

Malakozologické okénko

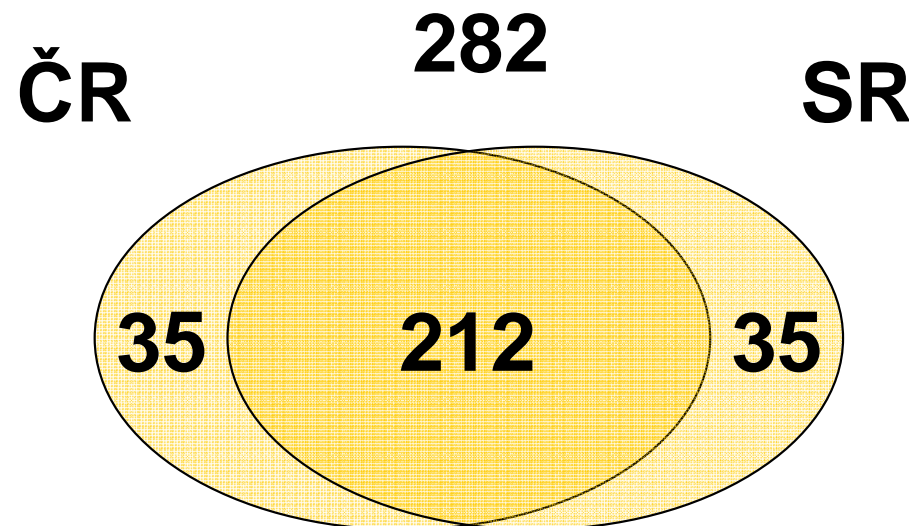
metody sběru terénních dat a několik případových studií

- diverzita v ČR a SR
- metody terénního průzkumu
- specifika konzervace
- ekologické nároky suchozemských plžů
- případové studie



Diverzita měkkýšů v ČR a SR

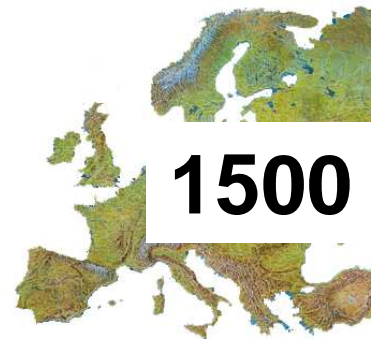
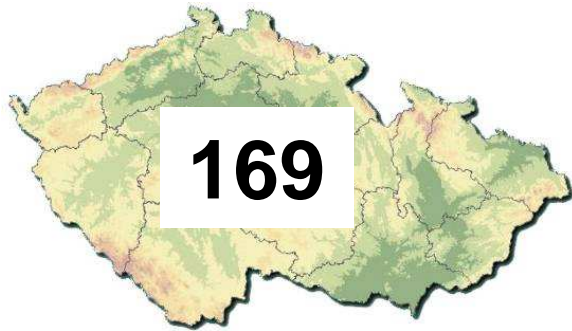
- **ČR: 247** druhů
 - 219 plžů: 50 vodních a 169 suchozemských
 - 28 mlžů
- **SR: 247** druhů
 - 219 plžů: 51 vodních a 168 suchozemských
 - 28 mlžů



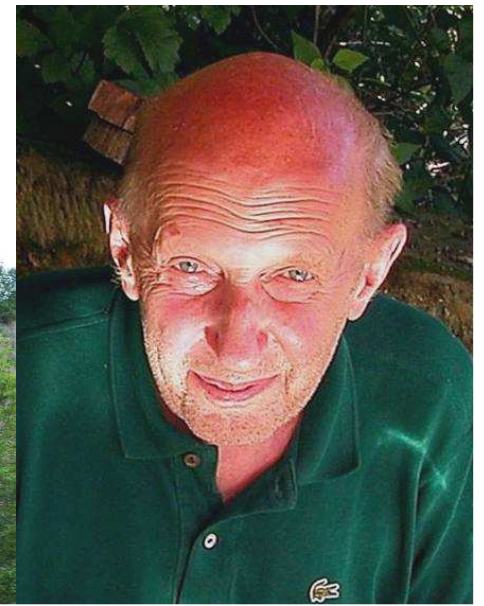
Porovnání počtu druhů měkkýšů České a Slovenské republiky

Počet druhů a historie výzkumu

- druhová bohatost suchozemských plžů



- více než 150letá tradice výzkumu měkkýšů u nás
- dr. **Vojen Ložek** - náš nejvýznamnější badatel, zakladatel moderní kvartérní malakozologie



Metody terénního průzkumu – terestrické biotopy

▪ **ruční sběr**

- pomůcky: kovové hrabátko, měkká pinzeta, epruvety, plátěné pytlíčky
- provedení: vytýčení plochy, prozkoumání všech typů mikrostanovišť, standardizace na čas (1-2 hodiny)

▪ **odběr půdní hrabanky**

- pomůcky: kovové hrabátko či lopatka, igelitka, rámeček
- provedení: vytýčení plochy, odběr veškerého materiálu do hloubky ca 5 cm, (oddělení hrubší frakce prosetím), uložení do igelitového pytle/tašky
- zpracování: usušení, prosetí, vyplavení, usušení, vytrídění

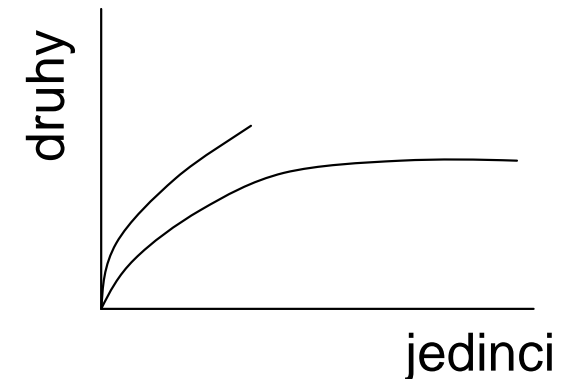
▪ **doplňkové/specifické**

- smýkadlo, mokrý prosev vegetace mokřadů a vlhkého listového opadu

Metody terénního průzkumu – terestrické biotopy

▪ optimalizace úsilí

- Cameron & Pokryszko (2005): jedinců 10x více než druhů a ne méně než 200 kusů
- verifikace pomocí rarefaction



Metody terénního průzkumu – vodní biotopy

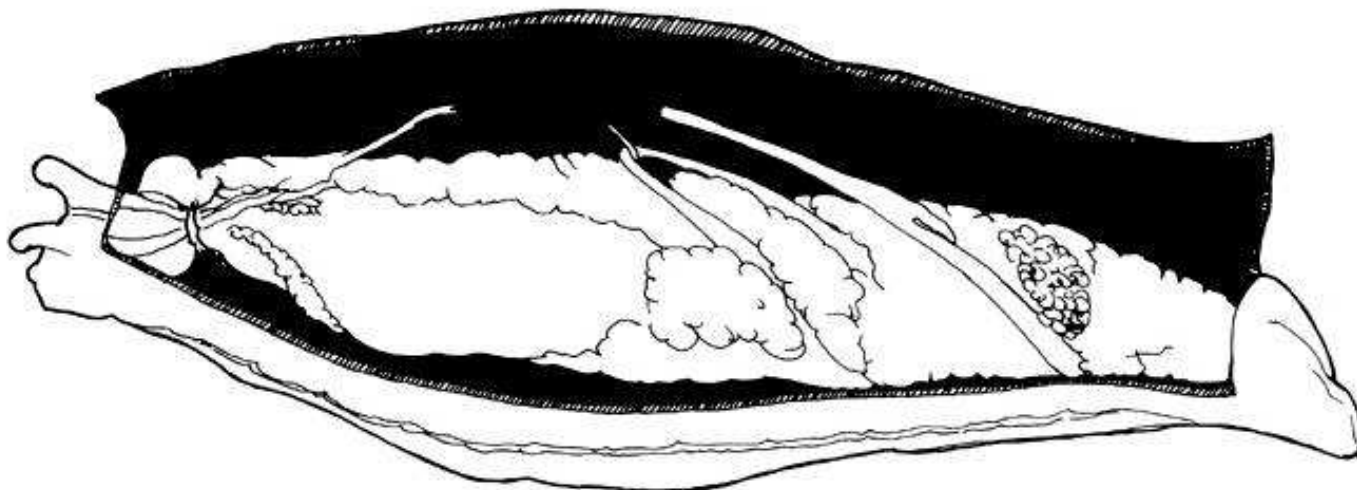
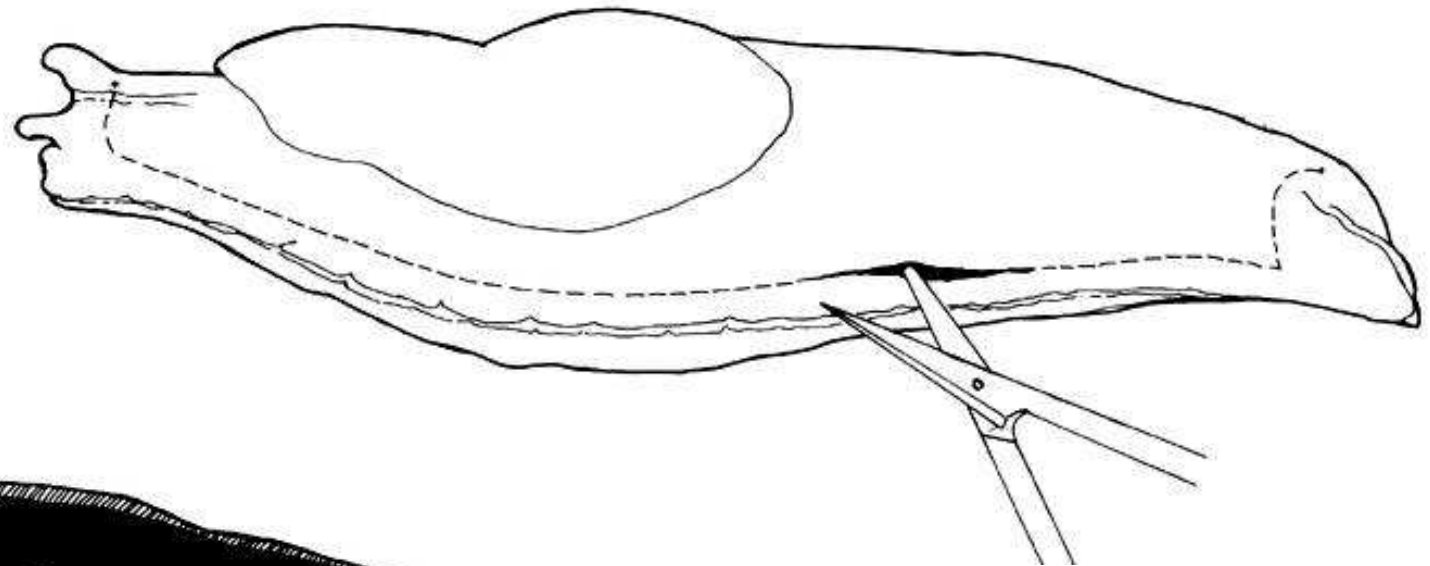
▪ ruční sběr

- pomůcky: kovové síto, ruční síť na rámu, měkká pinzeta, epruvety, plátěné pytlíčky
- provedení: prozkoumání všech typů mikrostanovišť, prohlížení vegetace, kamenů, dřev, promývání vegetace a sedimentů sítím/sítí, standardizace na čas/úsilí

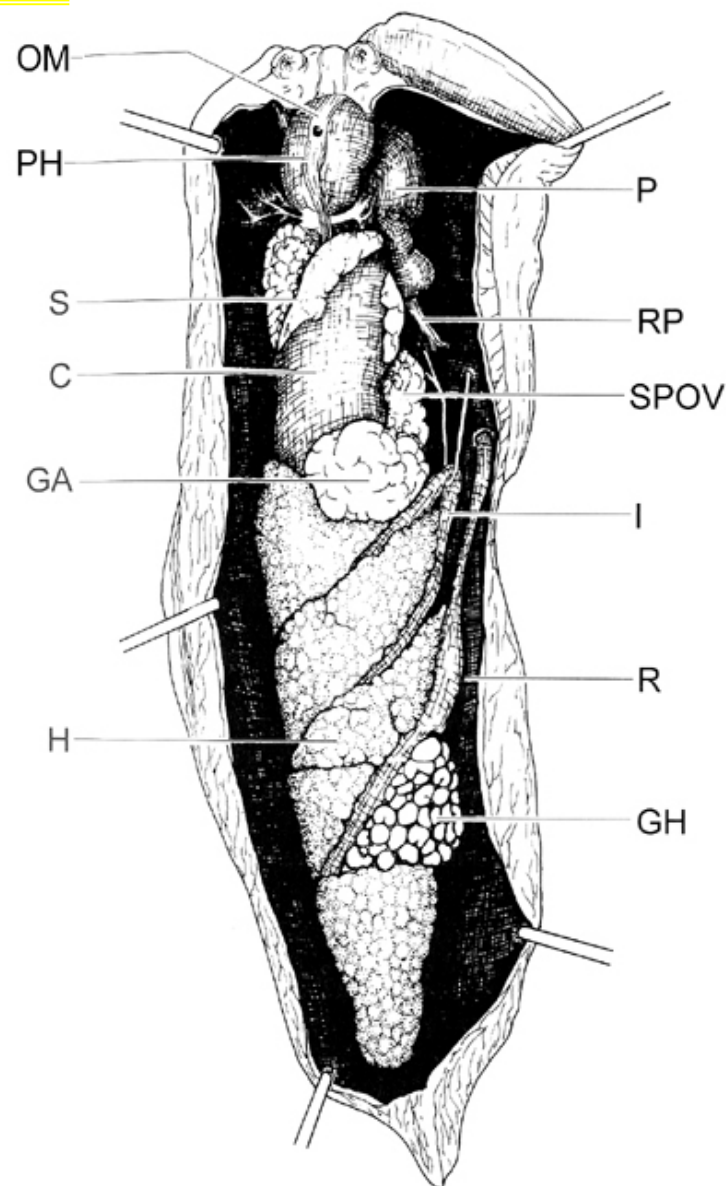
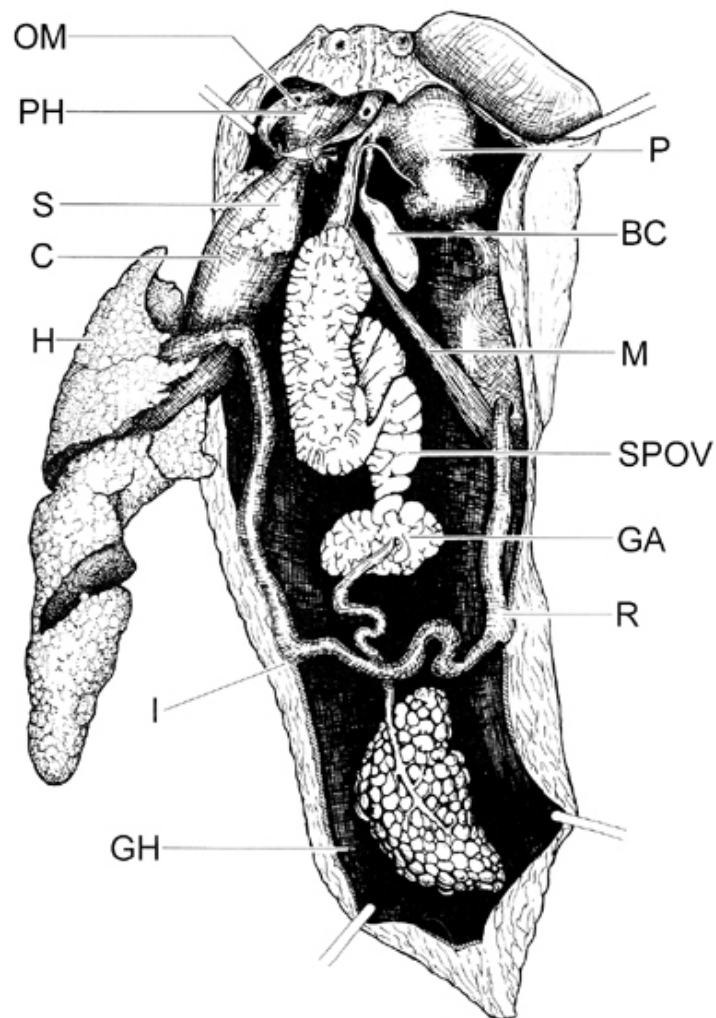
Fixace před pitvou

- ⊙ obecně je nutné před fixací plže utopit – relaxovat jeho tkáně, jinak dojde ke křečovitému scvrknutí a následně jsou tkáně tuhé, křehké a lámavé (po delší době mohou macerovat a hnít)
- ⊙ doba topení trvá okolo 1 dne, záleží na množství a teplotě vody (jde o obsah kyslíku), utopeného plže poznáme zpravidla tak, že se ve vodě bezvládně vznáší
- ⊙ u naháčů možné zjednodušení a urychlení:
 - usmrcení ve vodě sycené CO_2 (perlivá voda - udušení během několika minut)
 - po 15 min. převedení do ca 70% etanolu
- ⊙ plovatky je možné usmrtit vařící vodou a pak převést do lihu
- ⊙ suchozemské plže, hlavně menší doporučuji topit (je třeba hlídat - tělo rychle přehnije!)

- Ⓢ nastříhnout z levé strany u pravotočivých plžů (většina včetně všech naháčů) – vyústění a umístění přední části pohlavní soustavy je na pravé straně, (levotočivé /tj. i okružáci/ začínáme zprava)

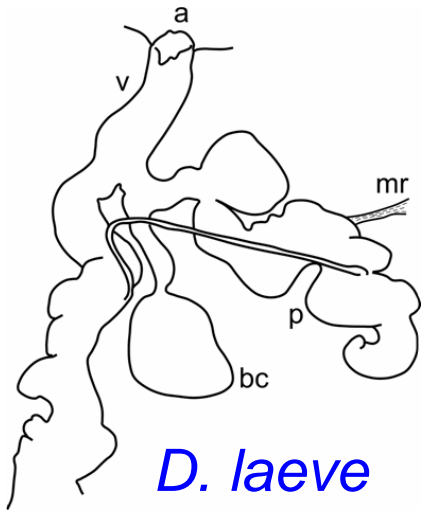


ukázka u r. *Deroceras*
(Wiktor 2000)

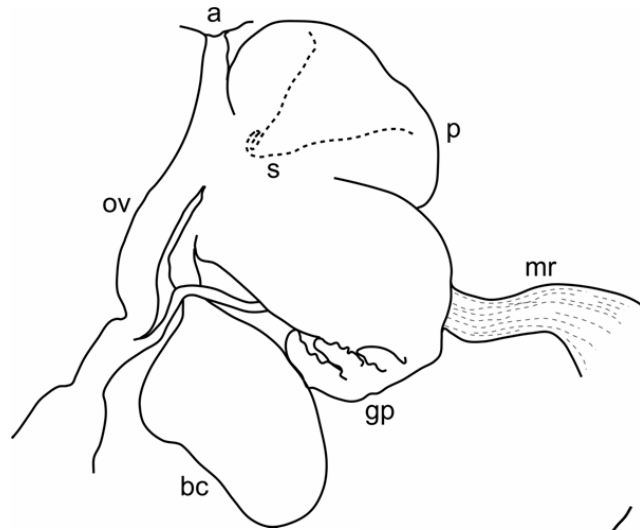


C - vole, **GA** – bílková žláza, **GH** – obojetná žláza, **H** - hepatopankreas, **I** - střevo, **OM** – horní tykadlo, **P** - penis, **PH** - hltan, **R** – rektální část střeva, **RP** – zatahovač penisu, **S** – slinné žlázy, **SPOV** - spermoviduct, (Wiktor 2000)

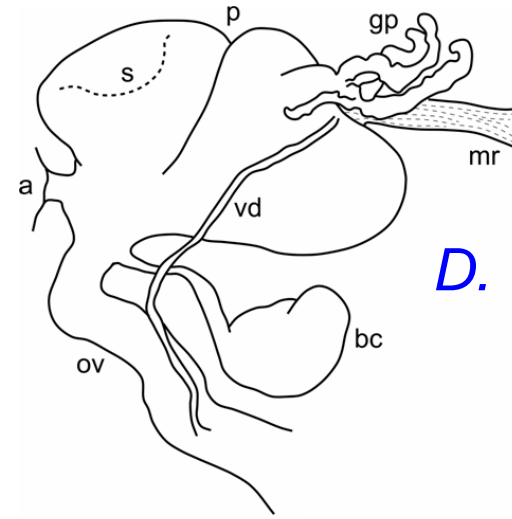
Variabilita penisů v r. *Deroceras*



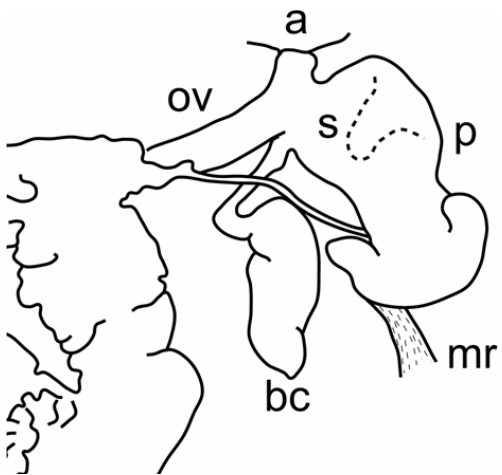
D. laeve



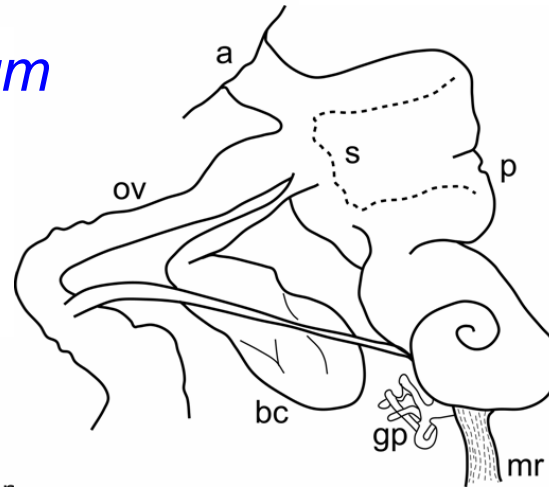
D. reticulatum



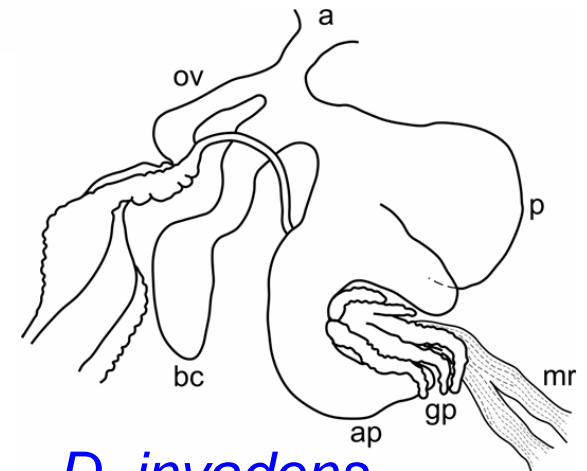
D. turcicum



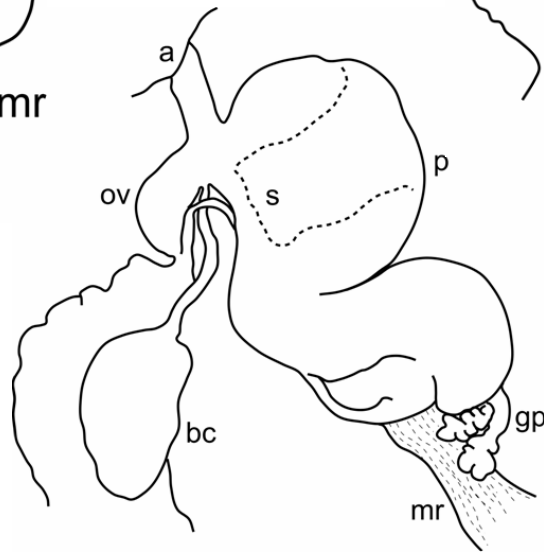
D. sturanyi



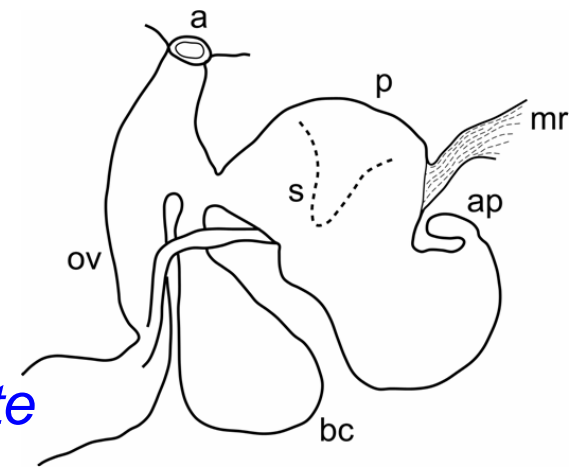
D. praecox



D. invadens



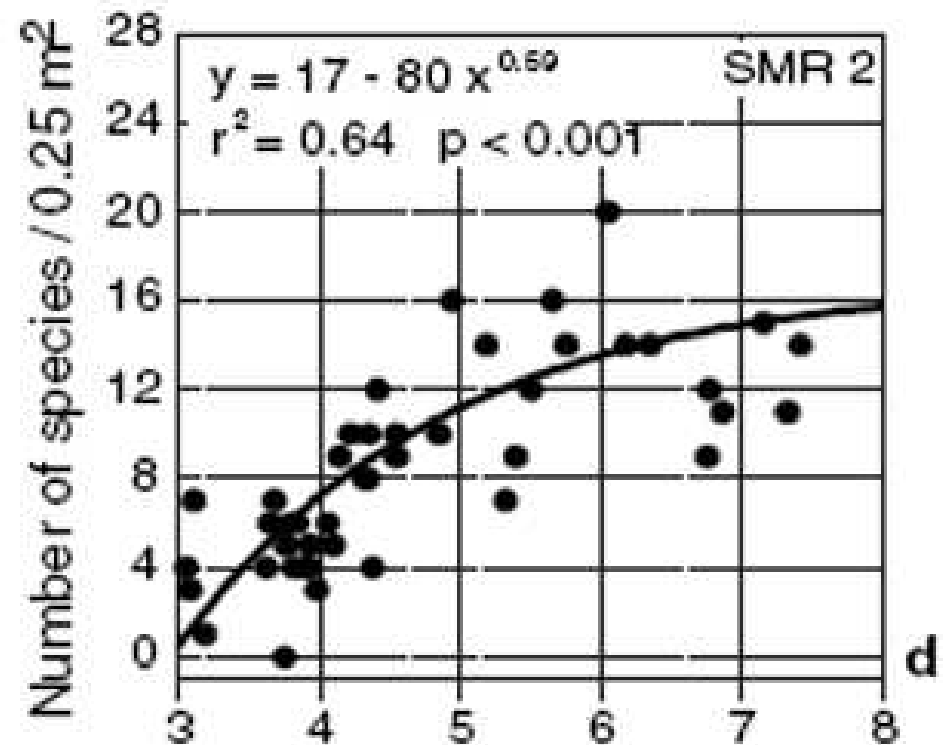
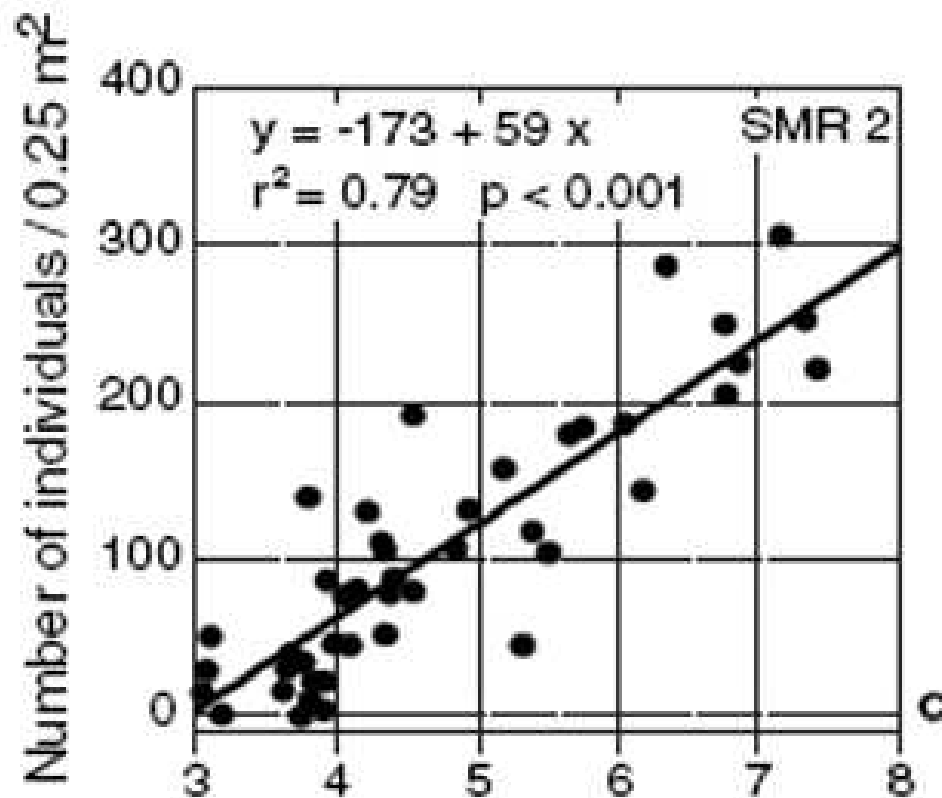
D. rodnae



D. agreste

- dobrá znalost autekologie – jasně definované hlavní ekologické faktory, společné pro většinu druhů

1. obsah dostupného vápníku

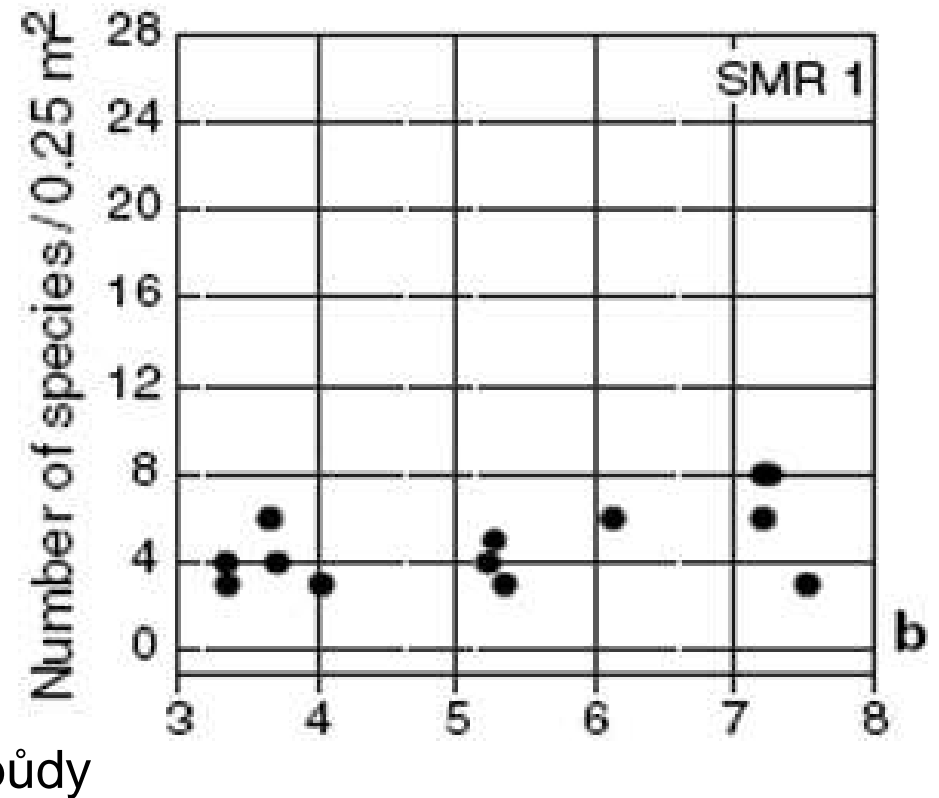
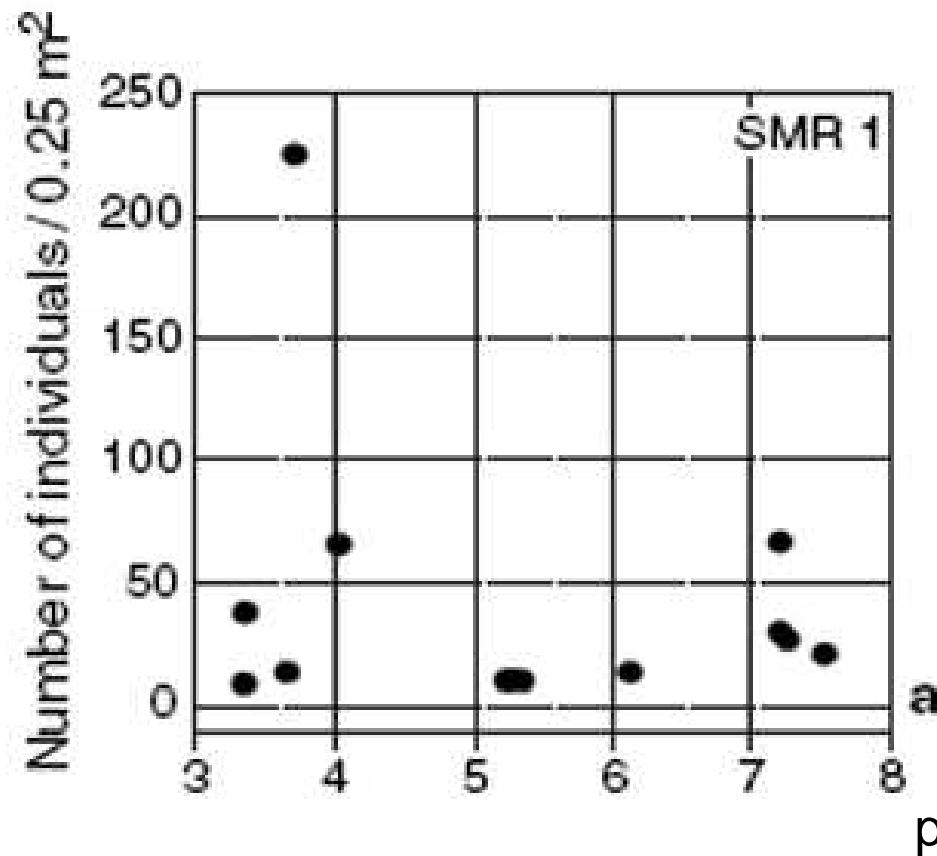


pH půdy

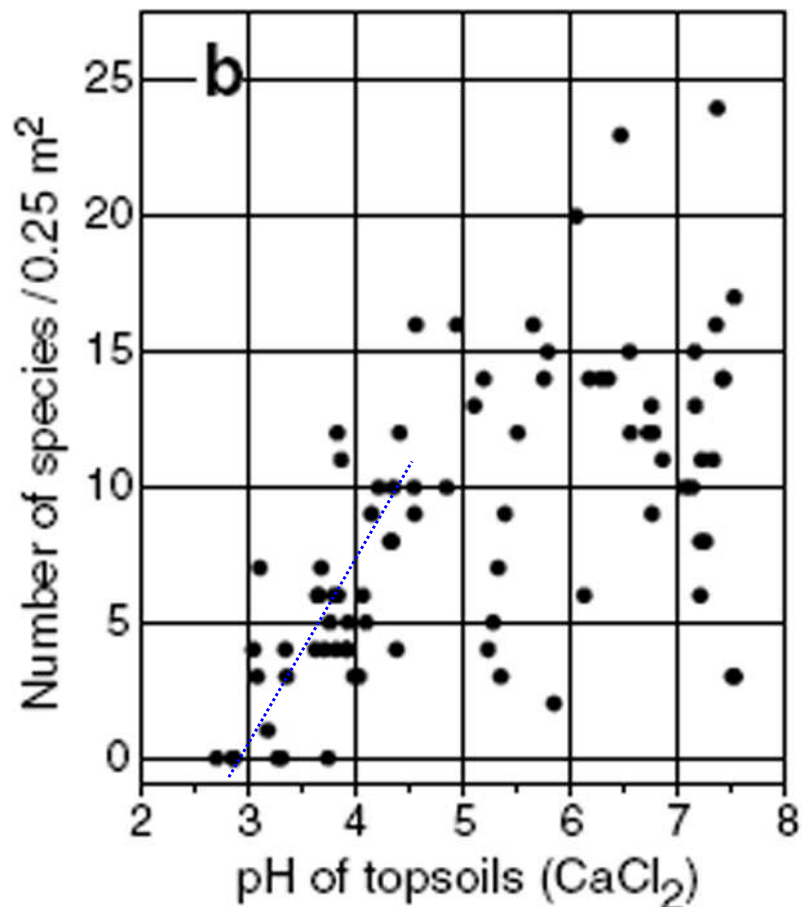
- dobrá znalost autekologie – jasně definované hlavní ekologické faktory, společné pro většinu druhů

1. obsah dostupného vápníku

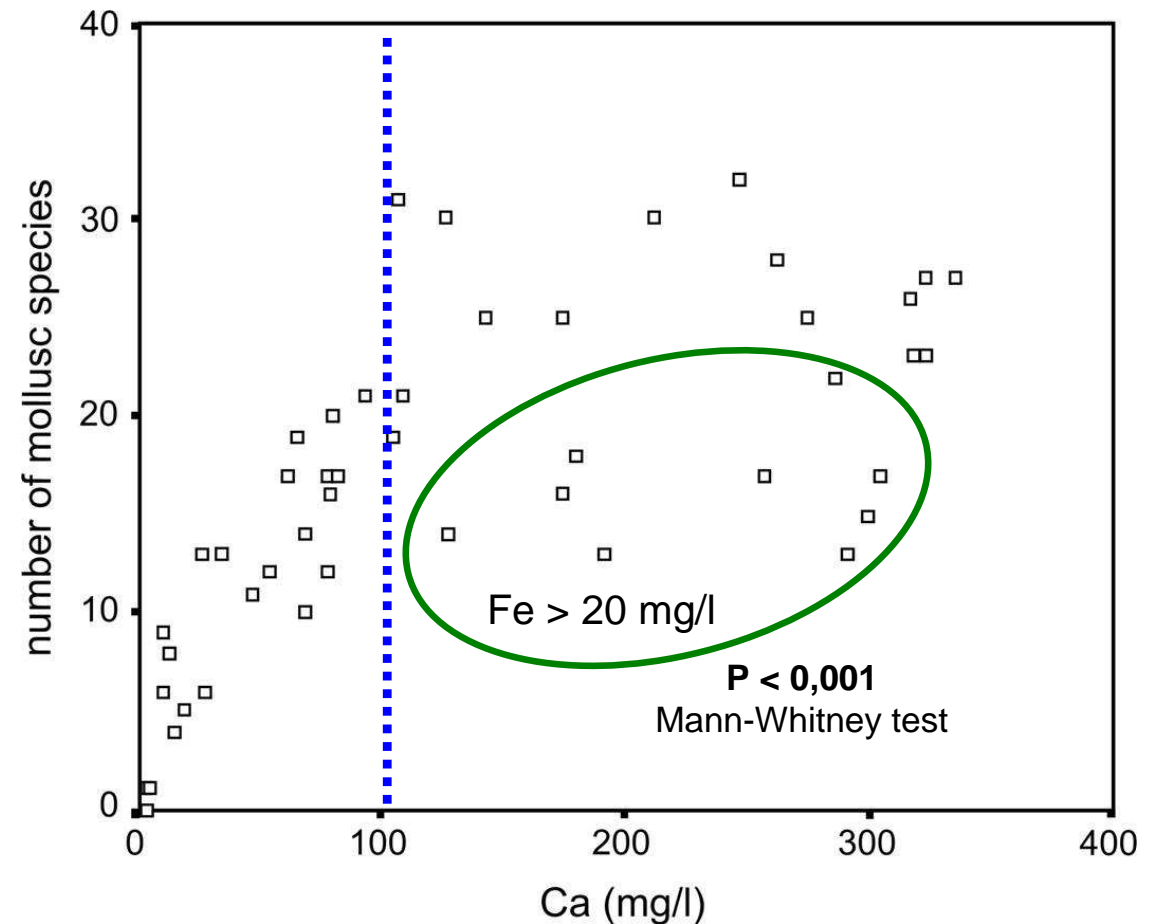
2. vlhkost



- obsah vápníku je převažujícím faktorem pouze, když není v nadbytku



(Martin & Sommer, 2004)



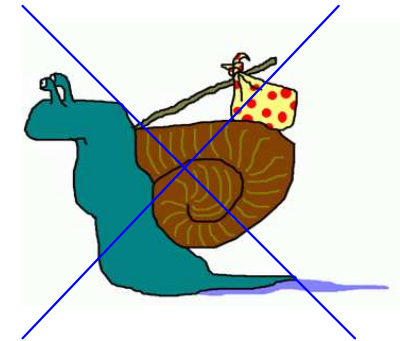
(Horsák & Hájek, 2003)

- dobrá znalost autekologie – jasně definované hlavní ekologické faktory, společné pro většinu druhů

1. obsah dostupného vápníku

2. vlhkost

3. zachovalost stanoviště



- relativně nízká mobilita a těsná vazba na stanoviště (např. dospělci závornatky *Bulgarica cana* urazili za den od 10-150 cm, za měsíc max. 20 m, M. Marzec, 2006)



Rychlost aktivního šíření - rekordy

- nízká mobilita, aktivní pohyb omezený (vazba na stanoviště)
 - *Achatina fulica*: 1,5 (dospělci) až 8,3 m (juvenilové) za den (Tomiyama & Nakane 1993)
 - *Cepaea nemoralis* a *Arianta arbustorum*: 50-100 cm za den, 5-20 m za rok (viz Baur & Baur 1993)
 - *Punctum pygmaeum*: cca 5 cm za 12 hodin (Baur & Baur 1988)
 - *Chondrina clienta*: 88-264 cm za rok (Baur & Baur 1995)
- rychlost souvisí s velikostí těla (drobní – velmi neefektivní)
- běžný „homeing“, ale spíše na úrovni druhu (disperze nižší)

cm



20



2,5



0,1



0,6



Limacus flavus

Možnosti pasivního šíření

- hydrochorně (plovoucí dřeva či ostrůvky, porézní horniny)
- anemochorně (na listech, tornáda)
- **exozoochorně** (ptáci, savci, obojživelníci, vodní hmyz)

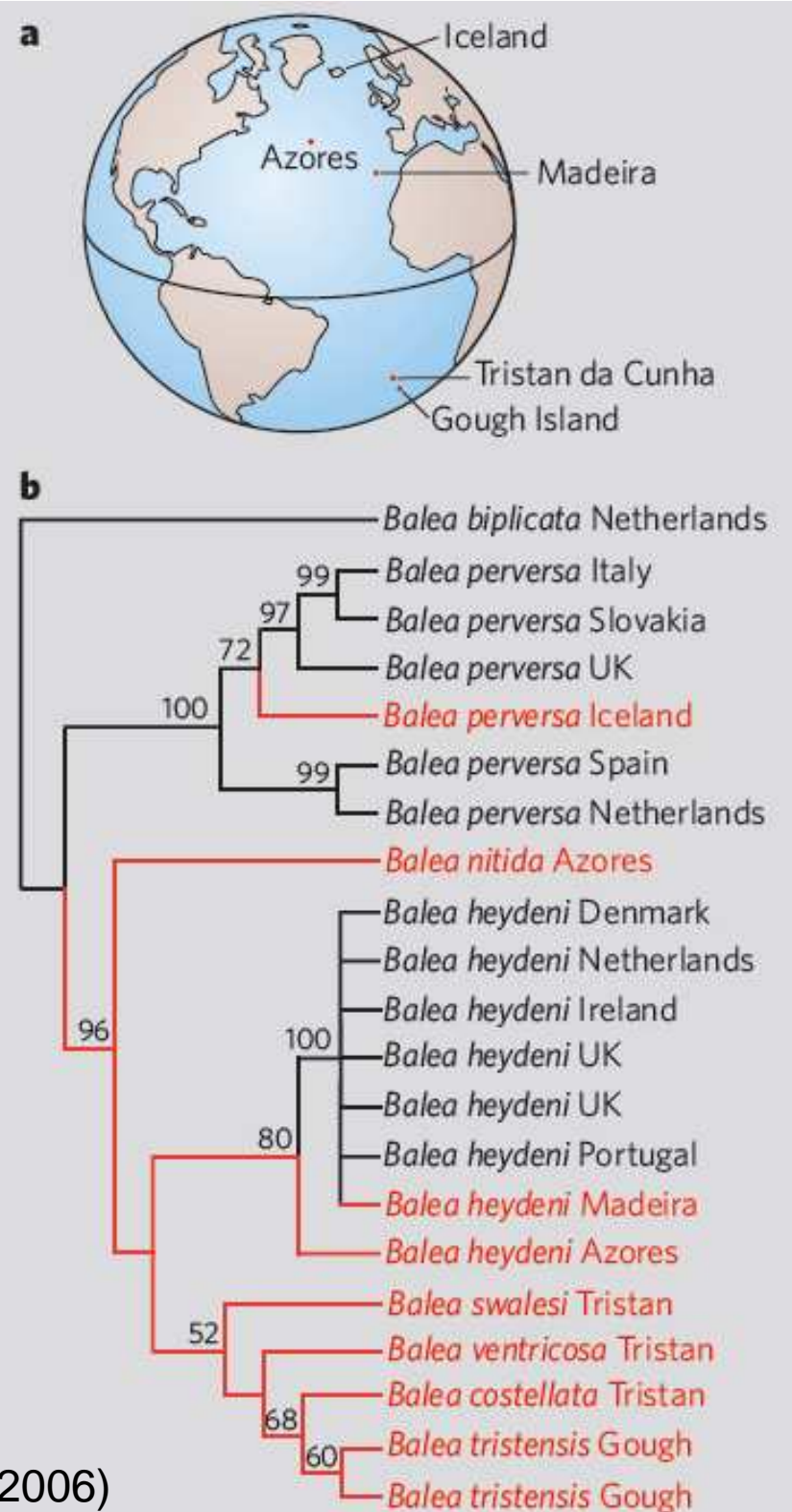
Balea sarsii (= *B. heydeni*)



“Pride Comes Before the Fall”
Marcus Gheeraert (1597)



(Gittenberger et al. 2006)



Možnosti pasivního šíření

Hypsipetes amaurotis (bulbulčík japonský)

- když plži prochází žaludkem (Wada et al. 2012)

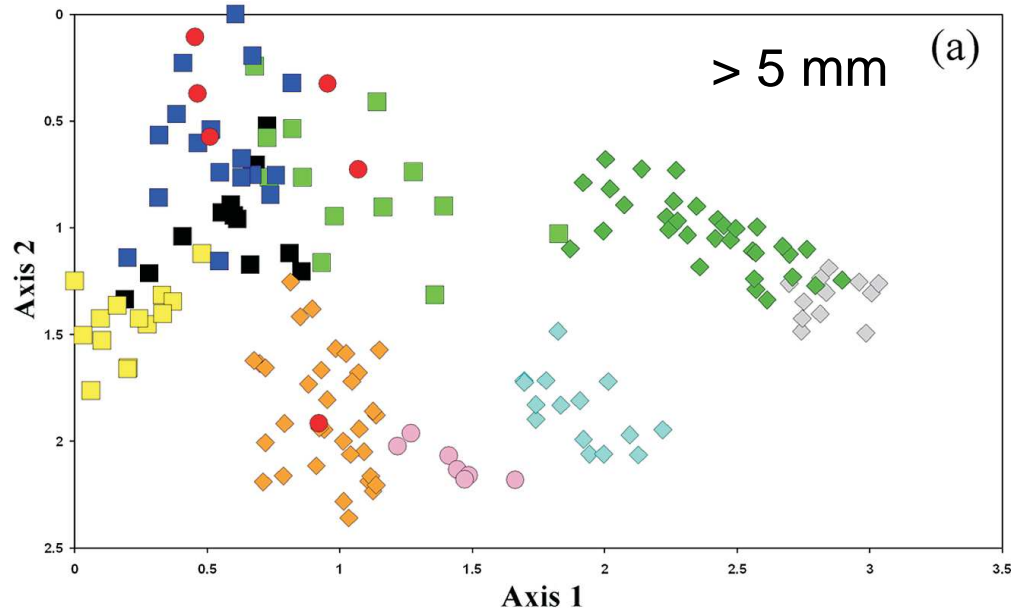


Zosterops japonicus (kruhoočko japonské)

plži *Tornatellides boeningi* v exkrementech

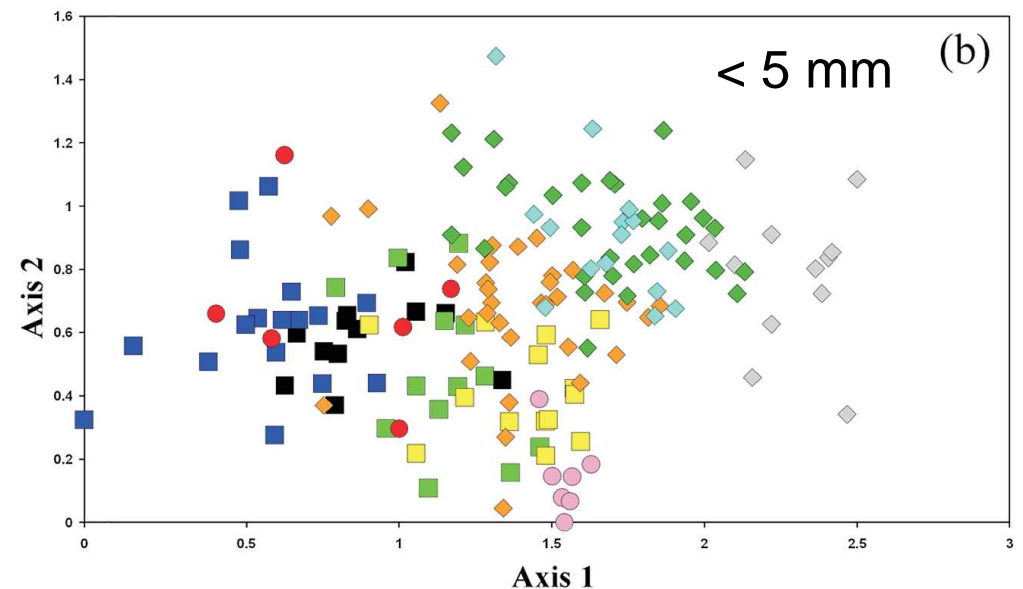
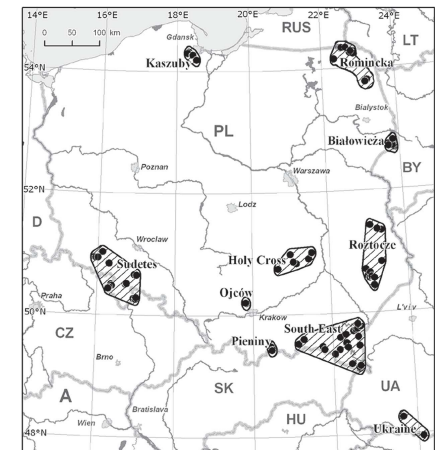
Biogeografické důsledky pasivního šíření

- s velikostí těla roste endemismus a biogeografický signál, malé druhy mají velké areály – hlavní jsou „niche-base processes“, fyziologická tolerance chladu



- DCA společenstev lesních plžů Polska, zvláště pro velké a malé druhy (symboly jsou označeny jednotlivé regiony)

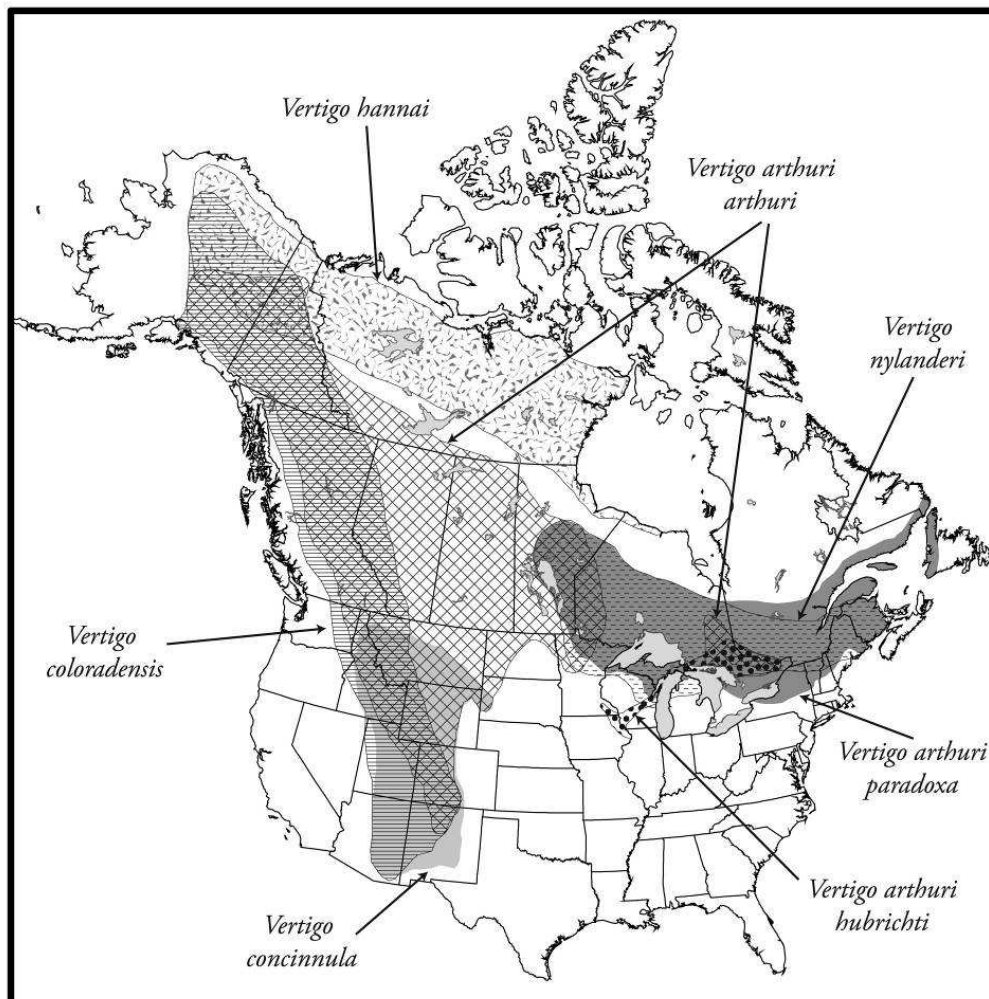
(Cameron et al. 2010)



Biogeografické důsledky pasivního šíření

- velké areály drobných druhů – holoarktické universum

tyto ulity jsou menší než 2,3 mm



(Nekola 2011, in litt.)

Vertigo arthuri
arthuri



Vertigo arthuri
hubrichti



Vertigo arthuri
paradoxa



Vertigo nylanderi



Vertigo hannai



Vertigo concinnula



Novodobé možnosti pasivního šíření

- transport s člověkem (Dörge et al. 1999 – review, Aubry et al. 2006)
- *Cornu aspersum* a *Helix lucorum* v Praze (Juříčková & Kapounek 2009, Peltanová et al. in prep.)



Cornu aspersum

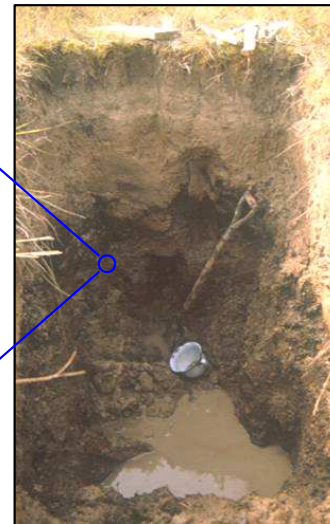


Helix lucorum

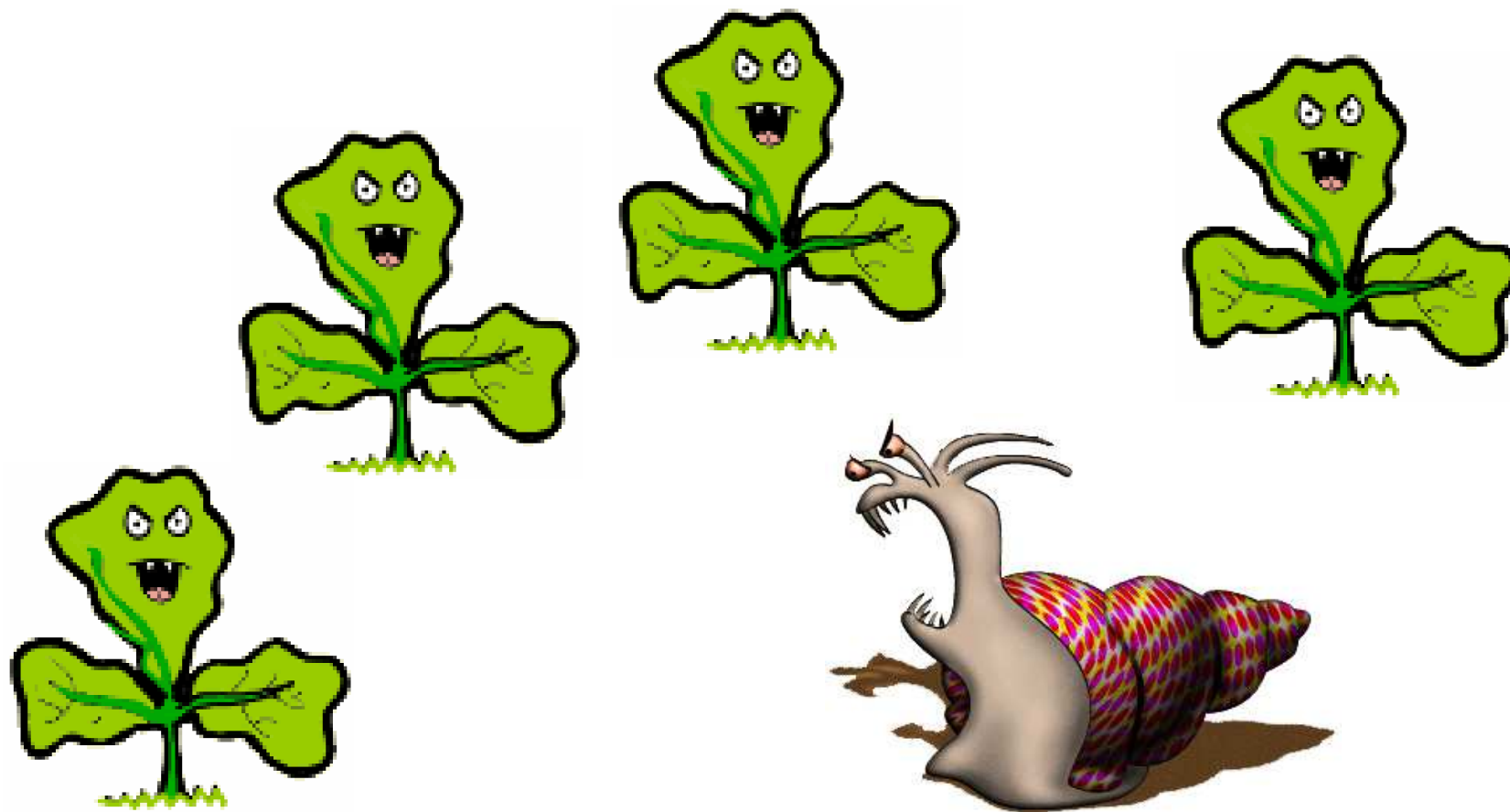


- nejbohatší by byly suťové pralesy na vápenci – u nás se nezachovaly (okolo 70 druhů)
- nejzachovalejší jsou u nás jedlobukové porosty (prales Boubín (okolo 40 druhů), Mionší (okolo 50 druhů))
- refugia a centra druhové diverzity jsou vložky suťových partií (čerstvý minerální podklad!), také díky přítomnosti javoru klenu
- naopak extrémně chudé jsou jehličnaté lesy a doubravy
 - výjimkou je pralesovitý a původní stav těchto lesních ekosystémů (zachovalé doubravy Křivoklátska, vysokobylinné smrčiny)
 - klíčový je substrát a struktura, po narušení je obnova původního stavu velmi zdlouhavá, případně nemožná

- ve vápnitém prostředí schránky dobře fosilizují
 - relativně velmi snadná determinace do druhové úrovně
 - přesná rekonstrukce je možná díky dobré prozkoumanosti a znalosti autekologie jednotlivých druhů
 - odráží poměry a vývoj konkrétní lokality
 - dobře indikují sukcesní stádium



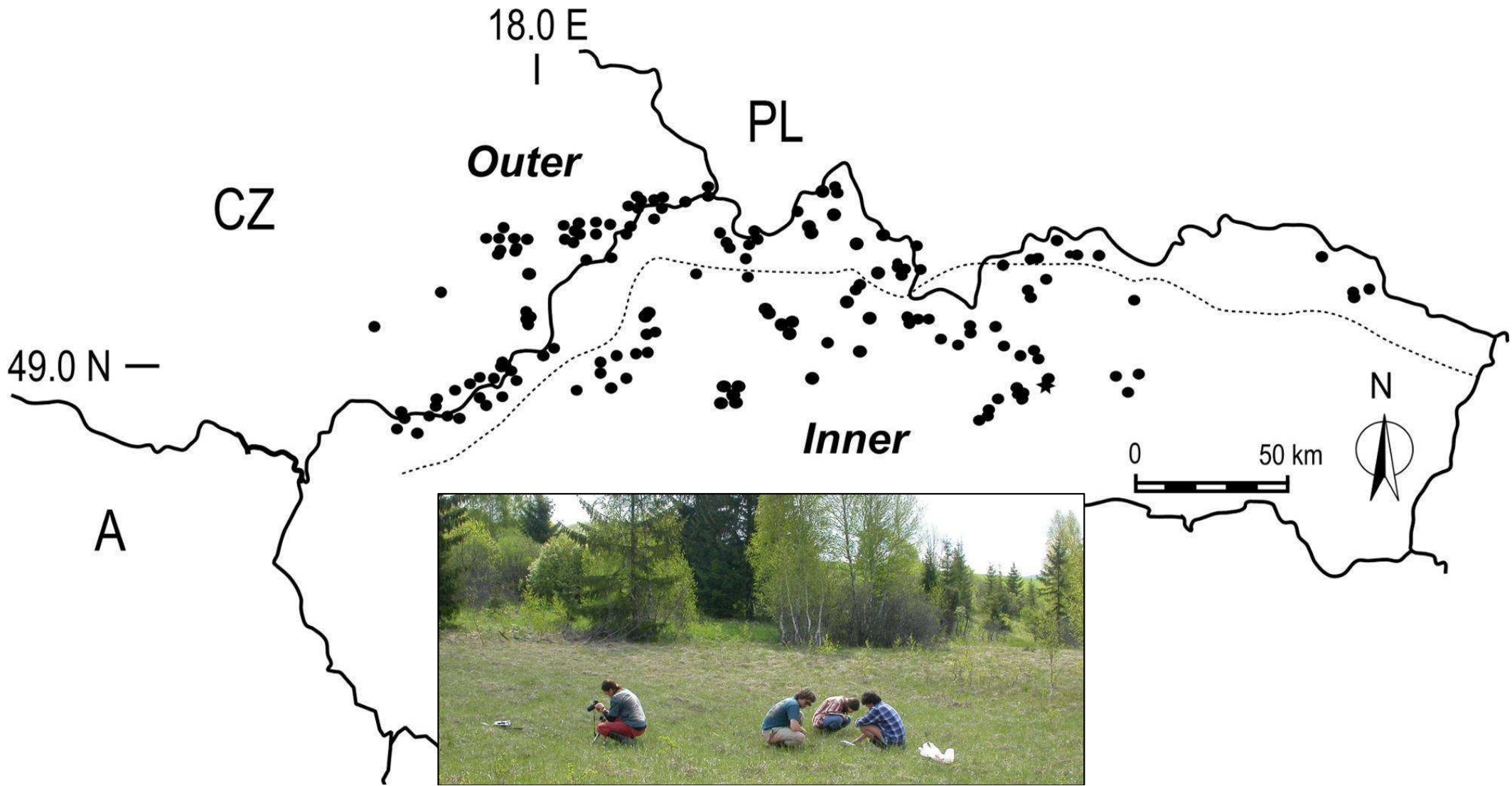
Vztahy mezi měkkýši a vegetací: srovnání změn druhové bohatosti a skladby



Rozmístění studovaných lokalit v Karpatech



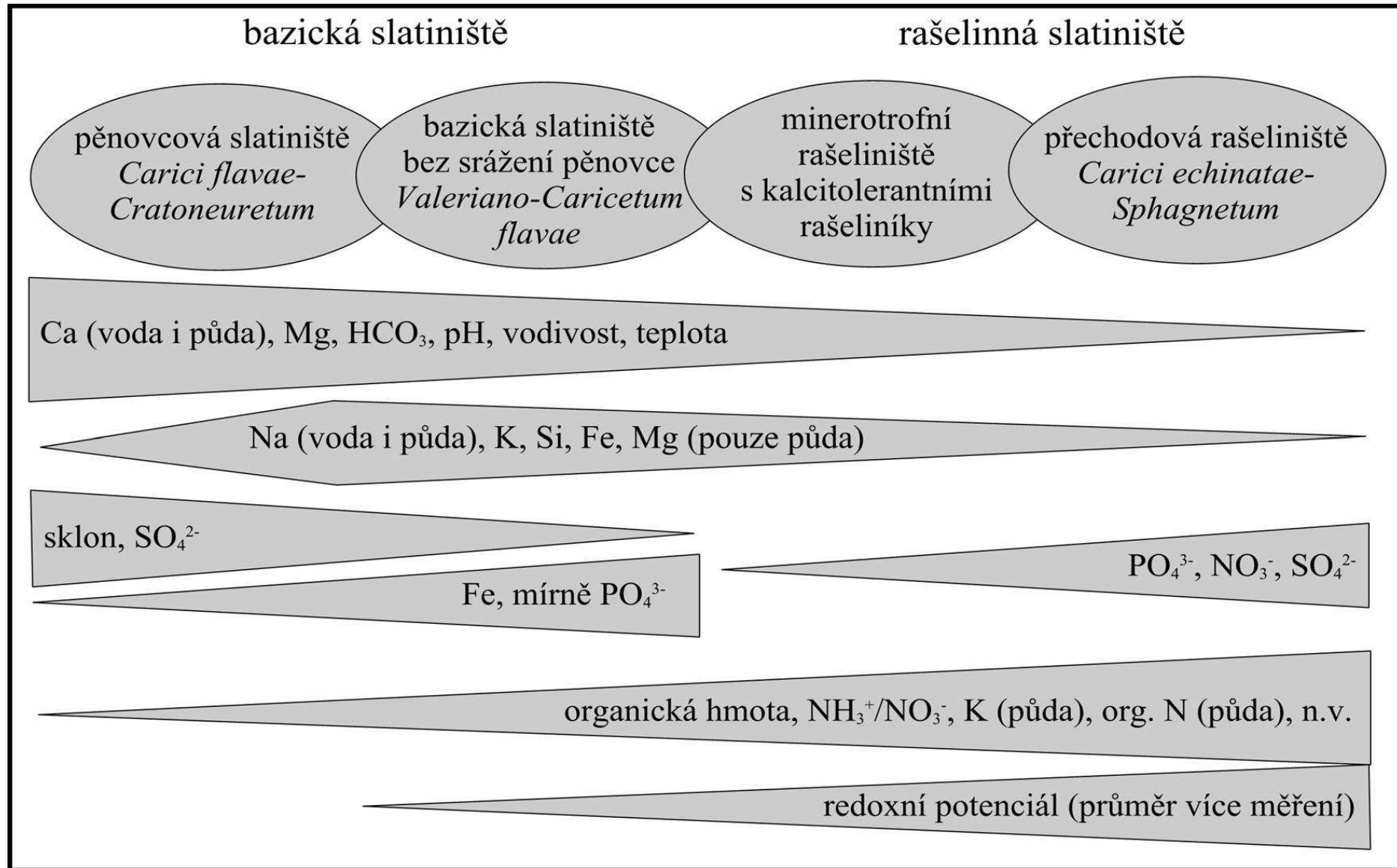
- Ⓢ kompletně zpracováno 165 lokalit, 2000-2007
- Ⓢ měkkýši, vegetace, faktory prostředí, klimatické faktory
- Ⓢ 59 druhů, 2.603 nálezů, 102.439 kusů



Základní charakteristika studovaných slatinišť



- změny vegetace a malakofauny odráží hlavní ekologický gradient – tzv. **minerálně-trofický gradient** (Malmer 1986)



Krajní typy slatinišť



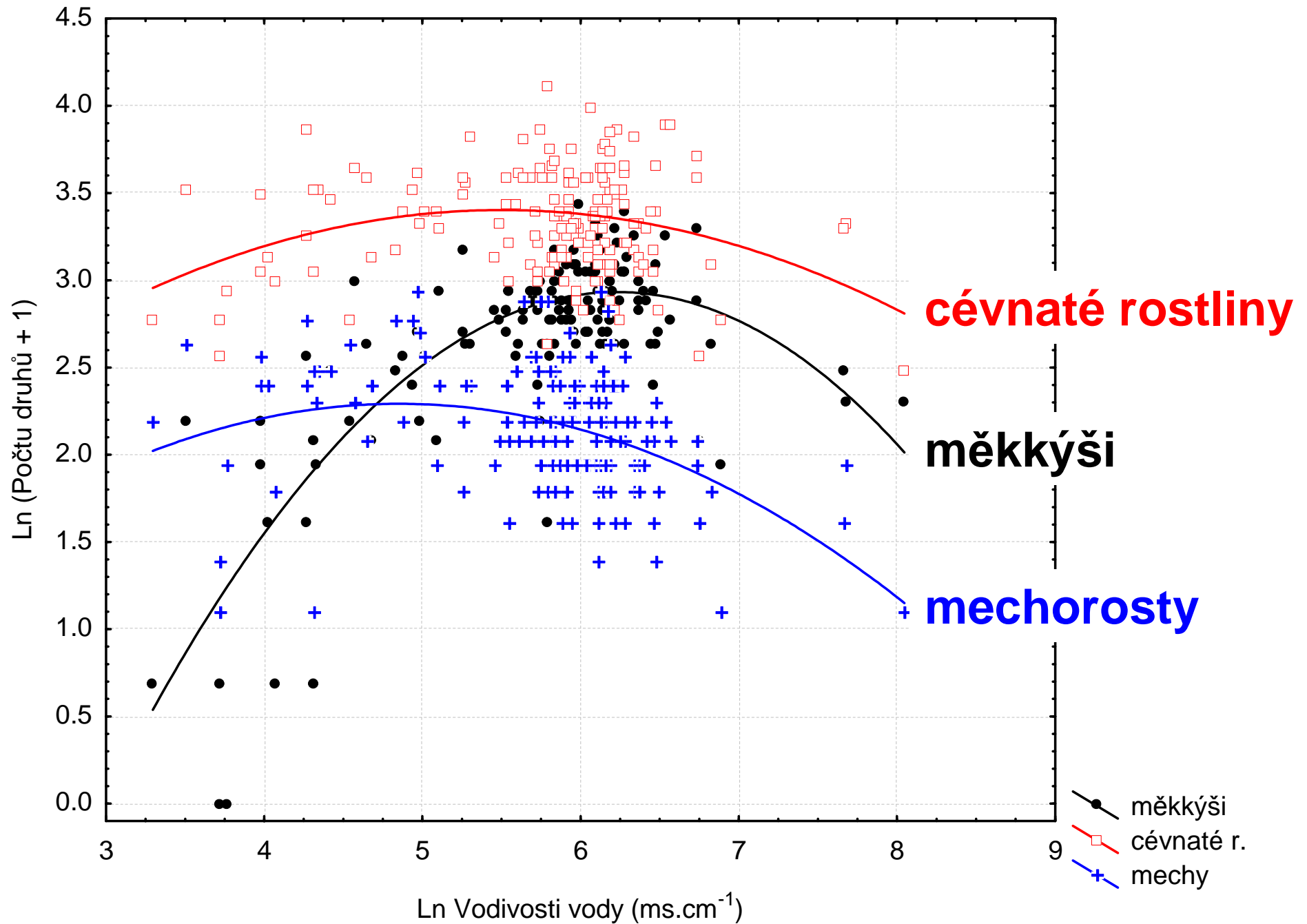
přechodová rašeliniště

vápník

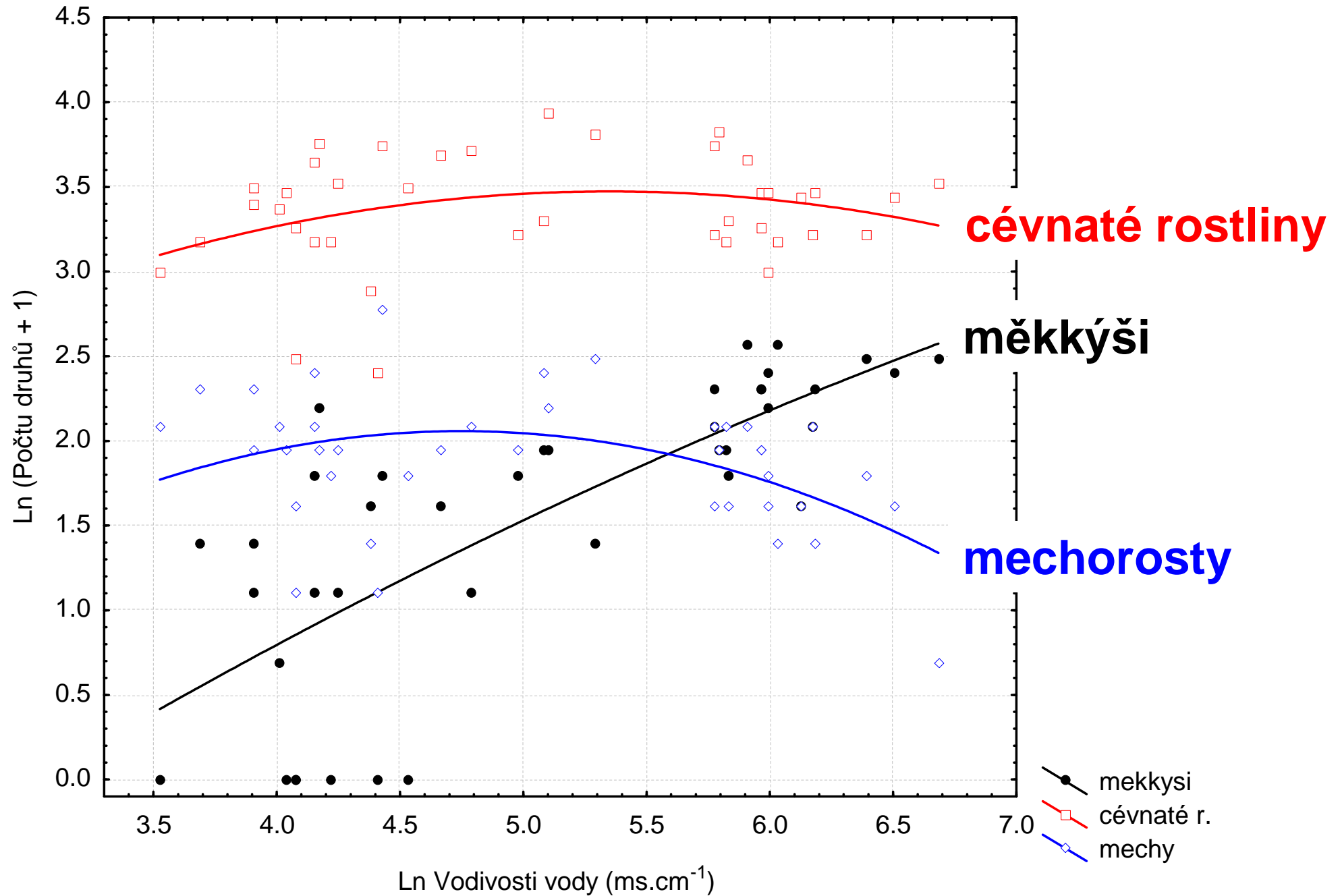
pěnovcová slatiniště



Vápnitost a druhová bohatost - Karpaty



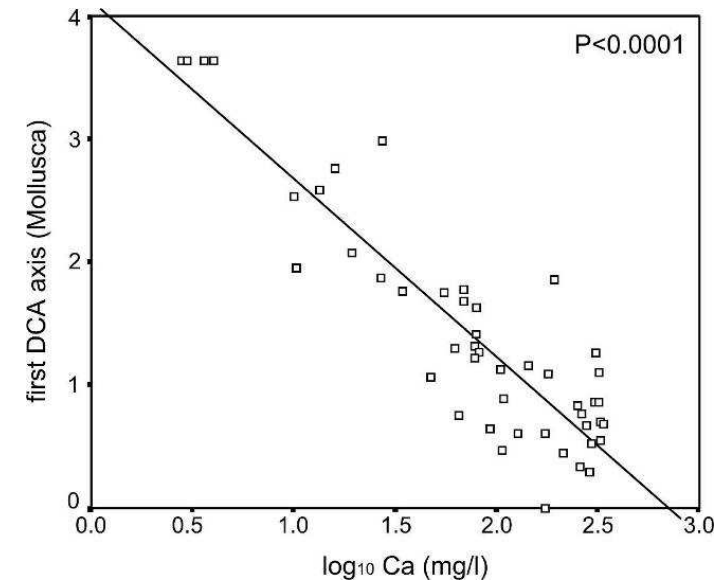
Vápnitost a druhová bohatost - Bulharsko



Uspořádání druhové skladby



- druhová skladba společenstev měkkýšů na slatiništích je hnízdovitě uspořádána – druhy se kumulují na pěnovcových slatiništích



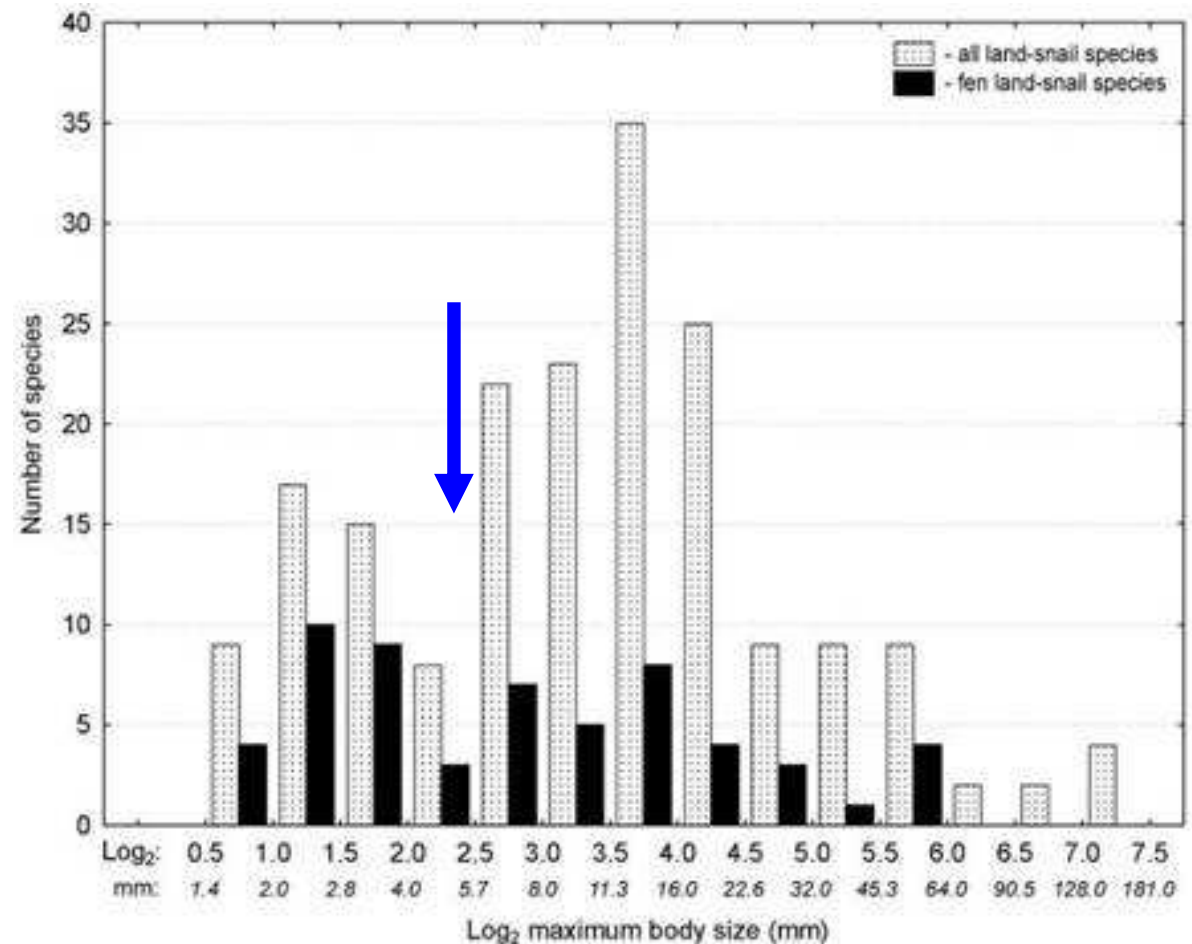
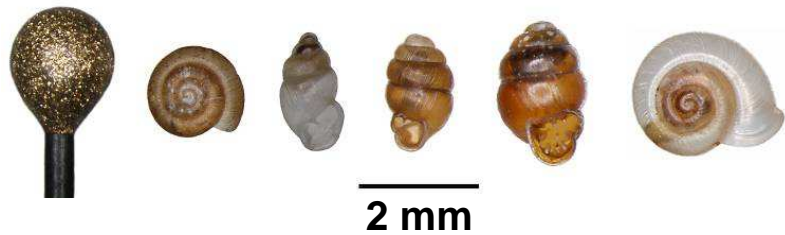
vápnitost



Velikost těla, prostorová distribuce



- převaha malých druhů

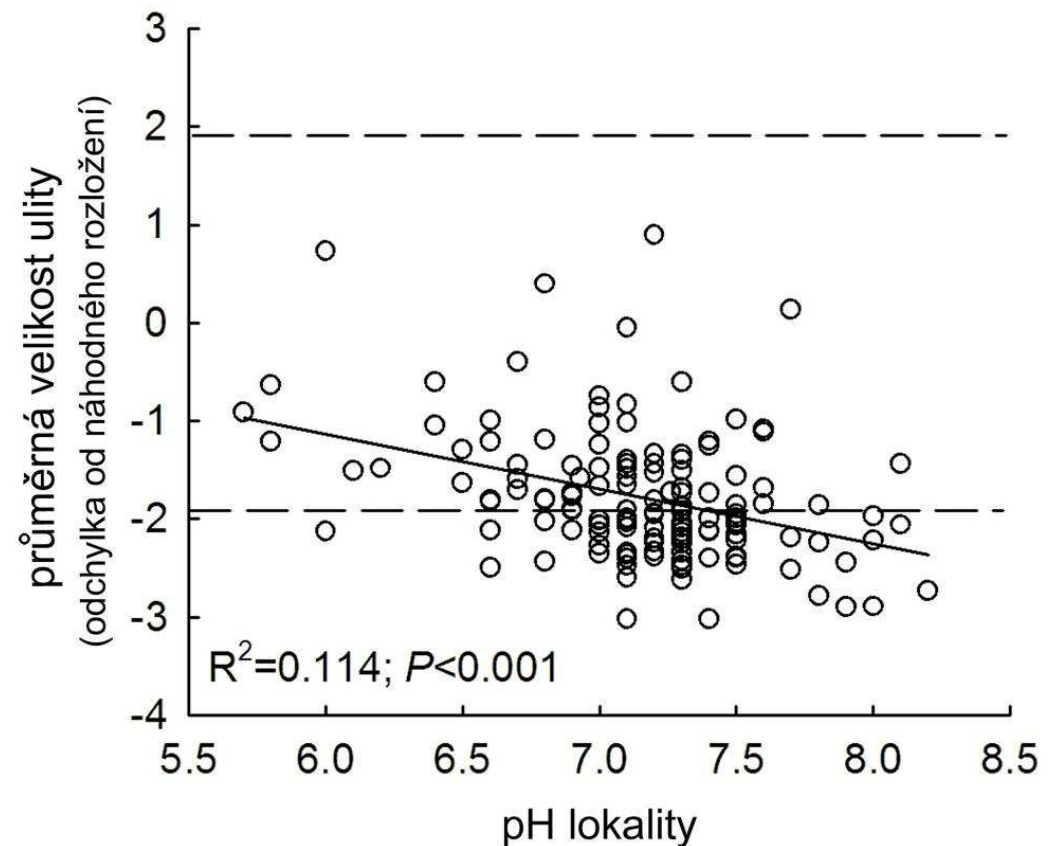


- většina druhů lokality koexistuje na velmi malé ploše (ca 80%), až 20 druhů na ploše 75x75 cm²

Rozrůznění nebo konvergence?



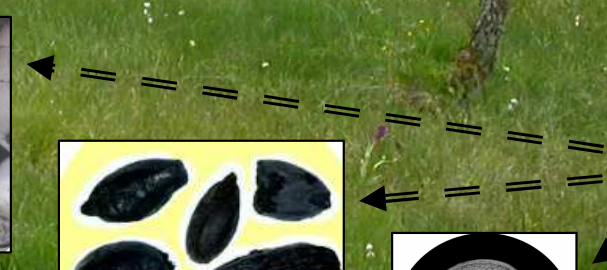
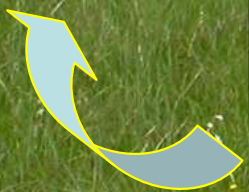
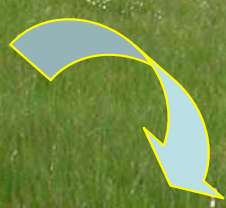
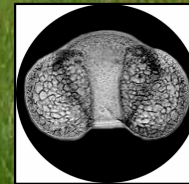
- teorie „limiting similarity“ – rozrůznění vlivem kompetice
- konvergence vlivem prostředí – selekce adaptovaných druhů
- signifikantně menší velikost těla suchozemských plžů na slatiništích než odpovídá nulovému rozmístění
- zesílení trendu směrem k vápnitým slatinám
- **určující je konvergence** – slatiniště jsou extrémní: chybí úkryty – vlhko, nízká produktivita
 - drobné druhy fyziologicky lépe snáší nižší teploty



Západokarpatská slatiniště – refugia v prostoru a čase

současnost

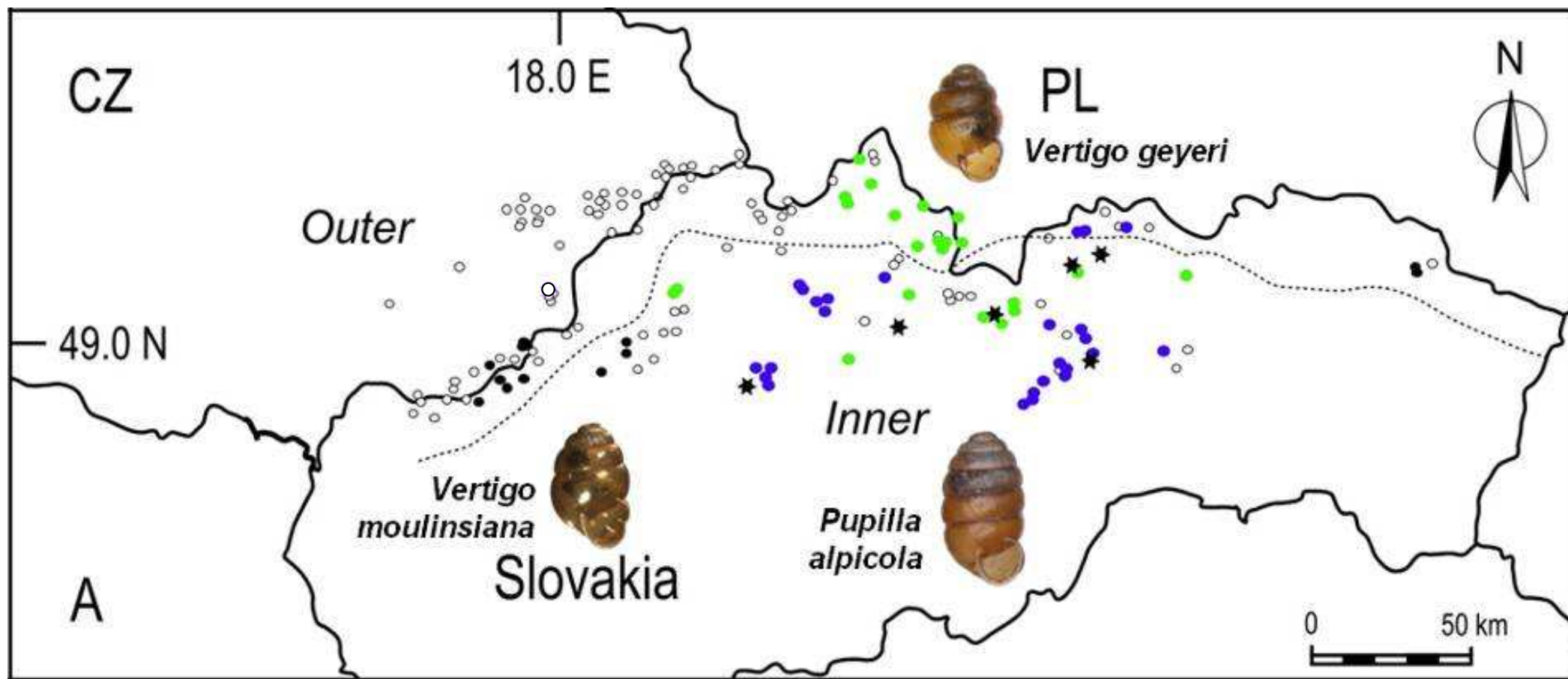
historie



Rozšíření reliktních druhů

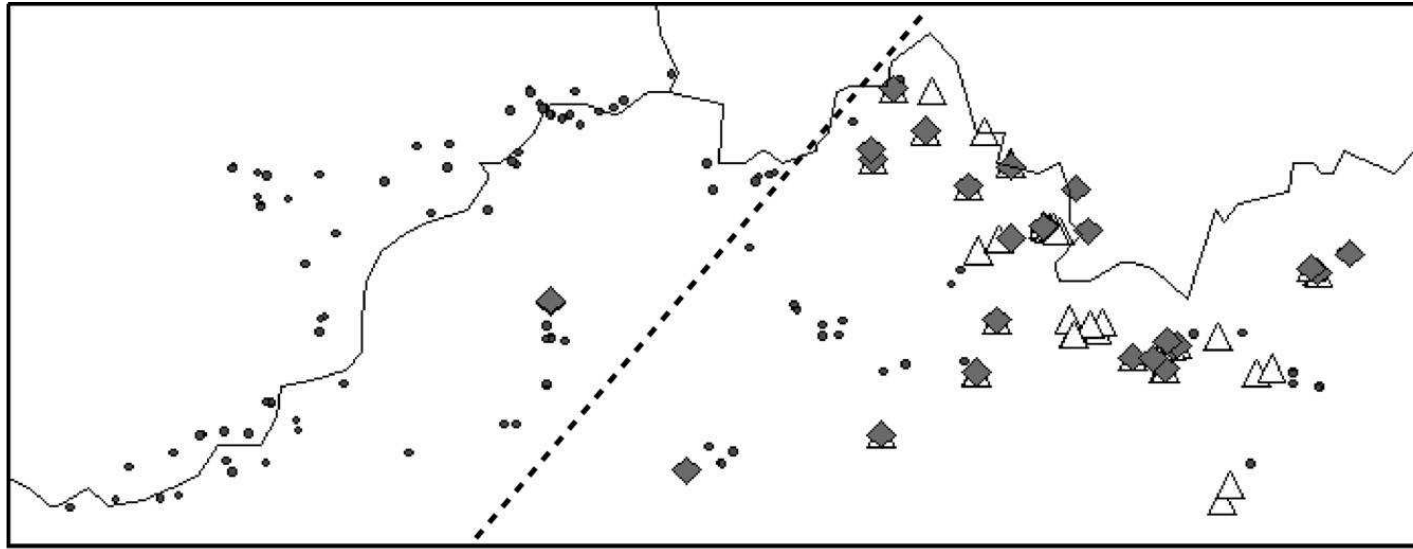


@ většinou ve vnitřní části Západních Karpat



(Horsák et al., 2007: JMS)

Společný výskyt reliktních rostlin a plžů

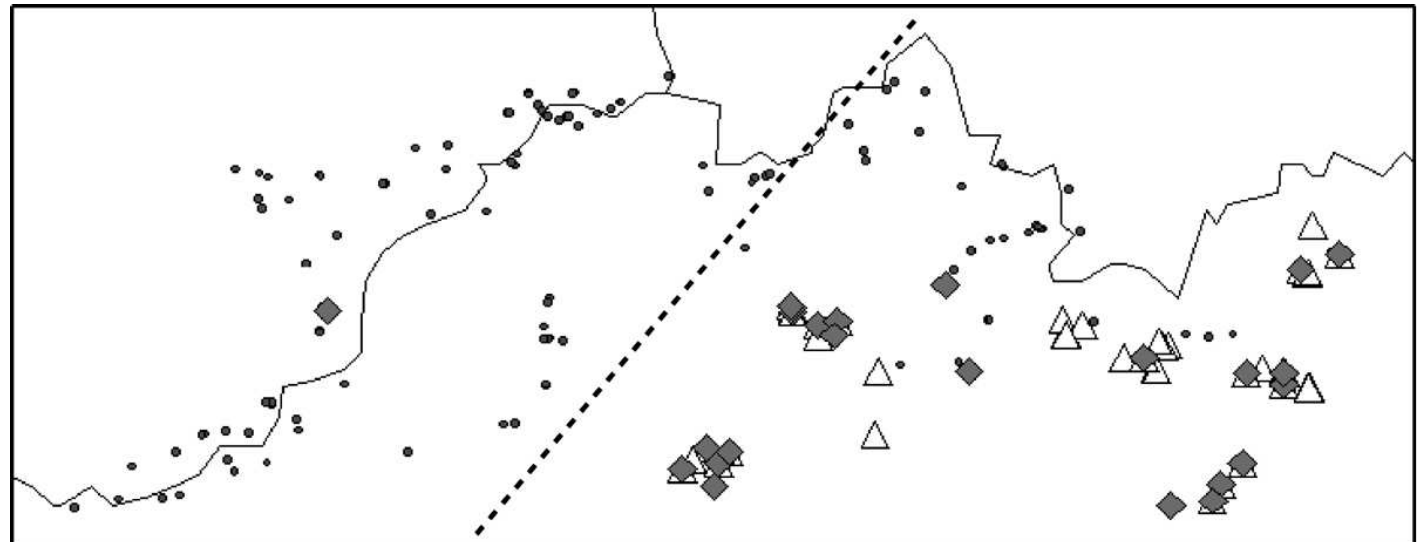


Vertigo geyeri – *Carex dioica*

■ – plž

△ – rostlina

Pupilla alpicola – *Primula farinosa*



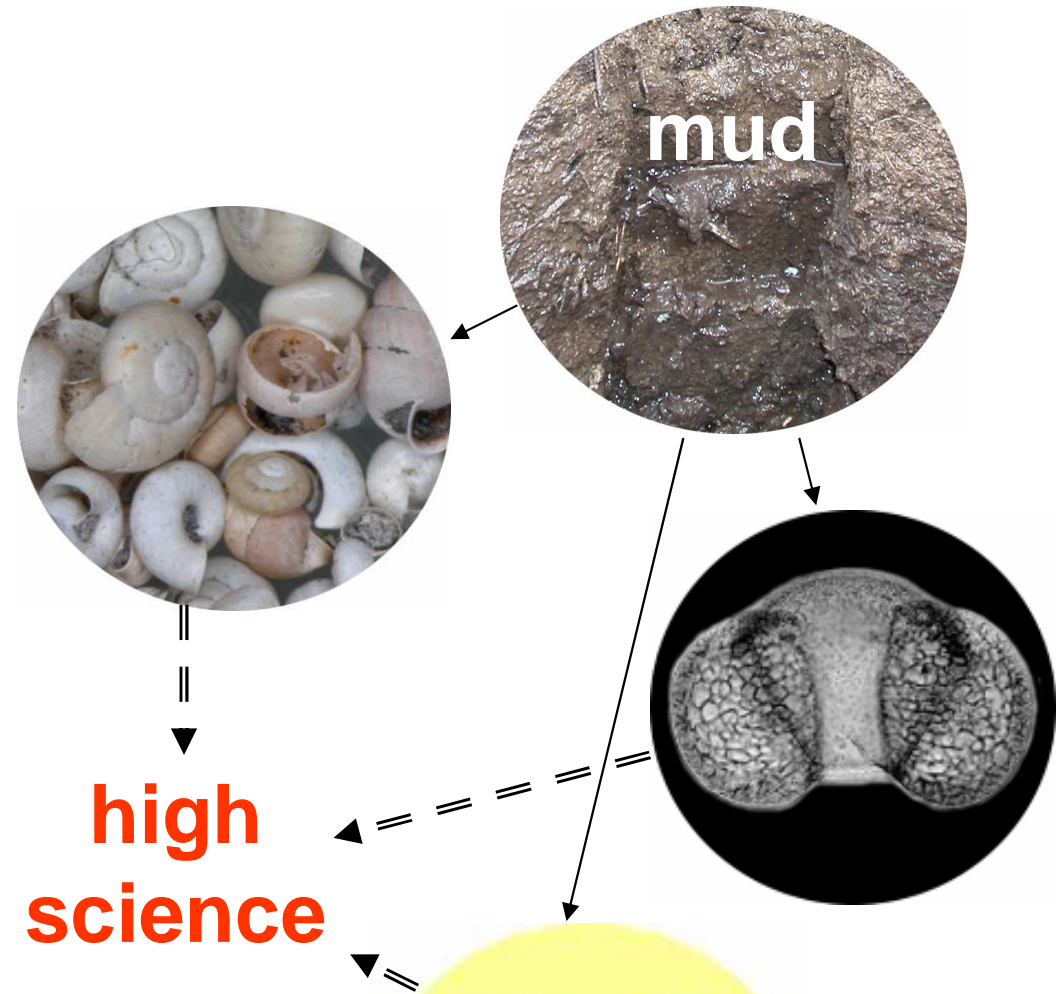
Původ a vývoj vápnatých slatin



Origin and development of the Western Carpathian calcareous-fens and their biota: the question of glacial relicts and refuges, GAAV CR B601630803, 2008-2010, řešitel: M. Horsák, MU Brno.



Vznik a vývoj pěnovcových slatinišť



M. Horsák
B. Pelánková
M. Hájek
P. Hájková

A. Lacina
J. Božková
E. Mikulášková
K. Kintrová

Výhody fosilního záznamu z pěnových slatinišť



- Ⓢ vhodné podmínky pro fosilizaci měkkýšů, rostlinných makrozbytků a pylů (i když pro pyly není ideální, náročnější zpracování)
- Ⓢ možnost rekonstrukce vývoje lokality na základě tří skupin
- Ⓢ možnost srovnání výpovědi těchto skupin
- Ⓢ každá skupina má svá specifika: krajinný vs. lokální kontext, druhová skladba vs. struktura porostu

Pěnovec vzniká vysrážením uhličitanu vápenatého z podzemní vody bohaté na Ca^{2+} a HCO_3^- při jejím vývěru na povrch. Je ideální pro uchování schránek měkkýšů.



Paleomalakologická analýza – profil Tlstá hora



dnešek

odlesnění 650 BP

dno 3600 BP

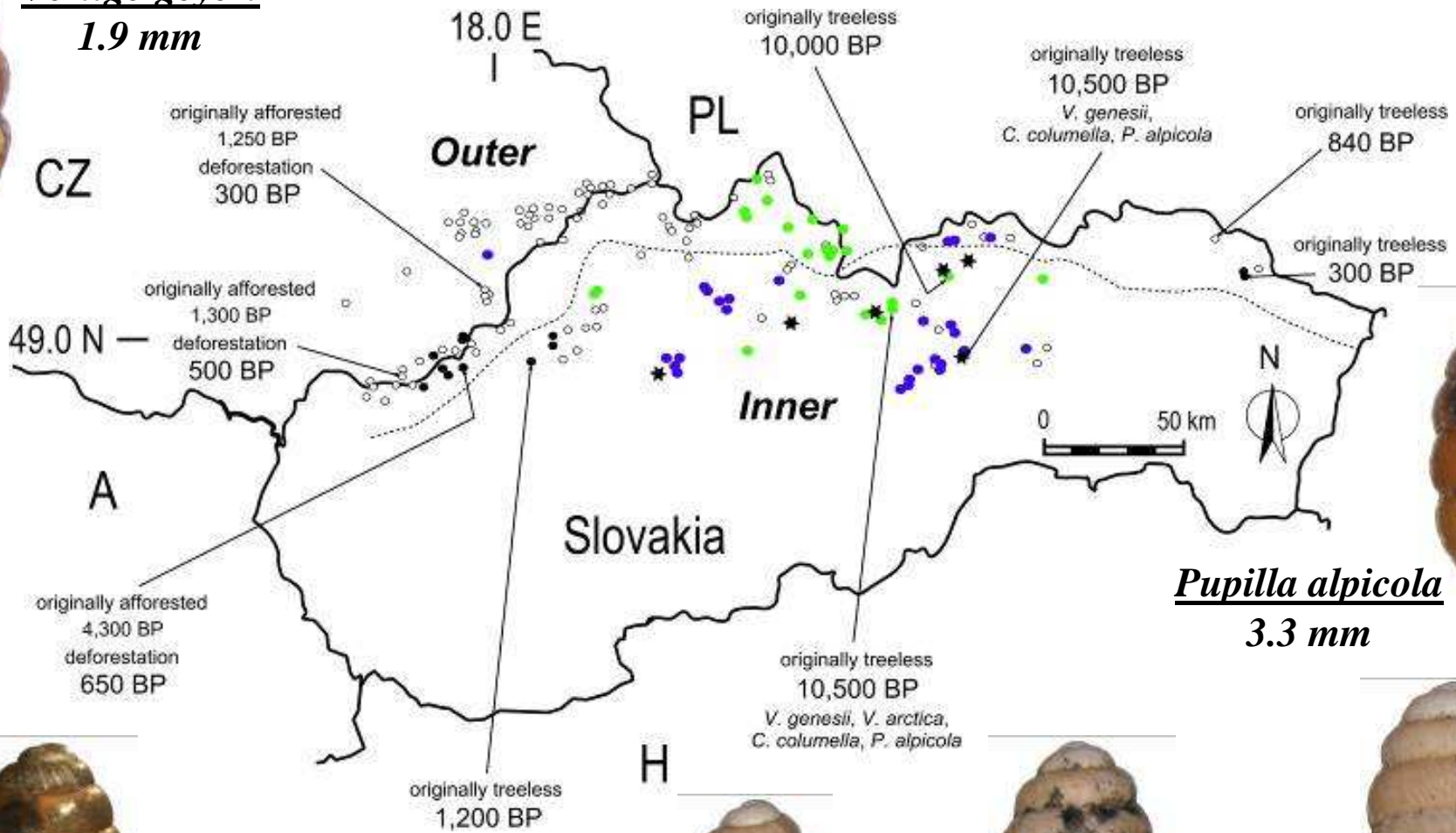
Paleomalakozoologické zpracování profilu Tlstá hora (Biele Karpaty)

Ekologický skup.	Druh	0	4-18	18-33	32-58	58-78	78-90	90-100	100-110	110-120	120-130	130-140	140-150	150-160	160-170	170-180		
1	SI	<i>Planorbis polita</i> (Hartmann, 1840)	1					79	32	54	44	12				4	2	
		<i>Vertigo pusilla</i> O. F. Müller, 1774						34	1	21	4	2						
		<i>Sphyradium dolium</i> (Deshayes, 1792)						19	8	4	16		15					1
		<i>Acanthinula aculeata</i> (O. F. Müller, 1774)					1	63	43	19	20	14	16	6				1
		<i>Macrogaster lateseriata</i> (A. Schmidt, 1857)						4										
		<i>Macrogaster plicatula</i> (Draparnaud, 1801)						1										
		<i>Discus perspectivus</i> (M. von Möllér, 1810)									9	8	5	8			12	2
		<i>Aegopinella pura</i> (Alder, 1830)							263	107	81	50	7	17	10		4	
		<i>Daudebardia brevipes</i> (Draparnaud, 1805)		2				1	16	18	16	2	3	3				
		<i>Daudebardia rufa</i> (Draparnaud, 1805)		2					80	14	22	11		7				
		<i>Vitrea diaphana</i> (Studer, 1820)							15	4	10	9			2		1	
		<i>Helicodonta obvolvata</i> (O. F. Müller, 1774)							17	2								
		<i>Petasia unidentata</i> (Draparnaud, 1805)							8	2	1	1	1					1
		<i>Monachoides incarnatus</i> (O. F. Müller, 1774)		1					3	1	2							1
<i>Isogonomostoma isogonomostomus</i> (Schäfer, 1784)							3											
2	SI(MS)	<i>Discus rotundatus</i> (O. F. Müller, 1774)						60	7	30	51	18	19			4		
		<i>Alinda biplicata</i> (Montagu, 1803)						7	9	18	15	4				3		
	SI(H)	<i>Oxychilus glaber</i> (Rossmüller, 1835)	2					1	6	8								
		<i>Aegopinella minor</i> (Subic, 1864)						1		3	18	1				16	6	
	SI(HG)	<i>Helix pomatia</i> Linné, 1758						3										
<i>Vitrea crystallina</i> (O. F. Müller, 1774)							175											
3	SI(B)	<i>Macrogaster ventricosa</i> (Draparnaud, 1801)						3		1								
		<i>Vestia turgida</i> (Rossmüller, 1836)						133	116	93	51	1	34	6		8		
5	PT	<i>Pupilla muscorum</i> (Linné, 1758)				4												
		<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)		66	26	3	95	11										
		<i>Vallonia pulchella</i> (O. F. Müller, 1774)		38	47	47	160	24										
6	PT(SI)	<i>Vallonia costata</i> (O. F. Müller, 1774)		16	1	2	9	1										
		<i>Cochlicopa lubricella</i> (Rossmüller, 1835)					2	2										
7	MS	<i>Cochlicopa lubrica</i> (O. F. Müller, 1774)		42	85	31	40	17	31	39	75	14	11				3	
		<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)		9	4	1	7		16	5	41	10						4
		<i>Vitrea pellucida</i> (O. F. Müller, 1774)																
		<i>Vitrea contracta</i> (Weserhust, 1871)								24	6	12	29	6	2	12	3	
		<i>Oxychilus cellarius</i> (O. F. Müller, 1774)								31	16	4	8	2	9			
8	Stp	<i>Eucornutus fulvus</i> (O. F. Müller, 1774)		23	5	7	16	7	14	12	32	8	4			12	1	
		<i>Plicuteria lubomirskii</i> (Škvarský, 1883)		1							2		1					
		<i>Orcula dolium</i> (Draparnaud, 1801)									2	15	45	29	47	3	2	
		<i>Clausilia dubia</i> (Draparnaud, 1805)																
9	HG	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)		12	1			3	1112	324	785	274	103	44	175	18		
		<i>Columella edentula</i> (Draparnaud, 1805)					1	1	23	13	43	5	1			3		
		<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys, 1830																
		<i>Vertigo substriata</i> (Jeffreys, 1833)		1				2	57	42	74	4		2	25	1		
		<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud, 1801)		1				3	38	16							1	
		<i>Deroceras cf. laeve</i> (O. F. Müller, 1774)					2											
10	RP	<i>Carychium minimum</i> O. F. Müller, 1774							148	121	417	27	38			66	4	
		<i>Vertigo moultresiana</i> (Dapry, 1849)		9	3		12											
		<i>Vertigo antiverigo</i> (Draparnaud, 1801)		25	16	10	92	45										
		<i>Oxytoma elegans</i> (Risso, 1826)		36	30	130	140	60										
		<i>Zonitoides nitidas</i> (O. F. Müller, 1774)						7	67	102	231	48						
10	FN	<i>Bithynella austriaca</i> s.ln. (= <i>Præonitoides</i> , 1857)		50					120	49	98	51	114	24	202	31		
		<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)		66	31	6	76	30	18	24	49	10	6	1	20	1		
		<i>Radix peregrina</i> (O. F. Müller, 1774)		1														
		<i>Anisus leucostoma</i> (Müller, 1813)								11	42	23		1		3		
		<i>Pisidium casertanum</i> (Pac., 1791)					14	1		1	3					4		
		<i>Pisidium personatum</i> Muls., 1833		16	1			4	28	8	124	4	1			29	1	

Výpověď fosilního záznamu



Vertigo geyeri
1.9 mm



Pupilla alpicola
3.3 mm



Vertigo moulinsiana
2.7 mm



Vertigo genesii
2.1 mm



Vertigo arctica
2.5 mm

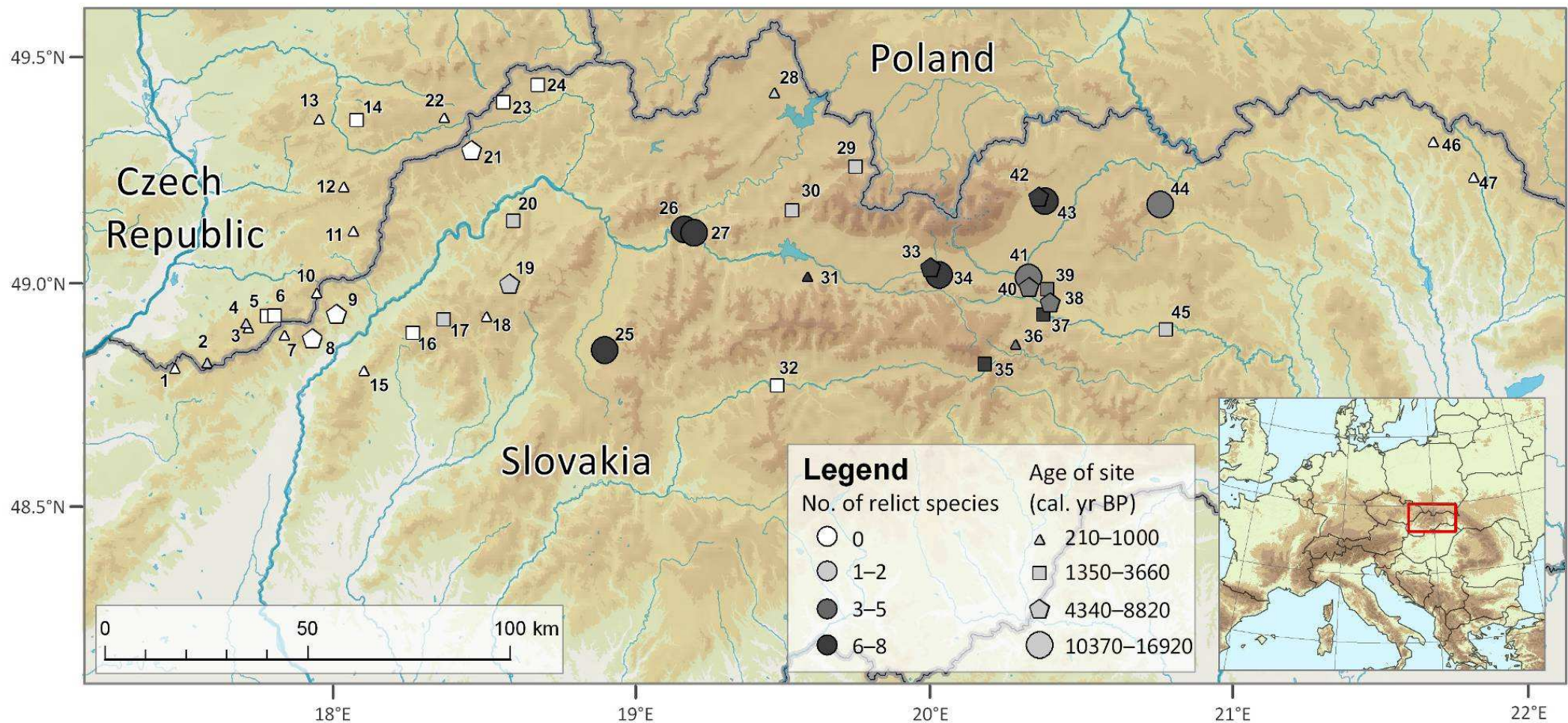


Columella columella
3.1 mm

Stáří lokalit a počet reliktů



- relikty = druhy, které měly v nulovém modelu signifikantní vazbu na velmi staré lokality a nebyly na většině lokalit



(Hájek, Horský, Tichý, Hájková, Dítě & Jamrichová, 2011: JBI)

Ostrovní biogeografie na pevnině: stáří izolovaných slatinišť ovlivňuje pouze stanovištní specialisty

Michal Horský (1), Michal Hájek, Daniel Spitale
Jeffrey Nekola, Petra Hájková a Daniel Dítě

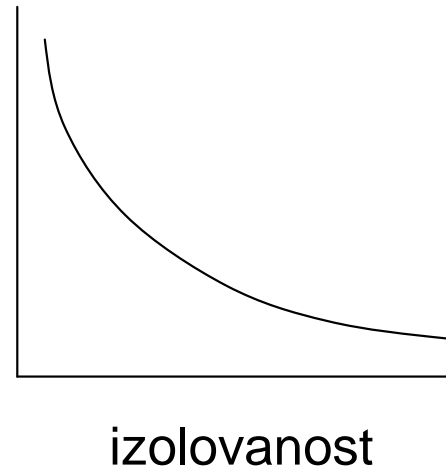
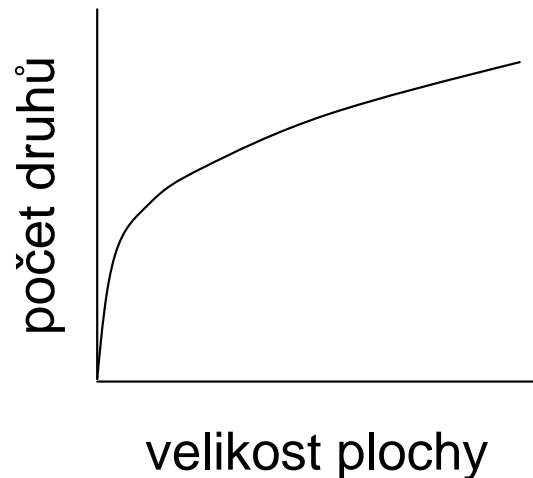
(1) *Ústav botaniky a zoologie
Masarykova univerzita, Brno*



Co ovlivňuje druhovou bohatost ostrovů?



- velikost (současná i historická), izolovanost, stáří, ...
- vliv stáří studován hlavně na oceánských ostrovech
- většinou byl hodnocen celkový počet druhů

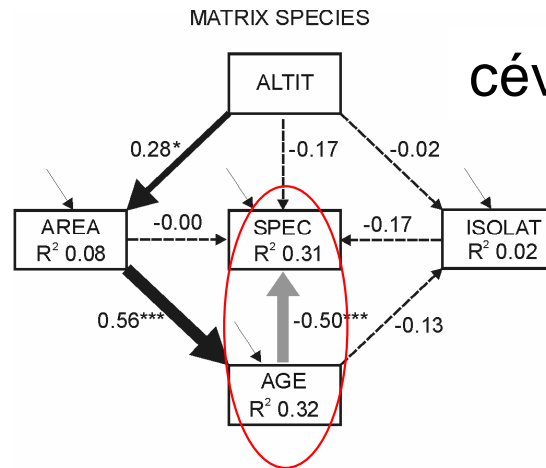


- oceánské versus pevninské ostrovy (rašeliniště, prameny v poušti): izolovanost pro všechny druhy versus pouze pro stanovištní specialisty

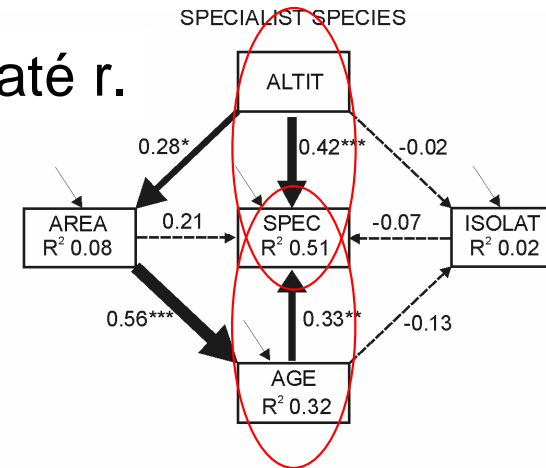
Výsledky – PATH (SEM) model



ostatní negativně s věkem

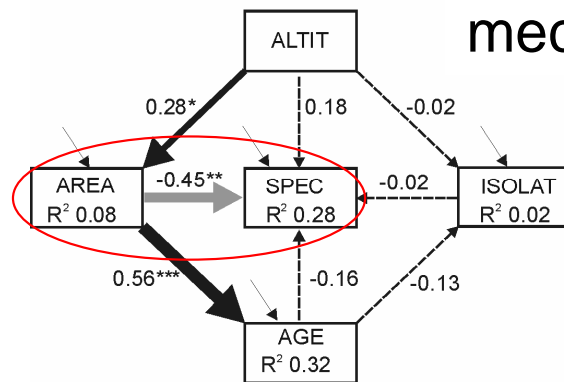


cévnaté r.

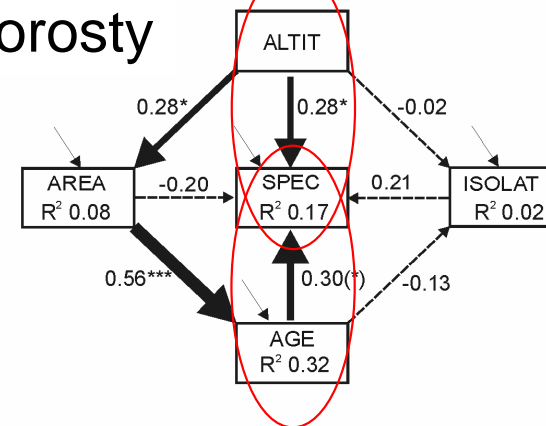


specialisti pozitivně s plochou a věkem

ostatní negativně s plochou

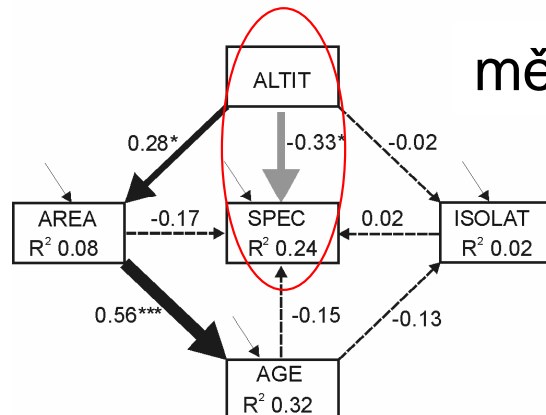


mechorosty

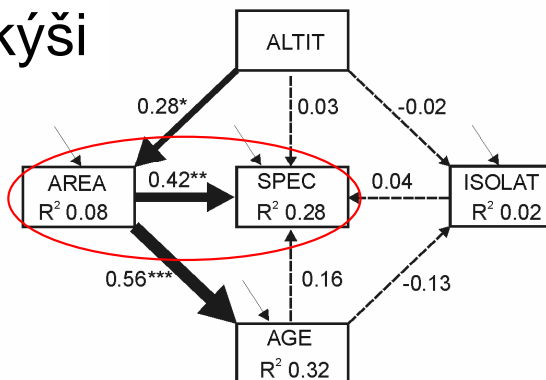


specialisti pozitivně s plochou a téměř i věkem

ostatní negativně s nadm. výškou



měkkýši



specialisti pozitivně s plochou

Paleorekonstrukce – dva přístupy



■ fosilní materiál

- ☺ záznam prostředí, které nás zajímá
- ☹ fosilní záznam je selektivní
- ☹ determinace určitých taxonů (zejména pyl)
- ☹ časo-prostorová směs
- ☹ shodná autekologie?

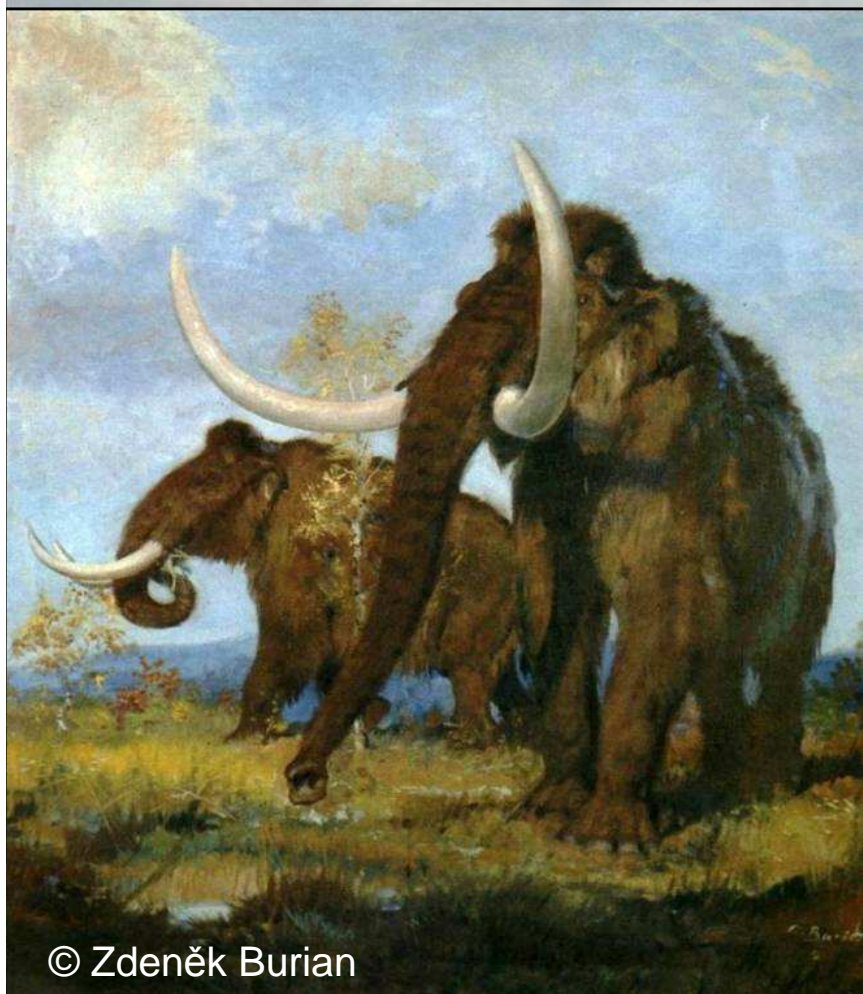


■ moderní analogie

- ☺ řešení omezení fosilního záznamu
- ☹ jak přesná je současná analogie
- ☹ shodná autekologie?



Jižní Sibiř – obdoba středoevropského glaciálu



Svědectví suchozemských plžů



- recentní populace vrcholně glaciálních druhů nalezené v pohoří Altaj



A
Vallonia tenuilabris



B
Columella columella



C
Pupilla alpicola



D
Pupilla loessica



E
Vertigo parcedentata



F
Vertigo pseudo-substriata



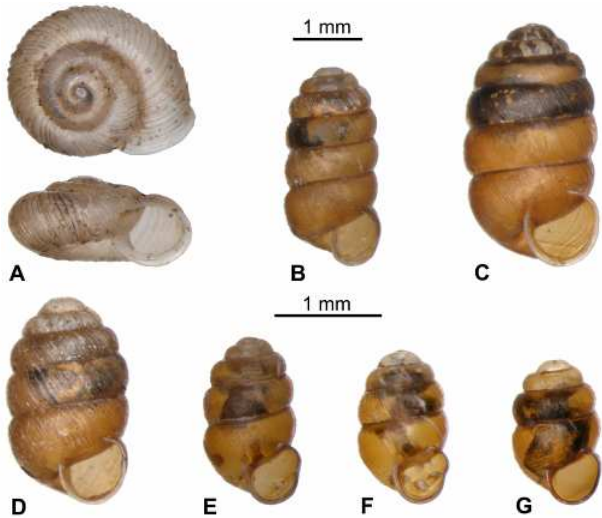
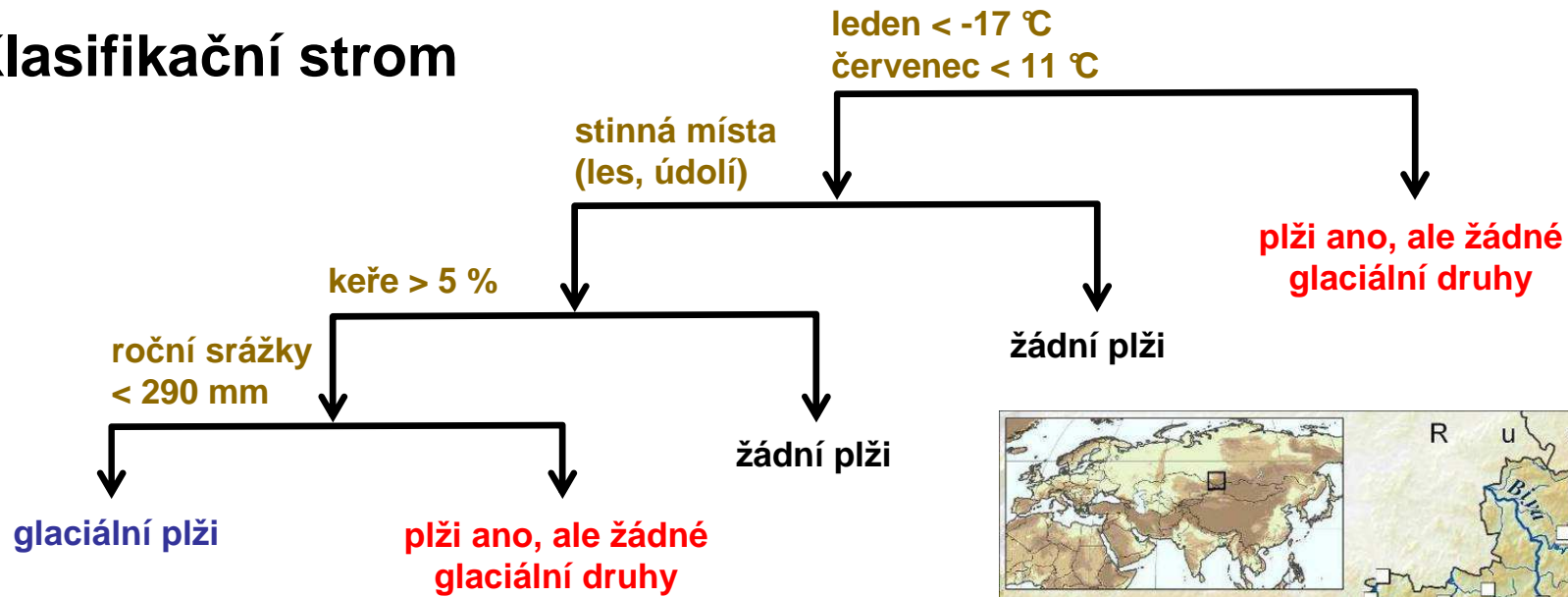
G
Vertigo genesii

1 mm

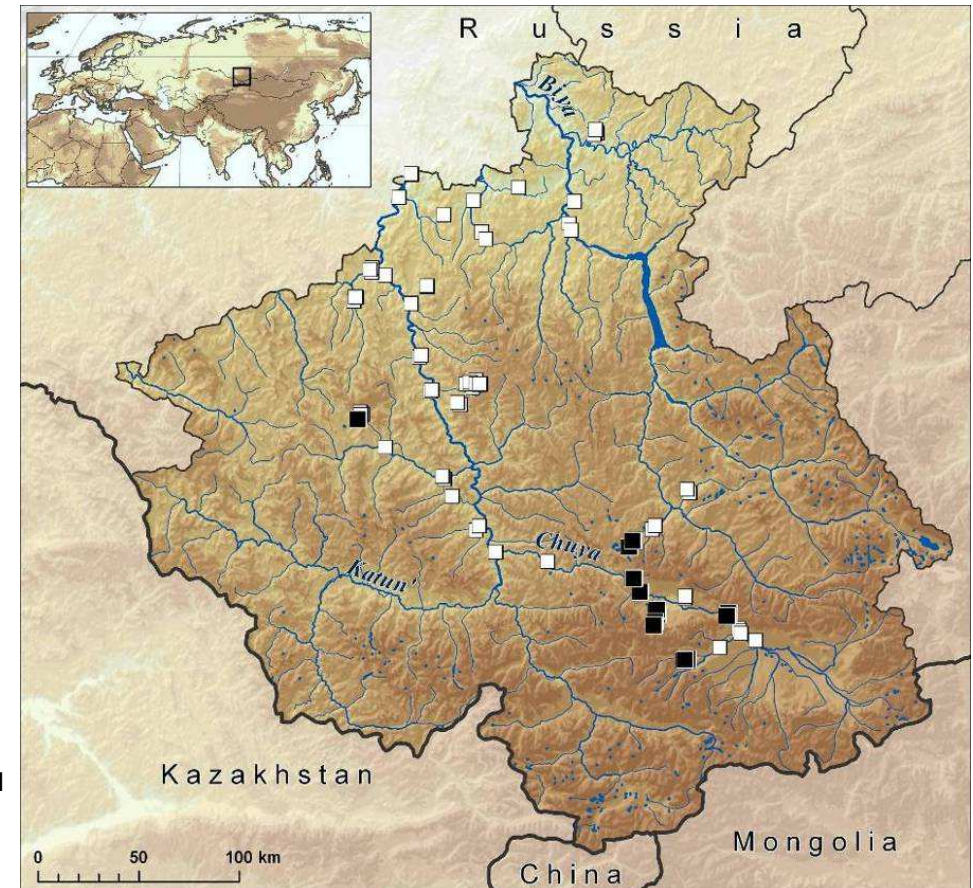
Svědectví suchozemských plžů



Klasifikační strom



- lokality bez glaciálních plžů
- lokality s glaciálními plži



Svědectví suchozemských plžů



Biotopy vrcholně glaciálních plžů na Altaji.



tajga s modřínem a břízou zakrslou



hemiboreální les s modřínem



bazické slatiniště se smrkem



nelesní bazické slatiniště