky) na kyselých a vlhkých místech, ale taktéž nelze říci o kolik.

3.5 Plži na antropogenních lokalitách

Publikovaných prací, které by se zabývaly faunou suchozemských plžů postindustriálních stanovišť v České republice, je dnes velice málo (PECH & JUŘIČKOVÁ 2011). Existuje ale několik prací zabývajících se vodními měkkýši antropogenních lokalit (například BARTOŠOVÁ 2014; BERAN 2013 nebo HESOUN & DOLNÝ 2011). Těmi jsem se ale ve své práci nezabývala, neboť na rudním odkališti ve Chvaleticích dominantně převažují suchozemské druhy měkkýšů.

Na opuštěném struskopopílkovém odkališti v Českých Budějovicích byl proveden výzkum měkkýšů v roce 2009 (PECH & FRIC 2013). Jde o první studii, která se zabývá sukcesí suchozemských živočichů na struskopopílkovém odkališti. Odkaliště mělo dvě části – rekultivovanou a nerekulitovanou. Na nerekulitované ploše našli 16 druhů (ze 139 schránek). Šest druhů se nacházelo ve středu odkaliště (*Monacha cartusiana* (Müller, 1774), *Perpolita hammoni*), *Punctum pygmaeum*, *Succinea putris*, *Trochulus hispidus* a *Zonitoides nitidus*). Více, a to 21 druhů, bylo nalezeno na rekultivovaném odkališti a to současně i při větším počtu nalezených schránek (855). V Českých Budějovicích našli 16 druhů, pouze ze 139 ulit.

O měkkýších v kamenolomech, které jsou dalším typem postindustriálních stanovišť, píše PECH & JUŘIČKOVÁ (2011). Uvádějí, že stěny vápencových lomů jsou biotopem vzácných plžů, např. ohroženého druhu *Chondrina avenacea* (Bruguière, 1792) a zranitelného druhu *Chondrina clienta* (Westerlund, 1883).

BARTOŠOVÁ (2014) při svém studiu vodních bezobratlých živočichů na výsypkách Sokolovské uhelné pánve našla jeden druh suchozemského plže, druh *Vallonia pulchella*.

Dle TROPKA *et al.* (2015) se na rudním odkališti měděného dolu Bohumír nevyskytuje žádný suchozemský plž.

V roce 2007 a 2008 byl na místě zrušené státní přírodní rezervace Loucké rybníky (Slezsko), které byly silně ovlivněny těžební činností na Karvinsku, proveden malakologický průzkum (KAŠOVSKÁ & KUPKA 2011). Nalezli 17 druhů vodních měkkýšů a 21 druhů suchozemských plžů. Byl objeven zranitelný suchozemský

druh *Euconulus praticola* (Reinhardt, 1883). Nalezeny byly i téměř ohrožené druhy jako *Oxyloma elegans* (Risso, 1826) a *Deroceras praecox* (Wiktor, 1966).

MIKÁT *et al.* (2004) našel na bývalém vojenském cvičišti Na Plachtě (Hradec Králové) 40 druhů měkkýšů.

MÁCHA (1971) píše o suchozemských plžích, kteří byli nalezeni na ostravských haldách, uhelných i hutnických. Na uhelné haldě dolu Petr Bezruč ve Slezské Ostravě v roce 1952 byly zjištěny především druhy s širokou ekologickou valencí, jako *Cochlicopa lubrica*, *Vallonia pulchella*, *Discus rotundatus* (Müller, 1774) nebo *Oxychilus draparnaudi* (Beck, 1837). Na smíšené uhelno-hutnické haldě v Ostravě-Hrabůvce (jedná se o struskovou haldu, na kterou byl sypán různý odpadový materiál z železáren, upotřebená rašelina z vítkovické nemocnice a hlušina z dolu) byly také nalezeny druhy *C. lubrica* a *Zonitoides nitidus*. A o pár let později byly nalezeny, kromě dvou naposledy zmíněných druhů, i druhy *Deroceras laeve* (Müller, 1774), *Vallonia costata*, *Vittrina pellucida* a *Laciniaria plicata* (Draparnaud, 1801).

LOSOSOVÁ *et al.* (2011) se zabývala druhovou pestrostí měkkýšů (a rostlin) ve středoevropských městských biotopech a zjistila, že počet druhů plžů (celkem 87 druhů) byl nejnižší na náměstích a na raně sukcesních plochách. Dále se postupně druhová početnost zvyšovala přes bulváry, obytné oblasti a parky, až nabyla nejvyšších hodnot na středně sukcesních místech.

3.6 Faktory ovlivňující výskyt měkkýšů

Měkkýši projevují silnou vazbu zejména na substrát, složení i strukturu vegetace, nadmořskou výšku a vlastnosti opadanky (např. BARKER & MAYHILL 1999, LOŽEK 1982 a 1999). Pro distribuci společenstev měkkýšů je obecně velmi významná celková architektura půdního povrchu (NEKOLA 2003), vlastnosti půd, vlhkost, pH, obsah vápníku a vegetační pokryv. WALDÉN (1981) uvádí, že geografická poloha (s ní související pedochemické faktory), vegetační pokryv a klima mají nezanedbatelný vliv na diverzitu měkkýších společenstev.

Měkkýše ovlivňují různé pedochemické faktory. Dle LOŽKA (2005) jsou pro suchozemské plže daleko příznivější členité reliéfy s čerstvými výchozy geologického podkladu než ploché nebo jen mírně zvlněné okrsky pokryté hlubšími zvětralinami.

Velice důležitou roli hraje hrabanka. Funkcí rostlinného opadu je hned několik. Zadržuje vlhkost, zapřičiňuje kontakt se substrátem, poskytuje potravu a je úkrytem před predátory. KAPPES *et al.* (2006) popisují jimi prokázanou pozitivní korelaci mezi nadbytkem a bohatostí druhů měkkýšů a množstvím hrabanky. Zmiňují, že čím více je rostlinného opadu (hrabanky), tím více je jedinců a druhů, a dále, že čím je větší množství hrabanky, tím obsahuje více organického uhlíku, dusíku, vápníku a draslíku. SONN (1960) zmiňuje závislost druhového složení vegetace na uvolňování chemických látek z tlejících rostlinných zbytků, které vždy do jisté míry ovlivňují pH půdy.

Charakteristická je pro suchozemské plže i silná vazba na zdroje dostupného vápníku. U plžů je známo, že jsou skupinou živočichů vázanou na vápnaté substráty. Ten je pro měkkýše nezbytný na stavbu schránek a ovlivňuje reprodukci měkkýšů (prokázáno např. u druhu *C. lubrica*, více WÄREBORN 1970). Vápník u měkkýšů ovlivňuje fyziologické pochody (SCHILTHUZIEN *et al.* 2003, TAPPERT 2002, VALOVIRTA 1968, WÄREBORN 1969), například regulaci propustnosti buněčných membrán a udržování acidobazické rovnováhy celého organismu (WÄREBORN 1970). Z výzkumů výše zmíněných autorů vyplývá, že nedostatek vápníku negativně ovlivňuje rozmnožování, proto jej lze označit za limitující faktor pro výskyt měkkýšů.

Plži mohou vápník získávat přímo z vápnatých hornin nebo z listového opadu stromů. Nejvíce vápníku obsahuje listový opad z jasanů, jilmů, javorů a lip. Nachází se v takovém případě v citrátové formě, která je pro měkkýše snadno využitelná (WÄREBORN 1969, 1970). Na odkališti se vyskytují jiné druhy stromů, než ty které by poskytovaly vhodnou formu vápníku, proto není možné určit, zda mají plži na odkališti schopnost získávat vápník z rostlinného opadu. Nutno ale zmínit, že u stromu topol osika (*Populus tremula*) bylo prokázáno značné množství vápníku (AALTONEN 1950), proto je možnost, že měkkýši na odkališti alespoň čerpají vápník právě z tohoto hojně se vyskytujícího stromu. Mnohé studie prokázaly

lineární pozitivní korelaci mezi množstvím vápníku a počtem druhů či kusů (MILLAR & WAITE 1999). I LOŽEK (1962) uvádí, že čím větší je množství uhličitánu vápenatého v povrchové vrstvě půdy, tím větší je abundance měkkýšů. Právě nedostatek vápníku na odkališti je jeden z možných důsledků dřívější úmrtnosti druhů, než je tomu v okolí odkaliště. V pokračování na tuto práci by bylo možné zjistit vyskytující se formu vápníku v jednotlivých biotopech na odkališti a v přilehlém okolí. Zjistit, zda se nachází v zájmovém území v citrátové, oxalátové nebo sulfátové formě. Citrátová forma vápníku je dobře rozpustná a tedy na lokalitách, kde se taková forma nachází, je obecně vyšší distribuce měkkýších společenstev spolu s pH (WÄREBORN 1969, 1970). Na víc tato forma vápníku, jak zmiňuje VOELKER (1959), má pozitivní efekt na rozmnožování druhů, které obývají oblasti na vápník jinak chudé. VALOVIRTA (1968) uvádí, že vápník je z podloží lépe získatelný, pokud je mokrá. Naopak oxalátová forma vápníku je špatně rozpustná a pH půdy neovlivňuje tolik, jako citrátová forma (WÄREBORN 1969, 1970). LINDTQUIST (1941) píše ve své práci, že pro některé druhy měkkýšů může být využívání oxalátové formy poměrně obtížné a na některé druhy má dokonce oxalát přímo repelentní účinky. Sulfátová forma je posledním zdrojem vápníku. U této formy nebyl prokázán žádný vliv na hustotu a diverzitu fauny měkkýšů (LINNEMARK 1960). Problematikou dostupnosti vápníku v různých jeho formách a skutečností, že obsah vápníku v substrátu je nejdůležitějším faktorem pro diverzitu měkkýších společenstev, se zabývalo již několik autorů, například BISHOP (1977), GETZ & UETZ (1994), KERNEY *et al.* (1983) nebo LOŽEK (1962).

Ve vztahu k vápníku existují mezi měkkýši rozdíly. Od několika málo druhů preferujících kyselější stanoviště, přes většinu druhů s optimumem na bazických nepěnovcových slatiništích, až po druhy vyskytující se hojně i na extrémně bazických lokalitách (HORSÁK 2005). Drtivá většina měkkýšů se vyskytuje na silně bazických stanovištích. Ovšem druh *Columella aspera* (Waldén, 1966) je relativní výjimkou, která toto výše uvedené specifikum nepotvrzuje, jelikož se jedná o druh vázaný na kyselá stanoviště (HLAVÁČ & HORSÁK 2001). Jak již bylo výše zmíněno, terestrické plži se dají rozdělit do několika kategorií dle míry vztahu k vápníku. Mezi druhy, jejichž výskyt končí za středem gradientu směrem ke kyseljším lokalitám, patří například i na odkališti ve Chvaleticích nalezený druh *V. pygmaea*. Taktéž na odkališti objevený druh *P. hammonis*, spadá do kategorie druhů mající své optimum posunuté do kyseljších hodnot, ale přímo na kyselá stanoviště nezasahují (HORSÁK 2005, MARTIN & SOMMER 2004).

Výše bylo zmíněno, že nedostatek vápníku na odkališti je jeden z možných důsledků dřívější úmrtnosti druhů, než je tomu v okolí odkaliště. Stejně jako vyřešit tuto úvahu, by stálo za vysvětlení, nakolik jsou ulity na odkališti výsledkem množení populací na odkališti a vzniku nových jedinců. Nebo zda většina jedinců migruje z okolí.

Dalšími důvody proč se plži na odkališti dožívají nižšího věku (což bylo usouzeno z výsledků měření výšky, šířky a spočítání počtu závitů), kromě možného nedostatku vápníku, mohou být faktory prostředí. Vlhkost lokality, pH hrabanky nebo sluneční svit mají vliv na rozklad schránek (ŘÍHOVÁ 2009). Životnost suchozemských plžů na odkališti je zřejmě ovlivněna délkou jejich života a faktory prostředí. Z provedeného pokusu na rozpad schránek lze usoudit, že fragmentace a rozpad ulit plžů hraje roli v počtech nalezených schránek při výzkumu.

Na odkališti je pH půdy spíše kyselé (v rozmezí 4,98 – 7,69; KOSOVÁ 2014). WÄREBORN (1970) uvádí, že v biotopech s půdou s nízkým pH výrazně klesá jak počet jedinců, tak druhů organismů. I LOŽEK (2005) uvádí, že kyselé a živinami chudé substráty jsou nepříznivé pro rozvoj malakofauny. Kyselost pak způsobuje dřívější rozpad schránek, jelikož rozpouští uhličitán vápenatý, který je důležitým stavebním prvkem schránek plžů (ŘÍHOVÁ 2009). V určitém rozmezí pH nemá žádný přímý účinek na terestrické plže, nicméně vzájemná korelace mezi výskytem plžů a pH půdy je také možná. Význam samotné kyselosti půdy je pro plže diskutabilní, přinejmenším podle některých autorů zpochybnitelný (BURCH 1955, VOELKER 1959). GÄRDENFORS (1987) uvádí, že na lokalitách působí na pH půdy mnoho faktorů. Samotné pH ovlivňuje další procesy a jiné faktory. Například má vliv na iontovou rovnováhu v půdě, koncentraci kovů (např. hliník), na stupeň toxicity určitých prvků nebo dostupnost živin. Se sníženým pH se pro měkkýše zvyšuje toxicita solí mědi, tedy je těžké určit přímé následky koncentrace vodíkových kationtů na druhovou diverzitu. Všechny druhy měkkýšů mají své specifické vztahy k různým mírám pH. Mají jiné optimální úrovně. V kyselém spektru pH nacházíme nejmenší zastoupení jedinců i druhů. Měkkýši jsou více citliví k nižšímu pH. KOVÁŘ (1979) zmiňuje, že vlivem vymývání svrchních vrstev se na Chvaletickém odkališti zvýšila původně velmi nízká hodnota pH substrátu (kolem pH 3) na pH 5,5 - 6,5. Extrémní hodnota je ještě nižší než pH popílku z elektrárny v Opatovicích nad Labem. Rozmezí pH hodnot, které byly naměřeny (KOSOVÁ 2014) se shodují s hodnotami, které uvádí KOVÁŘ (1979), dokonce je širší amplituda. Z měření v roce 2013 (KOSOVÁ 2014) vychází nejnižší hodnota 4,98, což je o 1,18 vyšší než hodnota naměřená KOVÁŘEM (1979).

Vztah měkkýšů k vlhkosti prostředí je dalším jevem ovlivňujícím schopnost přežití na dané lokalitě. Citlivost měkkýších dospělců na sucho, zvláště pak citlivost vajíček a juvenilních jedinců, popisuje ve své práci WÄREBORN (1970). Vlhkost je podle MARTINA & SOMMERA (2004) převážně pro lesní měkkýše nejvýraznější faktor působící na hustotu, druhové složení a bohatost měkkýšů. Dále zmiňují, že počet jedinců i druhů stoupá s nárůstem vlhkosti a tento vztah je nezávislý na chemických vlastnostech půdy. LOŽEK (2005) zmiňuje, že teplé klima je příznivější než studené, ale musí vykazovat dostatečnou míru vlhkosti. Chvaletické rudní odkaliště je suché a extrémně výhřevné a vysychavé. KOVÁŘ *et al.* (2009) uvádějí,

že povrch odkaliště je silně přehříváný a že v letním období dosahuje teplota k 50°C.

Nejvíce informací o kovech celé soustavy tří Chvaletických odkališť uvádí KOVÁŘ (2004), který zmiňuje koncentrace naměřených prvků na celém území. Na Chvaletickém rudním odkališti byly stanoveny hodnoty koncentrací těžkých kovů v biomase, konkrétně pro olovo, mangan, železo, hliník, zinek, měď, kadmium, stříbro a rtuť. V biomase dosáhl nejvyšší hodnoty mangan. Pro síru a železo připadá nejvyšší procento, stříbro a měď dosahují již nižších koncentrací (KOVÁŘ 2004). Koncentrace některých kovů na odkališti ve Chvaleticích, například manganu a zinku, jsou o dva řády vyšší než průměrné hodnoty, které se udávají pro ornou půdu přirozeně obohacenou o tyto prvky (RAUCH 1996). KOVÁŘ (1979) při svém výzkumu naměřil v půdě 0,033 % vápníku. Dle HORSÁKA & HÁJKA (2003) dochází podél gradientu minerální bohatosti ke kompletní výměně druhového složení měkkýšů. V případě redukované formy železa Fe²⁺ byl prokázán negativní vliv. Pro organismy je tato forma silně toxická (GERHART 1992, VUORI 1995).

FOJT (2011) píše ve své práci, že díky studiím lze prokázat efekt těžkých kovů na pokles tělesné hmotnosti, na růst a na rozmnožování, tedy jakési celkové zpomalení vývoje a změny v životní strategii různých druhů plžů. Například uvádí, že v tělech plžů byly nalezeny velmi vysoké koncentrace mědi, jež poukazují na fakt, že její obsah v těle regulovat nemohou. Dále, že plži jsou označeni za makrokoncentrátory zinku a kadmia, a že ulita hlemýžďů může sloužit jako krátkodobé úložiště pro olovo. Byla prokázána závislost mezi koncentrací kovu (Zn, Cd, Pb a Cu) a rozmnožováním u druhu *Helix aspera*, které se stoupajícími koncentracemi způsobilo pokles v počtu mlád'at. Při testování efektu mědi a olova na druh *Limicolaria flammea* (Müller, 1774) vyšlo, že čím je větší koncentrace prvků a čím je delší expozice, tím vyšší je úmrtnost. Kromě úmrtnosti u druhu *L. flammea* byly zaznamenány změny ve váze a příjmu potravy. Dále například kombinace dimethyl-sulfoxidu a thymolu zabránila veškerému líhnutí u druhu *Bradybaena similaris* (Férussac, 1821).

DALLINGER & WIESER (1984) zkoumali vliv těžkých kovů (Zn, Cu, Cd a Pb) na suchozemského plže druhu *Helix pomatia*. Jedince 32 dní krmili hlávkovým salátem doplněným o výše zmíněné kovy a zjistili, že se tyto kovy pravidelně akumulují v několika orgánech a přišli na odlišnosti v akumulaci u jednotlivých kovů. Zjistili, že olovo je absorbováno většinou orgánů, že až po skončení expozice olovem dochází k redistribuci mezi orgány a že 90% absorbovaného olova je uloženo v hepatopankreasu. V případě zinku došli ke stejným výsledkům jako u olova, ale v hepatopankreasu je uloženo 70% z absorbovaného zinku. Kadmium se v těle plže neukládá nikde jinde, než v hepatopankreasu a ve střevě. A naopak hepatopankreas při ukládání mědi nehraje žádnou roli, neboť je měď v těle plže distribuována rovnoměrně.

SPICER & WEBER (1991) se zabývali respiračními poruchami u měkkýšů způsobenými expozicí těžkými kovy (konkrétně Cu, Zn, Hg a Cd) a zjistili několik nežádoucích fyziologických odpovědí organismu. Zmiňují, že při expozici těžkými kovy dochází u měkkýšů na různých úrovních ke snížení spotřeby kyslíku, snížení ventilace, znemožnění výměny plynů v rámci dýchacích povrchů, narušení prokrvení, snížení objemu dýchacího plynu ve tkáních nebo k inhibici buněčného dýchání. Z jejich výzkumu byl například jasně prokázán patologický vliv mědi a zinku na dýchací systém měkkýšů.

GÄRDENFORS (1987) ve své práci zmiňuje vliv půdy s obsahem těžkých kovů na suchozemské plže. Zmiňuje, že druh *Arion ater* (Linnaeus, 1758) vyskytující se v blízkosti silnic, absorbuje do svých tkání olovo a brom. Druh *C. hortensis* vyskytující se v obytných částech za městem akumuluje přítomné kadmium a že s přibývajícím věkem se celkový obsah a koncentrace kadmia v měkkých tkáních zvyšuje. U výroben mosazi se vyskytuje druh *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805). V případě tohoto druhu bylo zjištěno, že se se zkracující se vzdáleností k výrobnám snižuje denzita druhu a zároveň stoupá obsah kovů v půdě.

JORDAENS *et al.* (2006) studovali projevy těžkých kovů (kadmia, olova, zinku a chromu) na morfologii schránky u druhu *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758). Zjistili, že působení těžkých kovů ovlivňuje pevnost a morfologii schránky a že jsou tyto projevy odlišné mezi populacemi. Při měření suché hmotnosti prokázali odlišnosti mezi schránkami vyskytujícími se na znečištěných plochách těžkými kovy oproti těm neznečištěným, jelikož schránky ze znečištěných oblastí vážily méně než ty ze neznečištěných. Zinek, dle jejich výzkumu, ovlivňuje sílu schránky. U kadmia a zinku byly prokázány morfologické změny (změna pevnosti a hmotnosti schránky), ale obsah chromu a olova v ulitách zůstal pod hranicí detekce.

Rostlinná společenstva, a tedy i vegetační pokryv, jsou dalším faktorem ovlivňujícím výskyt měkkýšů. Na diverzitu a denzitu měkkýšů nemá tento faktor až tak veliký vliv, jelikož u měkkýšů není tak striktní potravní preference, jako je tomu například u hmyzu (MARTIN & SOMMER 2004). Kvalitativní faktory listového opadu ovlivněné přítomnou vegetací dobře vysvětlují konkrétní druhové složení měkkýšů na jednotlivých stanovištích (BISHOP 1977, GETZ & UETZ 1994).

Mezi další jevy, které by mohly ovlivnit život měkkýšů na odkališti, lze zařadit i způsob získávání a výběr potravy. ŠEFČÍKOVÁ (2011) studovala potravní preference suchozemských plžů v říčních nivách poškozených rostlinami a došla pomocí laboratorních testů k výsledkům, které ukazují na skutečnost, že pro výběr potravy plžů je zásadní o jakou rostlinu se jedná a zda je v čerstvém stavu či nikoliv. Zjistila, že nejpreferovanějšími druhy rostlin jsou kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*). Velice hojný výskyt druhu *U. umbrosus* v bohatém kopřivovém porostu na odkališti v lokalitě č. 12 –

svah - okraj odkaliště potvrzuje potravní preferenci rostliny *U. dioica* plžem druhu *U. umbrosus*, o kterém píše ve své práci ŠEFČÍKOVÁ (2011). Jak uvádí ŠEFČÍKOVÁ (2011), zatím není spolehlivě vysvětleno, proč plži upřednostňují potravu z odumřelých rostlin. Odumřelé části rostlin jsou částečně ochuzeny o nutriční prvky díky bakteriálnímu rozkladu a podle řady autorů bývají upřednostňovanou potravou po většinu roku (MASON 1970 nebo RICHARDSON 1975).

V práci byly sepsány rozdíly ve výskytu plžů na rekultivovaných a nerektivovaných plochách. Malakofaunou lokalit, kde proběhla nebo neproběhla rekultivace, se zabývali například PECH & FRIC (2013), kteří uvádějí, že malakofauna nerektivovaných odkališť může být považována za počáteční fázi sukcese malakofauny částečně rekultivovaných odkališť. Na rudních odkalištích, která jsou v některých případech spojená s úpravou těžných hornin, bývá větší heterogenita než na struskopopílkových odkalištích. V souvislosti s převládajícím typem podloží jsou pak na takových odkalištích typické jevy jako nízké pH a vysoký obsah těžkých kovů. PFLEGER (2000) se ve své práci zaměřil na měkkýše čtyř nerektivovaných lomů a dvou po rekultivaci v Českém krasu a objevil 34 druhů suchozemských plžů. Z jeho výzkumu jasně vyplývá, že nerektivované lomy (celkem 34 druhů plžů) jsou na suchozemské plže druhově bohatší než ty rekultivované (šest druhů z 34). Druhy, které se shodují s rudním odkalištěm ve Chvaleticích a byly nalezeny v rekultivovaných lomech, jsou: *C. hortensis*, *M. incarnatus*, *P. hammonis*, *P. pygmaeum* a *V. pulchella*. Ve dvou rekultivovaných lomech se pak stejně jako na odkališti vyskytují druhy *A. biplicata*, *H. pomatia*, *V. costata* a *V. pellucida*. Nejzajímavějším druhem, který Pflieger při svém výzkumu objevil, a který se na odkališti ve Chvaleticích nevyskytuje je *Chondrina avenacea* (Bruguiere 1792).

Závěr

Diplomová práce se zabývala porovnáním malakofauny okolí rudního odkaliště ve Chvaleticích s malakofaunou téhož odkaliště a vzájemným porovnáním fauny měkkýšů jednotlivých přítomných biotopů v okolí odkaliště i na odkališti. Stěžejním tématem bylo provést populační strukturu druhu *M. incarnatus* a vybrané parametry vzájemně porovnat mezi sebou, jak pro jedince nalezené na odkališti, tak i pro jedince z okolí. Dílčím cílem práce bylo provést pokus na rozpad ulit druhu *M. incarnatus* v půdě s odlišným stupněm pH.

Pro potřeby práce byly zvoleny následující metody: malakologický průzkum (ruční sběr a vyhotovení prosevů z hrabankových vzorků), změření a zaznamenání čtyř parametrů na schránkách druhu *M. incarnatus* (výška, šířka, počet závitů a obústí), pokus na rozpad ulit druhu *M. incarnatus* a následně vyhodnocení získaných dat pomocí statistických analýz.

Po porovnání fauny suchozemských plžů Chvaletického rudního odkaliště s přilehlým okolím bylo zjištěno několik skutečností. Souhrnně lze říci, že na odkališti se vyskytuje více druhů měkkýšů (17 druhů) než v okolí (15) a že mimo odkaliště mají lepší podmínky pro existenci. Sice se na odkališti vyskytuje více druhů plžů než v okolí, ale co do počtu jedinců je odkaliště chudší (1460 jedinců) než jeho okolí (2170 jedinců). Skutečnost, že v okolí odkaliště mají plži lepší podmínky pro svou existenci, potvrdil výzkum populační struktury i rozpadu schránek na modelovém druhu *M. incarnatus*. Bylo zjištěno, že v okolí odkaliště se jedinci dožívají vyššího věku. Z porovnání obústí a počtu závitů druhu *M. incarnatus* je zřejmé, že na odkališti jedinci umírají v nižším věku, než jedinci v okolí. Dále že na odkališti je u jedinců nižší plodnost a také, že juvenilní jedinci přežívají lépe v okolí odkaliště. Lze tvrdit, že jedinci na odkališti mají v každém věku vyšší úmrtnost než jedinci mimo odkaliště. Z pokusu na rozpad schránek vyšlo, že největší vliv na rozpad ulity má půda s nejnižším pH a zároveň s vyšší vlhkostí. Ze získaných informací o odkališti a z terénního průzkumu vyplývá, že extrimita půdních podmínek (vysoký obsah kovů, vysoká nebo nízká teplota, nízké pH půdy, zvýšený podíl zasolení či tvorba krust na půdním povrchu apod.) výrazně ovlivňuje výskyt suchozemských plžů.

Přesto že postindustriální stanoviště jsou významná tím, že je osidlují unikátní živočišná společenstva, dokonce s velkým zastoupením vzácných a ohrožených druhů a to i přes extrimitu tamějších podmínek prostředí (TROPEK & ŘEHOUNEK 2011), měkkýši rudního odkaliště tuto skutečnost nepotvrdili, jelikož žádné významné druhy nalezeny nebyly.

Seznam použité literatury

AALTONEN V. T. (1950). Die Blattenanalyse als Bonitierungsgrundlage des Waldbodens. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisu. 37: 1–41.

BARKER G. (ed.) (2001). The biology of terrestrial molluscs. CABI. 558 pp.

BARKER G. M. & MAYHILL P. C. (1999). Patterns of diversity and habitat relationships in terrestrial mollusc communities of the Pukeamaru Ecological District, northeastern New Zealand. *Journal of Biogeography*. 26: 215–238.

BARTOŠOVÁ M. (2014). Vodní bezobratlí postindustriálních stanovišť – výsypky Sokolovské uhelné pánve. Ústav botaniky a zoologie, Masarykova Univerzita v Brně, bakalářská práce. 67 pp. (nepublikovaný manuskript).

BEGON M., HARPER, J. L. & TOWNSEND C. R. (1997). Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Univerzita Palackého, Olomouc. 949 pp.

BERAN L. (2013). Vodní měkkýši nově vzniklého jezera Most v severních Čechách. *Malacologica Bohemoslovaca*. 12: 89–92.

BISHOP M. J. (1977). Habitats of Mollusca in central highlands of Scotland. *Journal of Conchology*. 29: 189–197.

BURCH J. B. (1955). Some ecological factors of the soil affecting the distribution and abundance of land snail in eastern Virginia. *The Nautilus*. 69: 62–69.

CAREY J. R. (1993). Applied Demography for Biologists: with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press. 224 pp.

DALLINGER R. & WIESER R. (1984). Patterns of accumulation, distribution and liberation of Zn, Cu, Cd and Pb in different organs of the land snail *Helix pomatia* L. *Comparative Biochemistry and Physiology part C: Comparative Pharmacology*. 79 (1): 117–124.

DAVIDOVÁ-VILÍMOVÁ J. (2004). Comparison of insect biodiversity after colonization of two different types of industrial deposits. 324–336. In: KOVÁŘ P. (ed). Natural recovery of human-made deposits in landscape (biotic interactions and ore/ash-slag artificial ecosystems). Academia, Praha. 358 pp.

DEMEK J., MACKOVČIN P. & BALATKA B. (2006). Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno. 582 pp.

DENNY M. (1980). Locomotion: the cost of Gastropod crawling. *Science*. 208: 1288–1290.

- DVOŘÁČKOVÁ M., PRAUSOVÁ R., PECH P., KOSOVÁ T. & BUREŠOVÁ A. (2016).** The plants, ants and molluscs of the ore tailings basin in Chvaletice. 62 pp. In: International Scientific Conference: Ecosystem Services - Landscape Ecology Integrative Role, Łochów (Poland), 22. – 24. 6. 2016, sborník abstraktů. Polish Association of Landscape Ecology and the Faculty of Geography and Regional Studies. 72 pp.
- DVOŘÁK L. (2005).** Gastropoda in subterranean shelters of the Czech Republic. *Malacologica Bohemoslovaca*. 4: 10–16.
- FARKAČ J., KRÁL D. & ŠKORPÍK M. (2005).** Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 760 pp.
- FOJT P. (2011).** Ekotoxikologie terestrických plicnatých plžů. Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí. Masarykova univerzita Brno, bakalářská práce. 56 pp. (nepublikovaný manuskript).
- GÄRDENFORS U. (1987).** Impact of Airborne Pollution on Terrestrial Invertebrates, with Particular Reference to Molluscs. National Swedish Environmental Protections Board, Sweden. 115 pp.
- GERBER E., KREBS CH., MURRELL C., MORETTI M., ROCKLIN R. & SCHAFFNERS U. (2008).** Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* sp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation*. 141: 646–654.
- GERHART A. (1992).** Effects of subacute doses of iron (Fe) on *Leptophlebia marginata* (Insecta: Ephemeroptera). *Freshwater Biology*. 27: 79–84.
- GETZ L. L. & UETZ G. W. (1994).** Species diversity of terrestrial snails in the southern Apalachian mountains. USA. *Malacological Review*. 27: 61–74.
- GOULD S. J. (1984).** Covariance sets and ordered geographic variation in *Cerion* from Aruba, Bonaire and Curacao: a way of studying nonadaptation. *Systematic Biology*. 33 (2): 217–237.
- HESOUN P. & DOLNÝ A. (2011).** Vážky. 53–64. In: TROPEK. R. & ŘEHOUNEK J. (eds.). Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management. Calla, České Budějovice. 155 pp.
- HLAVÁČ J. (2011).** Tanatocenózy měkkýšů v archeologických objektech knovízské kultury v Kněževsi u Prahy. 449–463. In: SMEJTEK L. Osídlení z doby bronzové v Kněževsi u Prahy. Ústav archeologické památkové péče středních Čech, Praha. 551 pp.

HLAVÁČ J. & HORSÁK M. (2001). Ostroústka drsná (*Collumela aspera*) – záhada naší malakofauny. *Živa*. 49: 28–29.

HORSÁK M. (2005). Fenomén prameništých slatinišť a malakologické konsekvence. *Malacologica Bohemoslovaca*. 1: 89–99.

HORSÁK M. & HÁJEK M. (2003). Composition and species richness of mollusc communities in relation to vegetation and water chemistry in the Western Carpathian spring fens: the poor-rich gradient. *Journal of Molluscan Studies*. 69: 349–357.

HORSÁK M., JUŘIČKOVÁ L., BERAN L., ČEJKA T. & DVOŘÁK L. (2010). Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky. *Malacologica Bohemoslovaca*. Suppl. 1: 1–37.

HORSÁK M., JUŘIČKOVÁ L. & PICKA J. (2013). Měkkýši České a Slovenské republiky. *Molluscs of the Czech and Slovak Republics*. Kabourek, Zlín. 264 pp.

HOŘČIČKO I. & ČELECHOVSKÝ A. (2001). Kuklérka hvězdnicová – *Cucullia asteris* (Den & Schiff 1775) – vzácný motýl na střední Moravě. *Ochrana přírody*. 56 (7): 206 pp.

CHECA A. (2000). A new model for periostracum and shell formation in *Unionidae* (Bivalvia, Mollusca). *Tissue and Cell*. 32 (5): 405–416.

JORDAENS K., DE WOLF H., VANDECASTEELE B., BLUST R. & BACKELJAU T. (2006). Associations between shell strength, shell morphology and heavy metals in the land snail *Cepaea nemoralis* (Gastropoda, Helicidae). *Science of the Total Environment*. 363 (1): 285–293.

KAPPES H., TOPP W., ZACH P. & KULFAN J. (2006). Coarse woody debris, soil properties and snails (Mollusca: Gastropoda) in European primeval forests of different environmental conditions. *European Journal of Soil Biology*. 42: 139–146.

KAŠOVSKÁ K. & KUPKA J. (2011). Měkkýši zrušené státní přírodní rezervace Loucké rybníky (Slezsko, Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca*. 10: 68–72.

KERNEY M. P. CAMERON R. A. D & JUNGBLUTH J. H. (1983). Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin (Germany). 384 pp.

KOSOVÁ T. (2014). Měkkýši rudního odkaliště ve Chvaleticích. Katedra biologie, Univerzita Hradec Králové, bakalářská práce. 52 pp. (nepublikovaný manuskript).

KOVÁŘ P. (1979). Geobotanické aspekty rekultivace odkališť manganorudných a kyzových závodů Chvaletice. Východočeský sborník přírodovědný - Práce a Studie. 11: 63–78.

KOVÁŘ P. & RAUCH O. (1981). Biologické problémy odkališť. Vesmír. 60 (8): 243–247.

KOVÁŘ P. (2004). Natural Recovery of Human-Made Deposits in Landscape (Biotic Interactions and Ore/Ash-Slag Artificial Ecosystem). Academia, Praha. 358 pp.

KOVÁŘ P., RAUCH O., KUBÁTOVÁ A., NEUSTUPA J., SOLDÁN Z., PALICE Z., DOSTÁL P. & ŠTEFÁNEK M. (2009). Ekologie obnovy narušených míst III. Cizorodé substráty v krajině. Živa. 3: 116–119.

KOVÁŘ P., ŠTEFÁNEK M. & MRÁZEK J. (2011). Responses of vegetation stages with woody dominants to stress and disturbance during succession of abandoned tailings in cultural landscape. Journal of Landscape Ecology. 4 (2): 35–48.

LINDTQUIST B. (1941). Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung einiger Landmollusken für die Zersetzung der Waldstreu, K. Fysiogr. Sällsk. Lund Förh. 11: 144–156.

LINNERMARK N. (1960). Podsol och brunjord I, II, Publications from the Institute of mineralogy, paleontology and quaternary geology. Universitet Lund, Sweden. 75: 1–233.

LIPSKÝ Z. (2010). Geodiverzita a biodiverzita těžebních krajin. Životné prostredie. 44: 15–19.

LOSOS B. (1984). Ekologie živočichů. Státní pedagogické nakladatelství, Praha. 320 pp.

LOSOSOVÁ Z., HORSÁK M., ČEJKA T., DANIHELKA J., FAJMON K., HÁJEK O., JUŘIČKOVÁ L., KINTROVÁ K., LÁNÍKOVÁ D., OTÝPKOVÁ Z., ŘEHOŘEK V. & TICHÝ L. (2011). Diversity of Central European urban biota: effects of human-made habitat types on plants and land snails. Journal of Biogeography. 38 (6): 1152–1163.

LOŽEK V. (1956). Klíč československých měkkýšů. Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava. 437 pp.

LOŽEK V. (1962). Soil condition and their influence on terrestrial gasteropoda in central Europe. 334–342. In: Murphy P. W. (ed.). Progress in soil zoology. Butterworths, Oxford.

LOŽEK V. (1981). Měkkýši jako modelová skupina v ochranářském výzkumu. Památky a příroda. 6 (3): 171–178.

LOŽEK V. (1982). Faunengeschichtliche Grundlinien zur spaet, und nacheiszeitlichen Entwicklung der Molluskenbestaende in Mitteleuropa. Rozpravy ČSAV, MPV 92. Academia, Praha. 106 pp.

LOŽEK V. (1988). Měkkýši a změny prostředí. Památky a příroda. 13 (9): 547–553.

LOŽEK V. (1999). Odumřelé dřevo v lesích a měkkýši. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. 99–106. In: Sborník příspěvků ze semináře s exkurzí konaného 8. - 9. 10. 1999 v NP Podyjí. Správa NP Podyjí. Třebíč.

LOŽEK V. (2000 – 2001). Chráněná území ve světle své krajinné historie (Seriál). Praha. Ochrana přírody. 55–56.

LOŽEK V. (2005). Suchozemští měkkýši jako ukazatelé biodiverzity. 262–274. In: VAČKÁŘ D. Ukazatele změn biodiverzity. Academia, Praha. 300 pp.

MARTIN K. & SOMMER M. (2004). Relationship between land snail assemblages patterns and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. Journal of Biogeography. 31: 531–545.

MASON C. F. (1970). Food, feeding rates and assimilation in woodland snails. Oecologia. 4: 358–373.

MÁCHA S. (1971). Kulturní vlivy na faunu měkkýšů. Časopis Slezského Muzea. Slezské muzeum Opava, Opava. 20: 121–134.

MENEZ A. (2002). The degradation of land snail shells during the annual dry period in Mediterranean climate. Iberus. 20 (2): 73–79.

MIKÁT M., SAMKOVÁ V., PRAUSOVÁ R. & MIKÁTOVÁ B. (2004). Přírodní památka Na Plachtě – průvodce naučnou stezkou. Olga Čermáková, Hradec Králové. 16 pp.

MILLAR A. J. & WAITE S. (1999). Molluscs in coppice woodland. Journal of Conchology. 36: 25–48.

NEKOLA J. C. (2003). Large-scale terrestrial gastropod community composition patterns in the Great Lakes region of North America. Diversity & Distribution. 9: 55–72.

NOVÁK J. & PRACH K. (2003). Vegetation succession in basalt quarries: Pattern on a landscape scale. Applied Vegetation Science. 6: 111–116.

PECH P. & FRIC Z. F. (2013). Malacofauna on coal-ash settling basins – The comparison of a functional basin to a basin abandoned for 26 years. *Environment Protection Engineering*. 39: 73–85.

PECH P. & JUŘIČKOVÁ L. (2011). Suchozemští plži. 27–38. In: TROPEK R. & ŘEHOUNEK J. (eds.). *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management*. Calla, České Budějovice. 155 pp.

PFLEGER V. (1988). *Měkkýši*. Artia, Praha. 191 pp.

PFLEGER V. (2000). Měkkýši modelových lokalit Českého krasu. *Český kras*. 26: 28–32.

RAUCH O. (1996). Comparison of the selected element contents in the substrate of abandoned sedimentation ponds and dynamics of the soil water contamination. 4 – 6. In: KOVÁŘ P. & HROUDKOVÁ Z. (eds.). *Biotic interactions during vegetation succession on toxic substrates*. Final Report for Grant Agency of Czech Republic. Prague, Praha. [in Czech]

RAUCH O., KOVÁŘ P., TROPEK R., ŘEHOUNEK J. & KUBELKA V. (2010). Odkaliště. 133–153. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K. & PRACH K. (eds.). *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice. 179 pp.

RICHARDSON, A. M. M. (1975). Food, feeding rates and assimilation in the land snail *Cepaea nemoralis* L. *Oecologia*. 19: 59–70.

ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K. & PRACH K. (2010). Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice. 175 pp.

ŘÍHOVÁ D. (2009). Rozklad schránek suchozemských plžů v lesních ekosystémech. Katedra zoologie, Univerzita Karlova v Praze, diplomová práce. 88 pp. (nepublikovaný manuskript).

SONN S. W. (1960). *Der Einfluss des Waldes auf die Böden*. VEB Fischer, Jena. 166 pp.

SCHILTHUIZEN M., CHAI H. & KIMSIN T. E. (2003). Abundance and diversity of land-snails (Mollusca: Gastropoda) on limestone hills in Borneo. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 51 (1): 35–42.

SPICER J. I. & WEBER E. R. (1991). Respiratory impairment in crustaceans and molluscs due to exposure to heavy metals. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*. 100 (3): 339–342.

StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software systém), version 9.1. [Online] 2016. [cit. 2016-09-22]. Dostupné z: <http://www.statsoft.com>.

SZYBIAK K., BŁOSZYK J., KORALEWSKA-BATURA E., & GOŁDYN B. (2009). Small-scale distribution of wintering terrestrial snails in forest site: relation to habitat conditions. *Polish Journal of Ecology*. 57 (3): 525–535.

ŠEFČÍKOVÁ Š. (2011). Potravní preference suchozemských plžů v říčních nivách postižených invazními rostlinami. Katedra zoologie, Univerzita Karlova v Praze, diplomová práce. 91 pp. (nepublikovaný manuskript).

TAPPERT A. (2002). Molluskenzönosen von Waldstandorten des Pfälzerwaldes und der angrenzenden Rheinebene (unter Bildung von Zönosegruppen). *Schriften zur Malakozoologie*. Grömitz-Cismar. 159 pp.

ter BRAAK, C. J. F. & ŠMILAUER P. (2002). CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4. 5). Section on permutation methods. Microcomputer Power, Ithaca NY, USA. 500 pp.

TOWNSEND C. R., BEGON M. & HARPER J. L. (2010). Základy ekologie. Univerzita Palackého, Olomouc. 505 pp.

TROPEK R., RAUCH O., KOVÁŘ P., ŘEHOUNEK J., KUBELKA V., LEPŠOVÁ A., ŘEHOUNKOVÁ K., VOLF O. & ZAVADIL V. (2015). Odkaliště a složiště jemných substrátů. 158–191. In: ŘEHOUNEK J. et al. (eds.). *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice. 212 pp.

TROPEK R. & ŘEHOUNEK J. (2011). Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. Calla, České Budějovice. 155 pp.

VALOVIRTA I. (1968). Land mollusc in relation to acidity on hyperite hills in Central Finland. *Ibid.* 5: 245–253.

VAČKÁŘ D. (2005). Ukazatele změn biodiverzity. Acadamia, Praha. 300 pp.

VOELKER J. (1959). Der chemische Einfluss von Kalziumkarbonat auf Wachstum, Entwicklung und Gehäusebau von *Achatina Fulba Bowd* (Pulmonata), *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zool. Museum und Institut*. 57: 37–78.

VUORI K. M. (1995). Direct and indirect effects of iron on river ecosystems, *Annales Zoologicae Fennicae*. 32: 317–329.

WALDÉN H. W. (1981). Communities and diversity of land molluscs in Scandinavian woodlands: I. High diversity communities in talusses and boulder slopes in SW Sweden. *Journal of Conchology*. 30: 351–372.

WÄREBORN I. (1969). Land mollusc and their environments in an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*. 20: 46–479.

WÄREBORN I. (1970). Environmental factors influencing the distribution of land molluscs of an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*. 21: 285–291.

WÄREBORN I. (1979). Reproduction of two species of land snails in relation to calcium salts in the Foerna layer. *Malacologia*. 18: 177–180.

WELTER - SCHULTES F. (2012). European non-marine molluscs, a guide for species identification. *Bestimmungsbuch für europäische Land- und Süßwassermollusken*. Planet Poster Editions, Göttingen. 679 pp.

WIKTOR A. (2004). Ślimaki lądowe Polski. Terrestrial snails of Poland. *Mantis*, Olsztyn. 302 pp.

Mapové podklady

Mapy.cz [online]. [cit. 2016-09-06]. Dostupné z: <http://mapy.cz/>

Mapy Google [online]. [cit. 2016-09-06]. Dostupné z: <https://maps.google.com/>

Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Soustava tří odkališť ve Chvaleticích.

Příloha 2: Seznam druhů rostlin v biotopu č. 4 – třtinová louka na odkališti.

Příloha 3: Počty zaznamenaných druhů cévnatých rostlin v biotopu č. 4 – třtinová louka na odkališti.

Příloha 4: Počty jedinců jednotlivých druhů na odkališti.

Příloha 5: Počty jedinců jednotlivých druhů v okolí odkaliště.

Příloha 6: Hodnoty vztahující se k vlivu indikačních druhů rostlin na distribuci jednotlivých druhů měkkýšů.

Příloha 7: Počty zaznamenaných druhů cévnatých rostlin v biotopech na odkališti, Ellenbergovy hodnoty, počet druhů měkkýšů s Shannon–Wiener indexem a počet druhů mravenců s Shannon–Wiener indexem

Příloha 8: Tabulky znázorňující kolik procent z celkové populace se dožilo jakého věku podle růstového stádia, které bylo stanoveno dle míry vytvořeného obústí.

Příloha 9: Zastoupení jednotlivých velikostních kategorií druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí.

Příloha 10: Analýza rozdílů v počtu závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti ve Chvaleticích, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 11: Analýza rozdílů v počtu závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 12: Zastoupení jednotlivých výškových kategorií (v mm) druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí.

Příloha 13: Zastoupení jednotlivých kategorií šířky (v mm) druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí.

Příloha 14: Analýza rozdílů ve výšce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 15: Analýza rozdílů ve výšce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 16: Analýza rozdílů v šířce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 17: Analýza rozdílů v šířce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 18: Analýza poměrů mezi výškou schránky a počtem závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 19: Analýza poměrů mezi výškou schránky a počtem závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 20: Analýza poměrů mezi výškou a šířkou schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 21: Analýza poměrů mezi výškou a šířkou schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 22: Analýza poměrů mezi šířkou schránky a počtem závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 23: Analýza poměrů mezi šířkou schránky a počtem závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal–Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

Příloha 24: Sledované parametry při rozpadu schránky druhu *M. incarnatus* (Obr. 1 až 10).

Příloha 1: Soustava tří odkališť ve Chvaleticích, měřítko 1 : 25 000, (KOVÁŘ 2004).



Příloha 2: Seznam druhů rostlin v biotopu č. 4 – třtinová louka na odkališti.

č.	latinský název	český název
1	<i>Acer pseudoplatanus</i>	javor klen
2	<i>Achillea millefolium</i> agg.	řebříček obecný
3	<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	psineček výběžkatý
4	<i>Alchemilla vulgaris</i>	kontryhel ostrolaločný
5	<i>Amorpha fruticosa</i>	netvařec křovitý
6	<i>Anagallis arvensis</i>	drchnička rolní
7	<i>Arctium tomentosum</i>	lopuch plstnatý
8	<i>Arrhenatherum elatius</i>	ovsík vyvýšený
9	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	kozinec sladkolistý
10	<i>Betula pendula</i>	bříza bělokorá
11	<i>Calamagrostis epigejos</i>	třtina křovištní
12	<i>Campanula patula</i>	zvonek rozkladitý
13	<i>Carduus acanthoides</i>	bodlák obecný
14	<i>Carex spicata</i>	ostřice klasnatá
15	<i>Carlina vulgaris</i> agg.	pupava obecná
16	<i>Centaurium erythraea</i>	zeměžluč okolíkatá
17	<i>Cichorium intybus</i>	čekanka obecná
18	<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset
19	<i>Cirsium oleraceum</i>	pcháč zelinný
20	<i>Cirsium vulgare</i>	pcháč obecný
21	<i>Clematis vitalba</i>	plamének plotní
22	<i>Convolvulus arvensis</i>	svlačec rolní
23	<i>Colchicum autumnale</i>	ocún jesenní
25	<i>Crataegus</i> sp.	hloh
26	<i>Crepis biennis</i>	škarda dvouletá
27	<i>Daucus carota</i>	mrkev obecná
28	<i>Descurainia sophia</i>	úhorník mnohodílný
29	<i>Dipsacus fullonum</i>	štetka planá
30	<i>Dryopteris carthusiana</i> agg.	kaprad' osténkatá

31	<i>Dryopteris filix-mas</i> agg.	kaprad' samec
32	<i>Echinops exaltatus</i>	bělotrň statný
33	<i>Elymus repens</i>	pýr plazivý
34	<i>Epilobium adenocaulon</i>	vrbovka žláznatá
35	<i>Epilobium lamyi</i>	vrbovka Lamyova
36	<i>Epilobium montanum</i>	vrbovka horská
37	<i>Equisetum arvense</i>	přeslička rolní
38	<i>Euphorbia esula</i> agg.	prýšec obecný
39	<i>Festuca rubra</i>	kostřava červená
40	<i>Fragaria vesca</i>	jahodník obecný
41	<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý juv.
42	<i>Galium album</i>	svízeľ bílý
43	<i>Galium aparine</i> agg.	svízeľ přítula
44	<i>Hieracium laevigatum</i>	jestřábník hladký
45	<i>Hieracium sabaudum</i>	jestřábník savojský
46	<i>Holcus lanatus</i>	medyněk vlnatý
47	<i>Humulus lupulus</i>	chmel otáčivý
48	<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka tečkovaná
49	<i>Inula conyzae</i>	oman hnidák
50	<i>Impatiens glandulifera</i>	netýkavka žláznatá
51	<i>Impatiens parviflora</i>	netýkavka malokvětá
52	<i>Lamium album</i>	hluchavka bílá
53	<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční
54	<i>Lathyrus tuberosus</i>	hrachor hlíznatý
55	<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	kopretina bílá
56	<i>Leucanthemum ircutianum</i>	kopretina irkutská
57	<i>Lepidium draba</i>	vesnovka obecná
58	<i>Ligustrum vulgare</i>	ptačí zob obecný
59	<i>Linaria vulgaris</i>	lnice květel
60	<i>Lotus corniculatus</i> agg.	štírovník růžkatý
61	<i>Lupinus polyphyllus</i>	lupina mnoholistá
62	<i>Malva alcea</i>	sléz velkokvětý
63	<i>Medicago lupulina</i>	tolice dětelová
64	<i>Medicago sativa</i>	tolice setá
65	<i>Melilotus officinalis</i>	komonice lékařská
66	<i>Mentha arvensis</i>	máta rolní
67	<i>Mentha longifolia</i>	máta dlouholistá
68	<i>Myosotis arvensis</i>	pomněnka rolní
69	<i>Petasites hybridus</i>	podběľ lékařský
70	<i>Phalaris arundinacea</i>	chrastice rákosovitá
71	<i>Phragmites australis</i>	rákos obecný
72	<i>Picris hieracioides</i>	hořčík jestřábníkolistý

73	<i>Plantago lanceolata</i>	jitrocel kopinatý
74	<i>Poa compressa</i>	lipnice smáčknutá
75	<i>Poa pratensis</i> agg.	lipnice luční
76	<i>Polygonum aviculare</i> agg.	rdesno ptačí
77	<i>Puccinellia distans</i>	zblochanec oddálený
78	<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
79	<i>Reynoutria japonica</i>	křídlatka japonská
80	<i>Robinia pseudoacacia</i>	trnovník akát juv.
81	<i>Rosa</i> sp.	růže
82	<i>Rubus caesius</i>	ostružiník ježiník
83	<i>Rumex crispus</i>	šťovík kadeřavý
84	<i>Rumex obtusifolius</i>	šťovík tupolistý
85	<i>Saponaria officinalis</i>	mydlice lékařská
86	<i>Scrophularia nodosa</i>	krtičník hlíznatý
87	<i>Securigera varia</i>	čičorka pestrá
88	<i>Senecio jacobaea</i>	starček přímětník
89	<i>Senecio ovatus</i>	starček Fuchsův
90	<i>Solidago canadensis</i>	zlatobýl kanadský
91	<i>Sonchus arvensis</i>	mléč rolní
92	<i>Sonchus oleraceus</i>	mléč drsný
93	<i>Stachys palustris</i>	čistec bahenní
94	<i>Symphytum officinale</i> agg.	kostival lékařský
95	<i>Tanacetum vulgare</i>	vratič obecný
96	<i>Taraxacum</i> sp.	pampeliška
97	<i>Thlaspi arvense</i>	penízek rolní
98	<i>Torilis japonica</i>	tořice japonská
99	<i>Tragopogon orientalis</i>	kozí brada východní
100	<i>Tragopogon pratensis</i>	kozí brada luční
101	<i>Trifolium arvense</i>	jetel rolní
102	<i>Trifolium campestre</i>	jetel ladní
103	<i>Trifolium hybridum</i>	jetel zvrhlý
104	<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý
105	<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá
106	<i>Valeriana dioica</i> agg.	kozlík lékařský
107	<i>Verbascum thapsus</i>	divizna malokvětá
108	<i>Veronica persica</i>	rozrazil perský
109	<i>Veronica serpyllifolia</i>	rozrazil douškolistý
110	<i>Vicia angustifolia</i>	vikev úzkolistá
111	<i>Vicia cracca</i> agg.	vikev ptačí
112	<i>Vicia hirsuta</i>	vikev chlupatá
113	<i>Vicia sepium</i>	vikev plotní
114	<i>Vicia tetrasperma</i>	vikev čtyřsemenná

Příloha 3: Počty zaznamenaných druhů cévnatých rostlin v biotopu č. 4 – třtinová louka na odkališti (archeofyty, neofyty, invazivní a ohrožené druhy), stromové patro (E3), keřové patro (E2) a bylinné patro (E1) a Ellenbergovy hodnoty (DVOŘÁČKOVÁ *et al.* 2016).

Sub-area	Vascular plants	Archaeophytes	Neophytes	Invasive taxons	Endangered	Layer E3 (%)	Layer E2 (%)	Layer E1 (%)	Sh.-Wien. Index	Light	Temperature	Continentality	Moisture	Soil reaction	Nutritions
4	112	15	9	10	3	15	20	85	4.72	6.93	5.36	3.90	5.22	6.81	5.76

Příloha 4: Počty jedinců jednotlivých druhů na odkališti.

Biotop č. 1 – rákosina, č. 2 – kameniště, č. 3 – kamenný val, č. 4 – třtinová louka, č. 5 – obnažené substráty, č. 6 – břízky s rozvolněnou vegetací, č. 7 – topolovo-březový les s chrasticí, č. 8 – březovo-akátový les s navázkou a č. 9 – březovo-topolovo-akátový les bez navázky, č. 10 – porosty invazivních rostlin I., č. 11 – porosty invazivních rostlin II. a č. 12 – svah - okraj odkaliště.

č.	název druhu	náhodné sběry												prosevy											
		č.1	č.2	č.3	č.4	č.5	č.6	č.7	č.8	č.9	č.10	č.11	č.12	č.1	č.2	č.3	č.4	č.5	č.6	č.7	č.8	č.9	č.10	č.11	č.12
1.	<i>Aegopinella</i> sp. (Lindholm, 1927)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	2	0	0
2.	<i>Alinda biplicata</i> (Montagu, 1803)	0	33	0	0	0	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	38	0	0
3.	<i>Cepaea hortensis</i> (O. F. Müller, 1774)	2	9	2	20	2	3	31	47	41	57	12	32	1	0	0	8	-	0	6	10	1	11	4	6
4.	<i>Cochlicopa lubrica</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
5.	<i>Fruticicola fruticum</i> (O. F. Müller, 1774)	1	6	0	0	0	0	2	10	1	51	8	32	0	0	0	0	-	0	0	0	0	10	0	5
6.	<i>Helix pomatia</i> (Linnaeus, 1758)	0	43	4	12	8	3	23	22	4	17	3	46	0	1	0	9	-	0	0	1	1	0	2	4
7.	<i>Monachoides incarnatus</i> (O. F. Müller, 1774)	0	3	1	36	0	1	28	27	70	13	18	25	0	0	0	17	-	0	4	5	3	7	0	6
8.	<i>Oxychilus</i> sp. (Fitzinger, 1833)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	<i>Nesovitrea hammonis</i> (Ström, 1765)	0	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	-	0	0	0	0	0	0	2
10.	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	13	0	0	0	0	0
11.	<i>Trochulus hispidus</i> (Hartmann, 1840)	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
12.	<i>Urticicola umbrosus</i> (C. Pfeiffer, 1828)	10	0	2	11	0	0	3	24	14	27	18	70	0	0	0	4	-	0	3	0	0	6	5	34
13.	<i>Vallonia excentrica</i> (Sterki, 1893)	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-	0	0	0	0	0	0	0
14.	<i>Vallonia pulchella</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-	0	0	0	0	0	0	0
15.	<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
16.	<i>Vitrina pellucida</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	4	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	4	-	0	9	0	0	0	0	1
17.*	<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)*	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
18.	<i>Zonitoides nitidus</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0

*Pozn. Druh *Viviparus viviparus* byl pro práci vyřazen.

Příloha 5: Počty jedinců jednotlivých druhů v okolí odkaliště.

Biotop č. 1 – les podél cesty, č. 2 – zrekultivovaná louka, č. 3 – zalesněná stráň, č. 4 – louka, č. 5 – pole I., č. 6 – les s rákosinou, č. 7 – pole II. a biotop č. 8 – alej.

č.	název druhu	ruční sběry								prosevy							
		č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8
1.	<i>Aegopinella</i> sp. (Lindholm, 1927)	0	0	0	6	0	16	0	15	0	0	0	0	0	10	0	6
2.	<i>Cepaea hortensis</i> (O. F. Müller, 1774)	355	9	189	47	0	37	0	34	65	2	12	11	0	3	0	7
3.	<i>Cochlicopa lubrica</i> (O. F. Müller, 1774)	0	29	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
4.	<i>Fruticicola fruticum</i> (O. F. Müller, 1774)	104	0	39	34	0	64	0	58	12	0	4	7	0	5	0	8
5.	<i>Helix pomatia</i> (Linnaeus, 1758)	58	6	47	6	0	7	0	71	6	0	1	0	0	0	0	4
6.	<i>Monachoides incarnatus</i> (O. F. Müller, 1774)	66	0	22	29	0	92	0	39	10	0	5	6	0	8	0	10
7.	<i>Perpolita hammonis</i> (Ström, 1765)	0	29	0	0	0	0	0	2	2	0	7	0	0	0	0	0
8.	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
9.	<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10.	<i>Urticicola umbrosus</i> (C. Pfeiffer, 1828)	25	1	135	22	0	29	0	1	1	0	21	16	0	0	0	3
11.	<i>Vallonia costata</i> (O. F. Müller, 1774)	0	12	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12.	<i>Vallonia excentrica</i> (Sterki, 1893)	0	10	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
13.	<i>Vallonia pulchella</i> (O. F. Müller, 1774)	0	37	1	1	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0
14.	<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.	<i>Vitrina pellucida</i> (O. F. Müller, 1774)	0	95	0	3	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0

Příloha 6: Hodnoty vztahující se k vlivu indikačních druhů rostlin na distribuci jednotlivých druhů měkkýšů (DVOŘÁČKOVÁ *et al.* 2016).

Name	Explains %	Contribution %	pseudo-F	P
<i>Galium aparine</i> agg.	27.1	27.1	2.6	0.022
<i>Epilobium montanum</i>	26.0	26.0	3.3	0.004
<i>Euphorbia esula</i> agg.	16.9	16.9	2.8	0.016
<i>Rubus</i> sect. <i>Rubus</i>	13.0	13.0	3.1	0.036

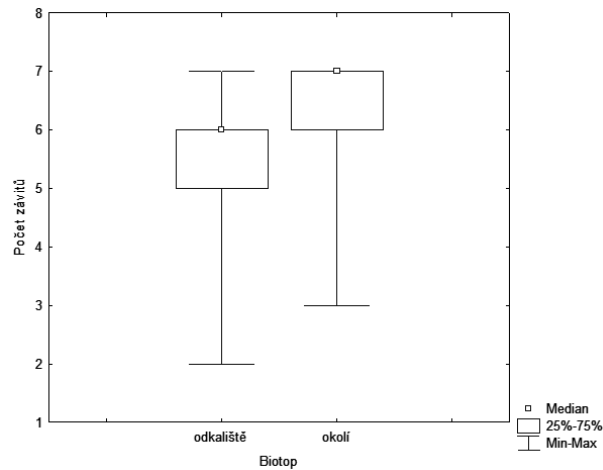
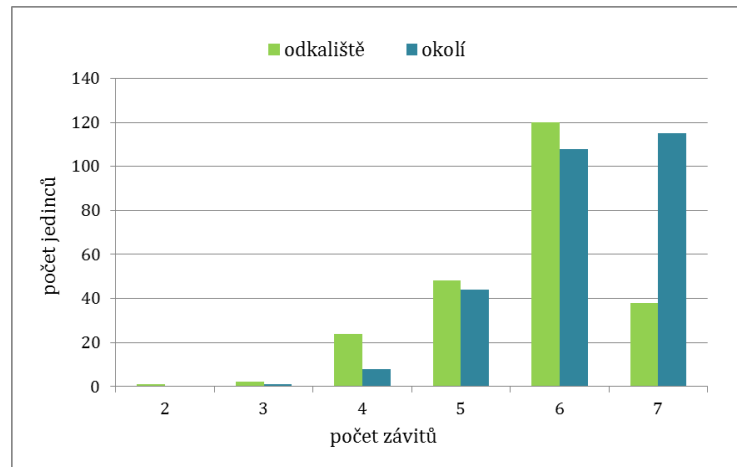
Příloha 7: Počty zaznamenaných druhů cévnatých rostlin v biotopech na odkališti (archofyty, neofyty, invazivní a ohrožené druhy), stromové patro (E3), keřové patro (E2) a bylinné patro (E1), Ellenbergovy hodnoty, počet druhů měkkýšů s Shannon–Wiener indexem a počet druhů mravenců s Shannon–Wiener indexem (DVOŘÁČKOVÁ *et al.* 2016).

Sub-area	Vascular plants	Archaeophytes	Neophytes	Invasive taxons	Endangered	Layer E3 (%)	Layer E2 (%)	Layer E1 (%)	Sh.-Wien. Index	Light	Temperature	Continentality	Moisture	Soil reaction	Nutritions	Moluscs	Sh.-Wien. Index	Ants	Sh.-Wien. Index
1	24	4	1	1	2	0	2	95	3.18	7.11	5.61	4.6	5.83	6.92	6.29	3	1,01	5	1,49
2	13	0	1	1	0	60	15	20	2.56	6.80	5.71	4.75	4.50	4.75	4.17	6	1,75	7	1,77
3	20	0	2	2	1	40	20	10	3.00	6.93	5.60	4.67	4.91	5.90	4.00	4	1,01	6	1,58
4	112	15	9	10	3	15	20	85	4.72	6.93	5.36	3.90	5.22	6.81	5.76	13	2,46	11	1,92
5	59	4	7	4	1	45	15	55	4.08	7.18	5.84	4.21	4.94	6.04	4.61	3	1,35	13	1,91
6	87	5	7	7	1	70	20	90	4.47	7.05	5.67	4.02	5.29	6.11	5.06	8	1,86	18	2,41
7	60	8	7	8	2	90	15	80	4.09	6.92	5.69	3.97	5.18	6.92	6.23	6	1,27	11	2,17
8	53	3	3	3	2	70	60	50	3.97	7.00	5.62	4.17	5.19	5.96	5.11	6	1,66	17	2,43
9	59	4	4	5	3	20	70	60	4.06	6.45	5.48	4.05	6.00	6.64	6.50	11	2,24	6	1,49
10	44	5	3	4	1	10	20	70	3.78	7.18	5.61	4.15	5.15	6.46	5.66	6	1,74	5	1,55

Příloha 8: Tabulky znázorňující kolik procent z celkové populace se dožilo jakého věku podle růstového stádia, které bylo stanoveno dle míry vytvořeného obústí.

	mohlo být nakladeno (průměr počtu vajíček podle WELTER-SCHULTES 2012)	kolik % z celkové populace v tom věku zemřelo	kolik % z celkové populace se dožilo toho věku	pravděpodobnost, že jedinec přežije daný věk (když už se ho dožil) = věkově specifické přežívání
	odkaliště			
vajíčka	5560	0,96210417	1	0,0378958
úplně nevyvinuté obústí	61	0,01055546	0,03789583	0,7336245
částečně vytvořené obústí	19	0,00328777	0,02734037	0,8797468
úplně hotové obústí	139	0,0240526	0,024052604	0
	okolí			
vajíčka	5560	0,95107766	1	0,0489223
úplně nevyvinuté obústí	109	0,01864523	0,04892	0,9813548
částečně vytvořené obústí	38	0,00650017	0,03028	0,7853107
úplně hotové obústí	139	0,02377694	0,02378	0

Příloha 9: Zastoupení jednotlivých velikostních kategorií druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí.



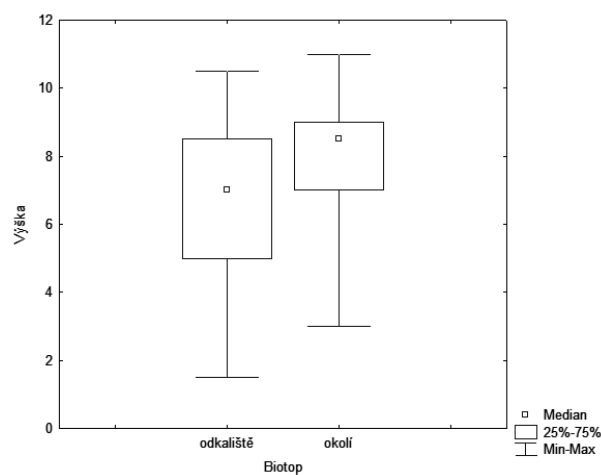
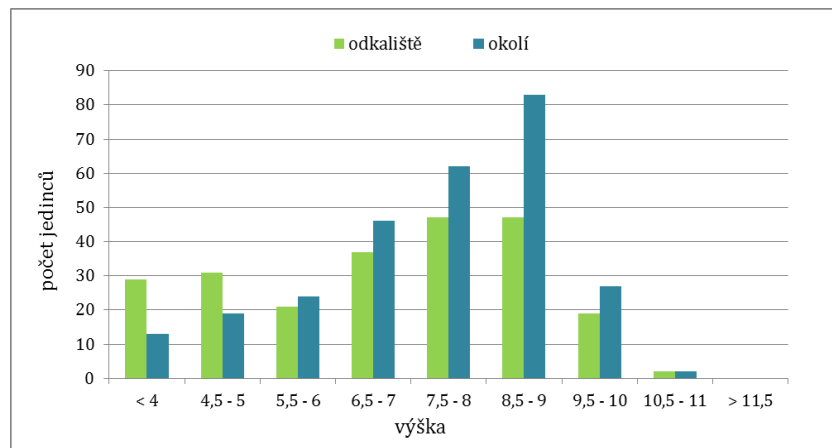
Příloha 10: Analýza rozdílů v počtu závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti ve Chvaleticích, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	2	4	7	8	9	10	11	12
2		1	1	1	1	1	1	1
4	1		0,559245	1	1	0,384011	0,493756	1
7	1	0,559245		0,372176	0,928878	1	0,001902	0,184912
8	1	1	0,372176		1	0,2529	1	1
9	1	1	0,928878	1		0,617862	0,176036	1
10	1	0,384011	1	0,2529	0,617862		0,001882	0,132003
11	1	0,493756	0,001902	1	0,176036	0,001882		1
12	1	1	0,184912	1	1	0,132003	1	

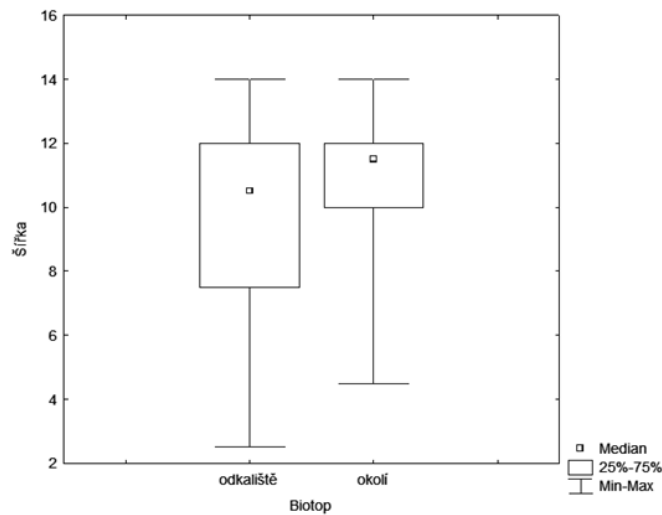
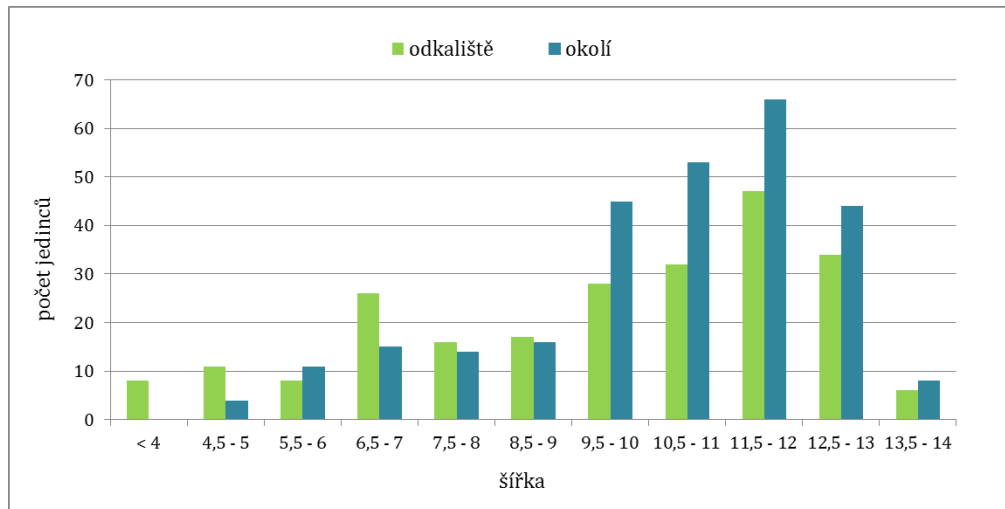
Příloha 11: Analýza rozdílů v počtu závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	1	3	4	6	8
1		0,0206	0,1147	1	1
3	0,0206		1	0,00036	0,15902
4	0,1147	1		0,0026	0,65616
6	1	0,0004	0,0026		0,69345
8	1	0,159	0,6562	0,69345	

Příloha 12: Zastoupení jednotlivých výškových kategorií (v mm) druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí.



Příloha 13: Zastoupení jednotlivých kategorií šířky (v mm) druhu *M. incarnatus* na odkališti a v jeho okolí.



Příloha 14: Analýza rozdílů ve výšce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	2	4	7	8	9	10	11	12
2		1	1	1	1	0,81612	1	1
4	1		1	1	1	0,95828	0,65191	1
7	1	1		0,17187	1	1	0,08013	1
8	1	1	0,17187		0,92327	0,01627	1	1
9	1	1	1	0,92327		1	0,39159	1
10	0,8	0,95828	1	0,01627	1		0,00838	0,19266
11	1	0,65191	0,08013	1	0,39159	0,00838		1
12	1	1	1	1	1	0,19266	1	

Příloha 15: Analýza rozdílů ve výšce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	1	3	4	6	8
1		0,0002	0,000001	1	1
3	0		1	0,01152	0,00195
4	0	1		0,00014	2,5E-05
6	1	0,0115	0,000141		1
8	1	0,0019	0,000025	1	

Příloha 16: Analýza rozdílů v šířce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	2	4	7	8	9	10	1	12
2		1	1	1	1	1	1	1
4	1		1	1	1	0,47035	0,9547	1
7	1	1		0,00778	1	1	0,01344	0,28985
8	1	1	0,0078		0,77484	0,00408	1	1
9	1	1	1	0,77484		0,41114	0,69096	1
10	1	0,4703	1	0,00408	0,41114		0,00571	0,11082
11	1	0,9547	0,0134	1	0,69096	0,00571		1
12	1	1	0,2898	1	1	0,11082	1	

Příloha 17: Analýza rozdílů v šířce schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	1	3	4	6	8
1		0,000096	0	0,005477	1
3	0		1	0,353099	0,003227
4	0	1		0,002472	0,000004
6	0	0,353099	0,002472		0,218319
8	1	0,003227	0,000004	0,218319	

Příloha 21: Analýza poměrů mezi výškou a šířkou schránky *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	1	3	4	6	8
1		0	1	0,3724	1
3	0,4		0,9	0,0027	0,4415
4	1	1		0,8347	1
6	0,4	0	0,8		0,80625
8	1	0	1	0,8062	

Příloha 22: Analýza poměrů mezi šířkou schránky a počtem závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy na odkališti, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	2	4	7	8	9	10	11	12
2		1	1	1	1	0,4531	1	1
4	1		1	1	1	1	1	1
7	1	1		0,2082	1	1	1	1
8	1	1	0,2		1	0,0168	1	1
9	1	1	1	1		0,2216	1	1
10	0,5	1	1	0,0168	0,22164		0,4825	0,24843
11	1	1	1	1	1	0,4825		1
12	1	1	1	1	1	0,2484	1	

Příloha 23: Analýza poměrů mezi šířkou schránky a počtem závitů *M. incarnatus* mezi jednotlivými biotopy v okolí odkaliště, Kruskal-Wallisova ANOVA, vícenásobné porovnání p hodnot.

	1	3	4	6	8
1		0	0	0	1
3	0		0,2	1	0,051909
4	0	0		0,251176	0
6	0	1	0,3		0,000023
8	1	0	0	0,000023	

Příloha 24: Sledované parametry při rozpadu schránky druhu *M. incarnatus* (Obr. 1 až 10)



Obr. 1, 2 a 3: odlupování periostraka. Vlevo (Obr. 1) a uprostřed (Obr. 2) schránka v mokré půdě s nejnižším pH, vpravo (Obr. 3) v mokré půdě středního pH.



Obr. 4: Změna barvy, a zároveň proražení stěny schránky v mokré půdě pH 6,33.



Obr. 5: Tvorba okének.



Obr. 6 a 7: Proražení stěny schránky. Vlevo (Obr. 6) i vpravo (Obr. 7) schránka v mokré půdě s nejnižším pH.



Obr. 8 a 9: Proražení stěny schránky. Vlevo (Obr. 8) schránka v mokré půdě se středním pH a vpravo (Obr. 9) ulita v mokré půdě s nejnižším pH.



Obr. 10: Fragmentace vrcholu.