

# Malakozologické okénko

metody sběru terénních dat a několik případových studií

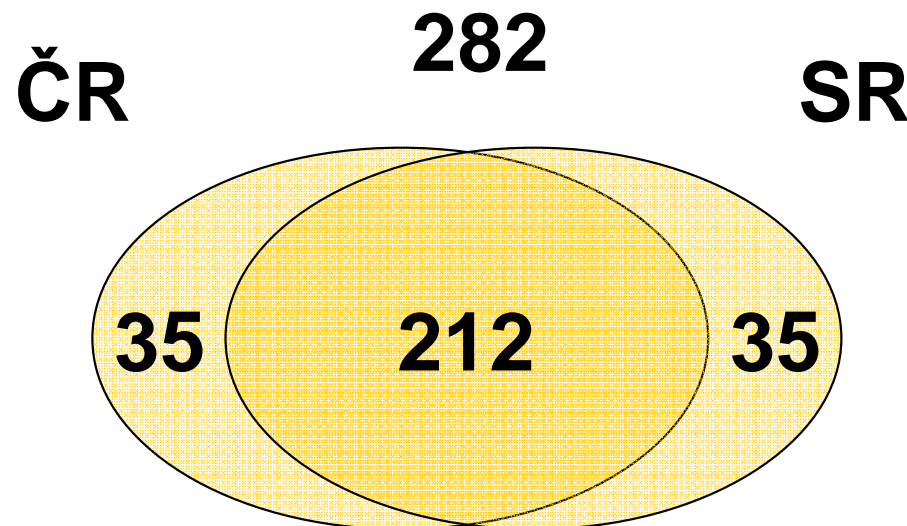
- diverzita v ČR a SR
- metody terénního průzkumu
- specifika konzervace
- ekologické nároky suchozemských plžů
- případové studie



# Diverzita měkkýšů v ČR a SR

---

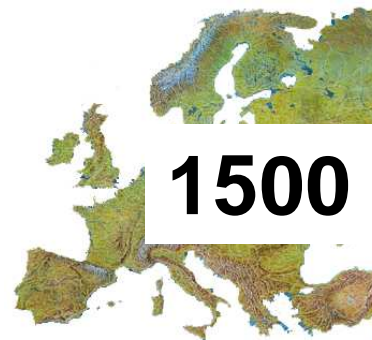
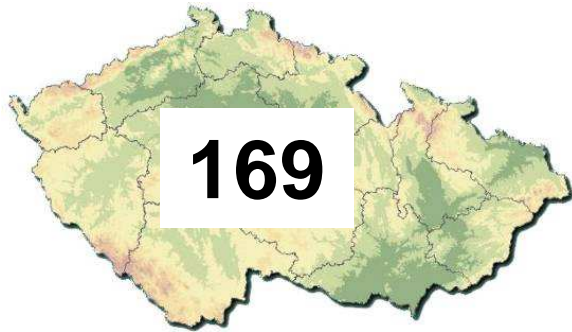
- **ČR: 247** druhů
  - 219 plžů: 50 vodních a 169 suchozemských
  - 28 mlžů
- **SR: 247** druhů
  - 219 plžů: 51 vodních a 168 suchozemských
  - 28 mlžů



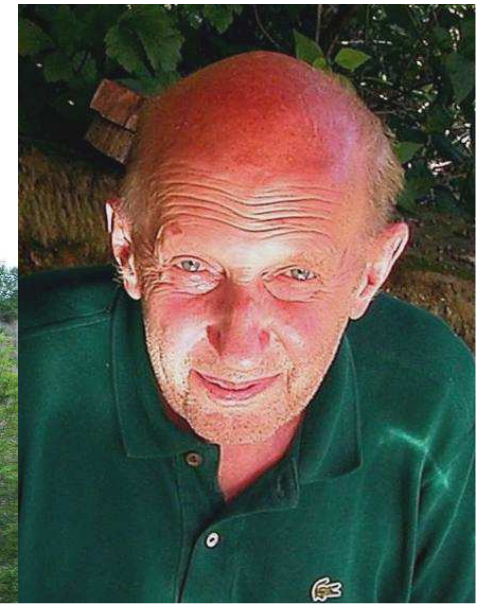
Porovnání počtu druhů měkkýšů České a Slovenské republiky

# 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**

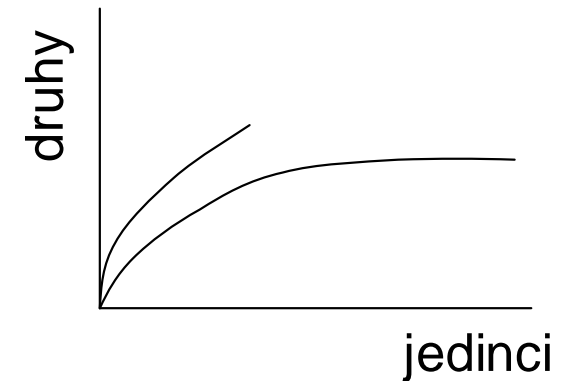
- smýkadlo, mokrý výplav vegetace mokřadů a vlhkého listového opadu

# 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

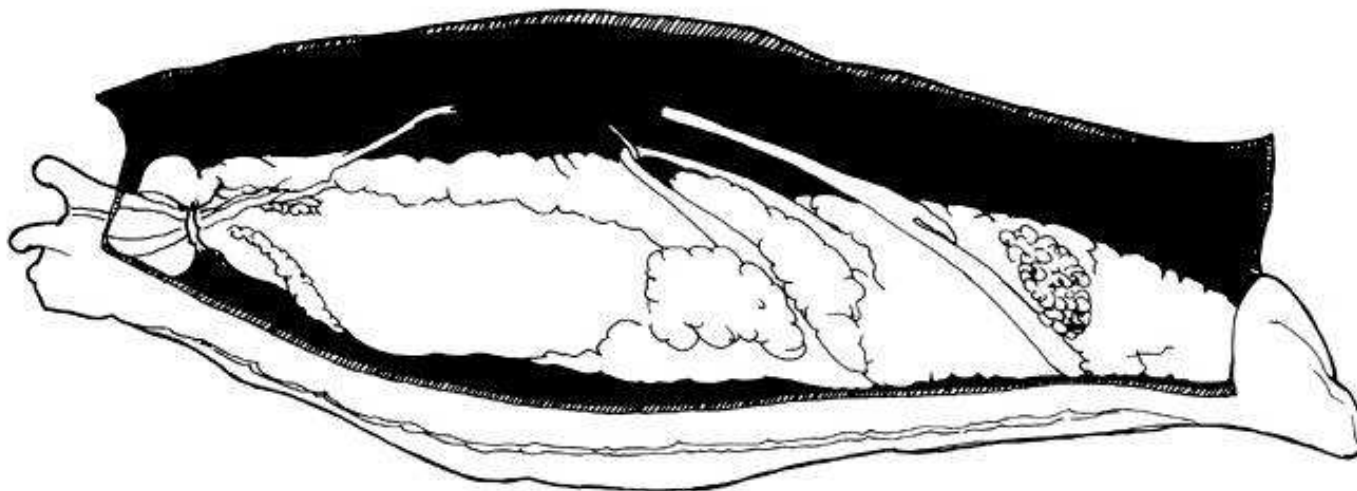
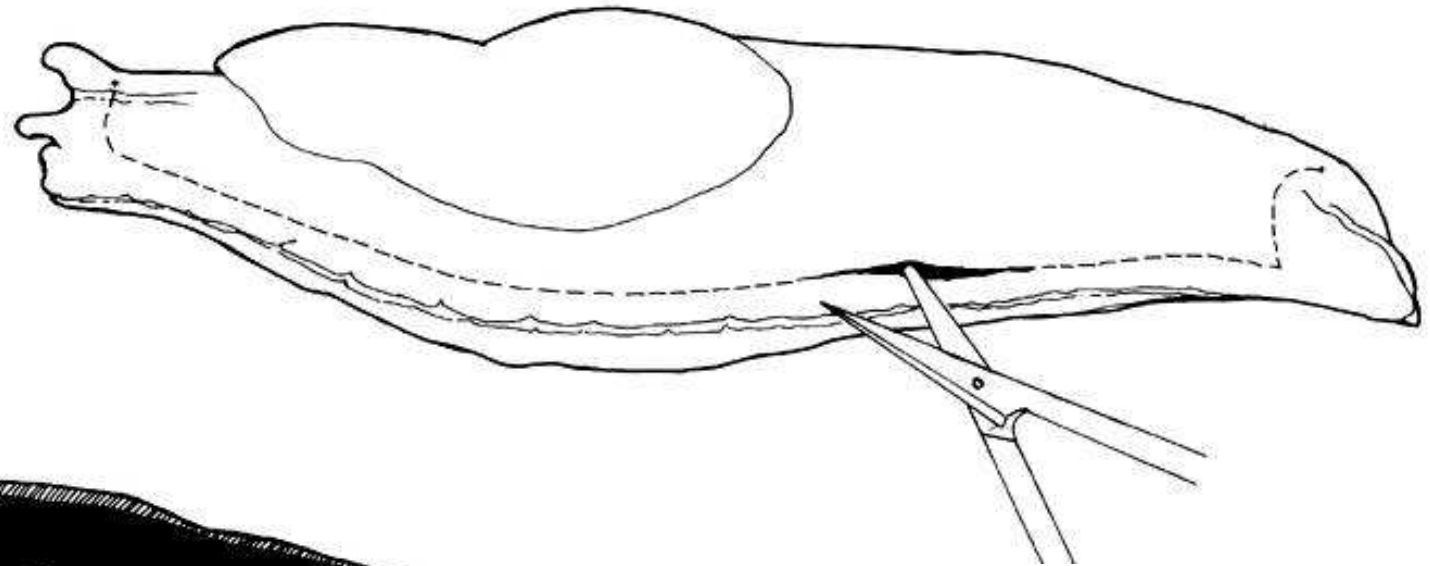
- pomůcky: kovové síto, ruční síť na rámu, měkká pinzeta, epruvety, plátěné pytlíčky
- provedení: prozkoumání všech typů mikrostanovišť, prohlížení vegetace, kamenů, dřev, promývání vegetace a sedimentů sítím/sítí, standardizace na čas/úsilí

# Fixace před pitvou

---

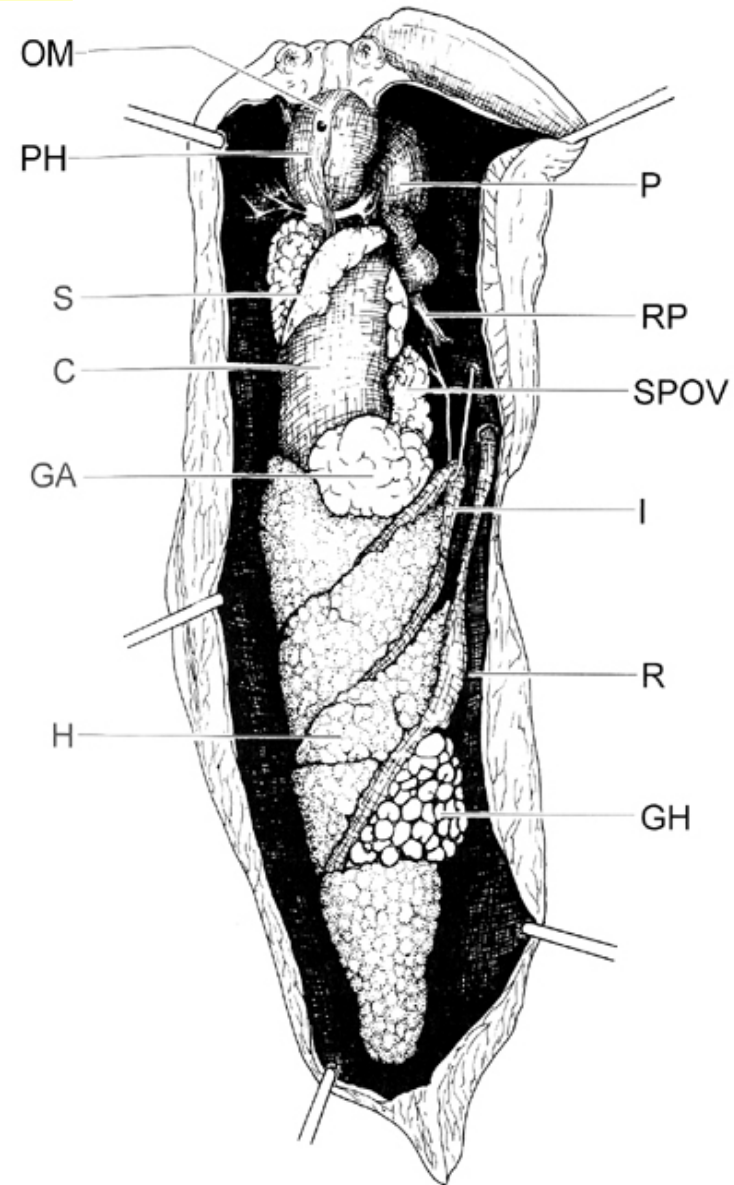
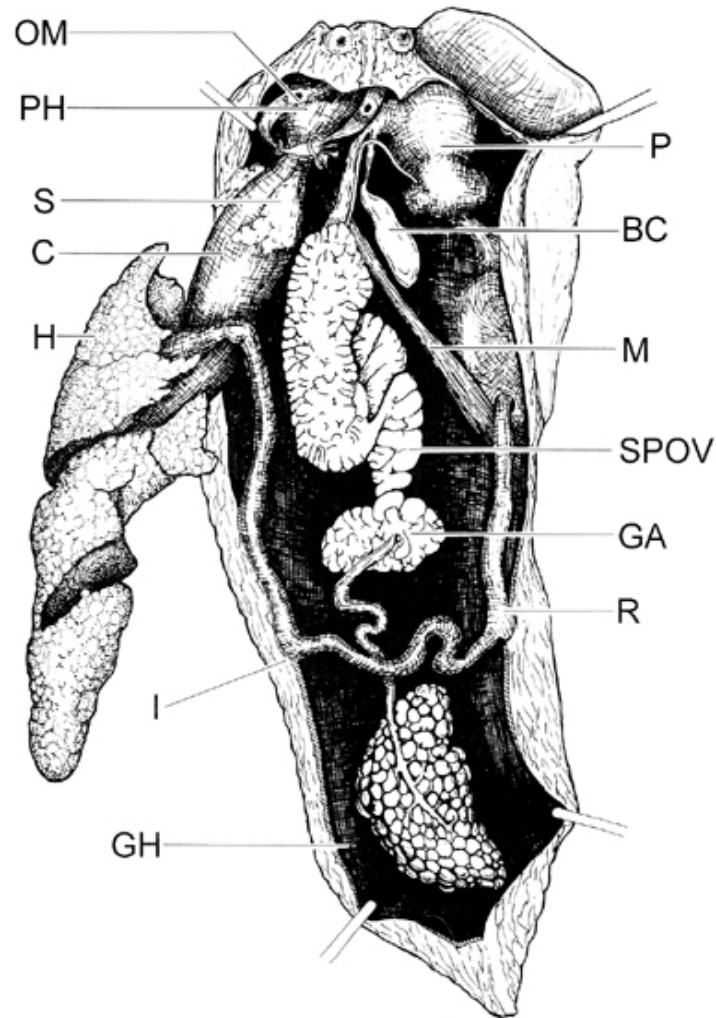
- ⊗ obecně je nutné před fixací plže utopit – relaxovat jeho tkáně, jinak dojde ke křečovitému scvrknutí a následně jsou tkáně tuhé, křehké a lámavé (po delší době mohou macerovat a hnít)
- ⊗ doba topení trvá okolo 1 dne, záleží na množství a teplotě vody (jde o obsah kyslíku), utopeného plže poznáme zpravidla tak, že se ve vodě bezvládně vznáší
- ⊗ u naháčů možné zjednodušení a urychlení:
  - usmrcení ve vodě sycené  $\text{CO}_2$  (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)

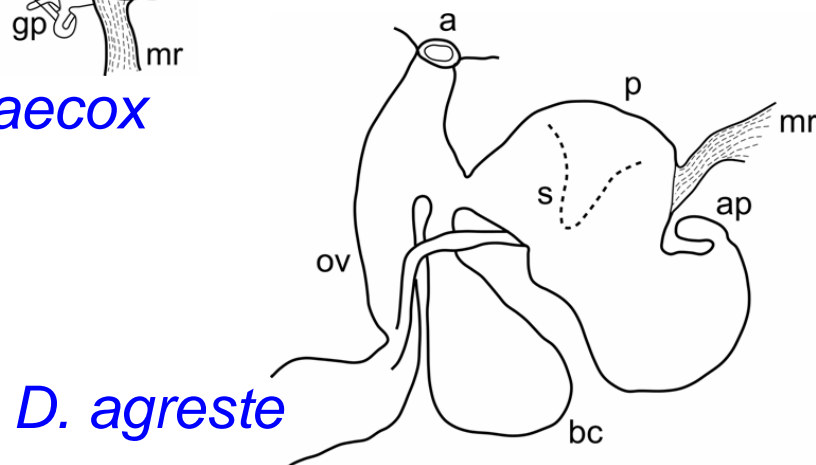
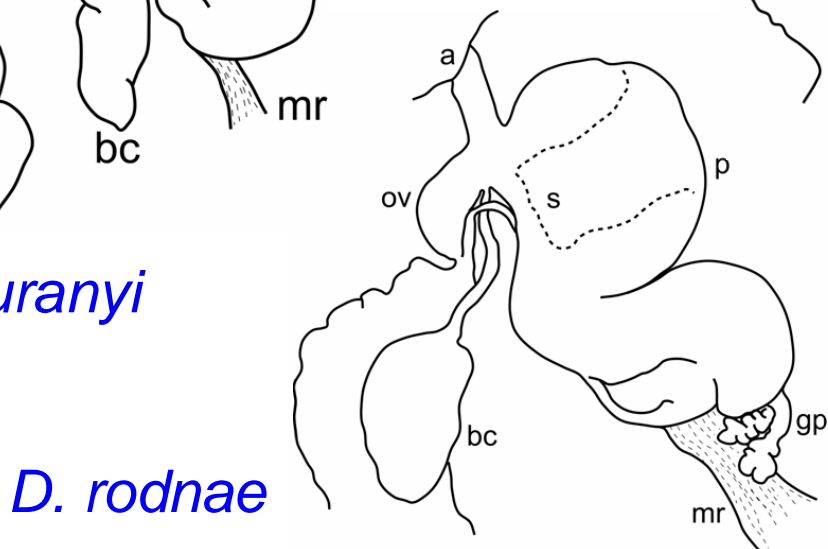
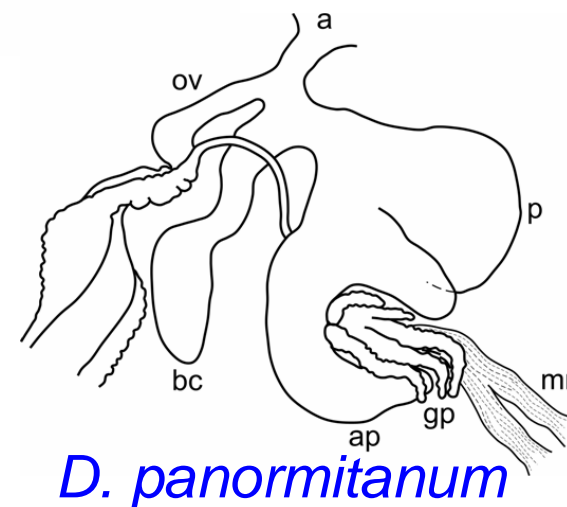
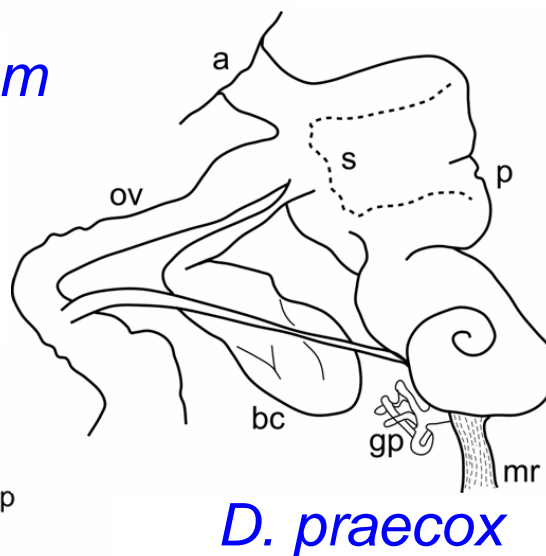
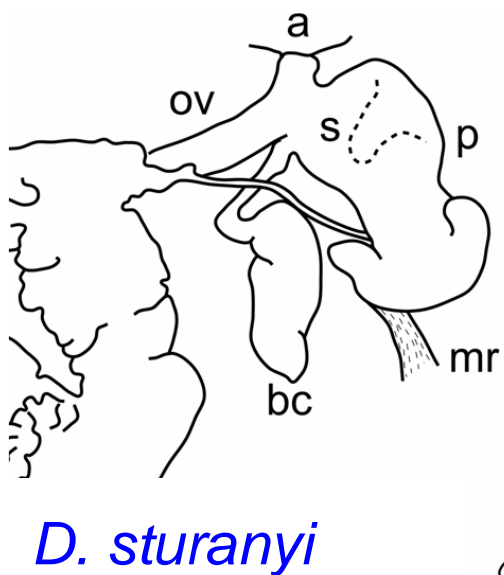
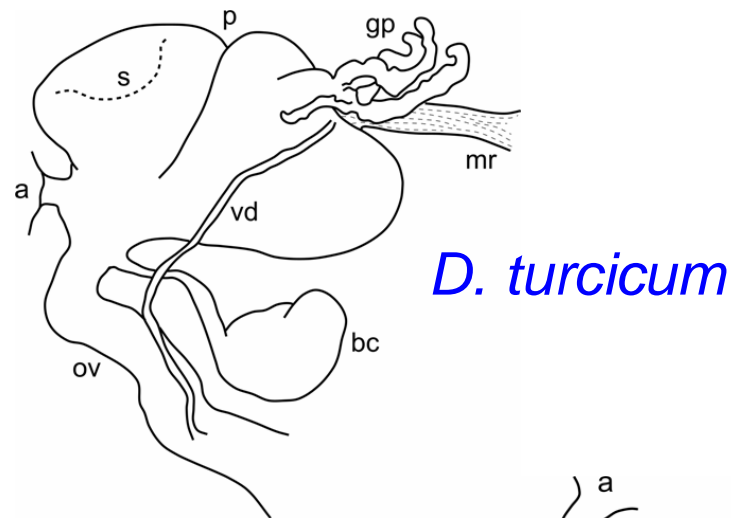
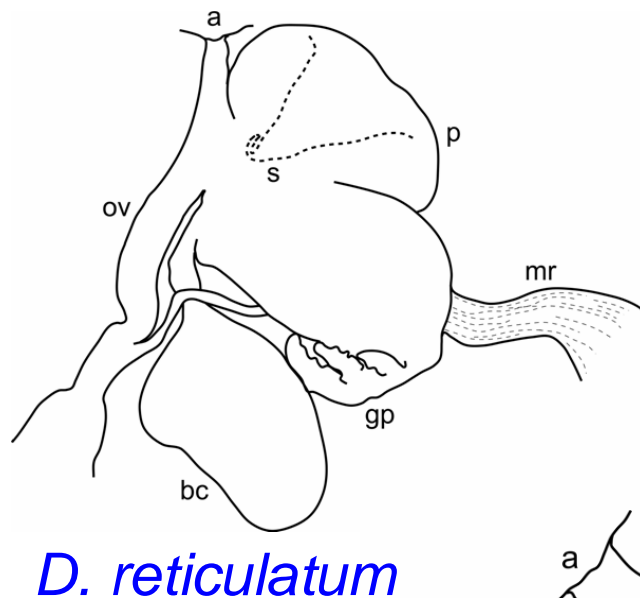
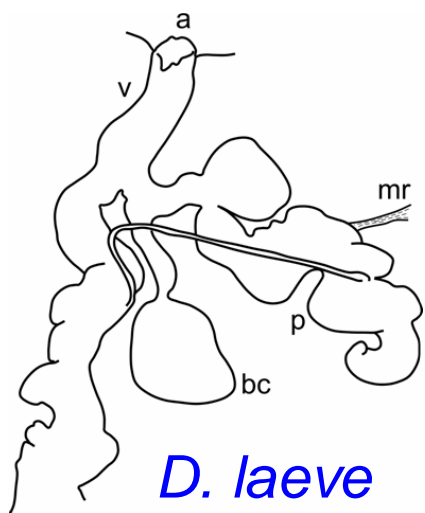
# Základní anatomie nahého plže



**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)

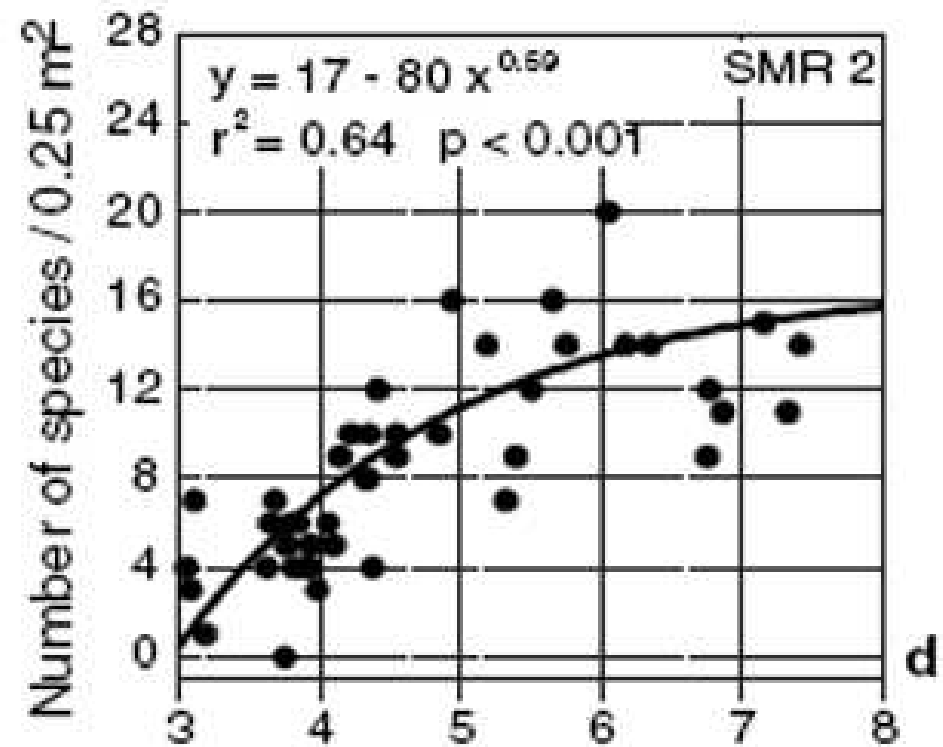
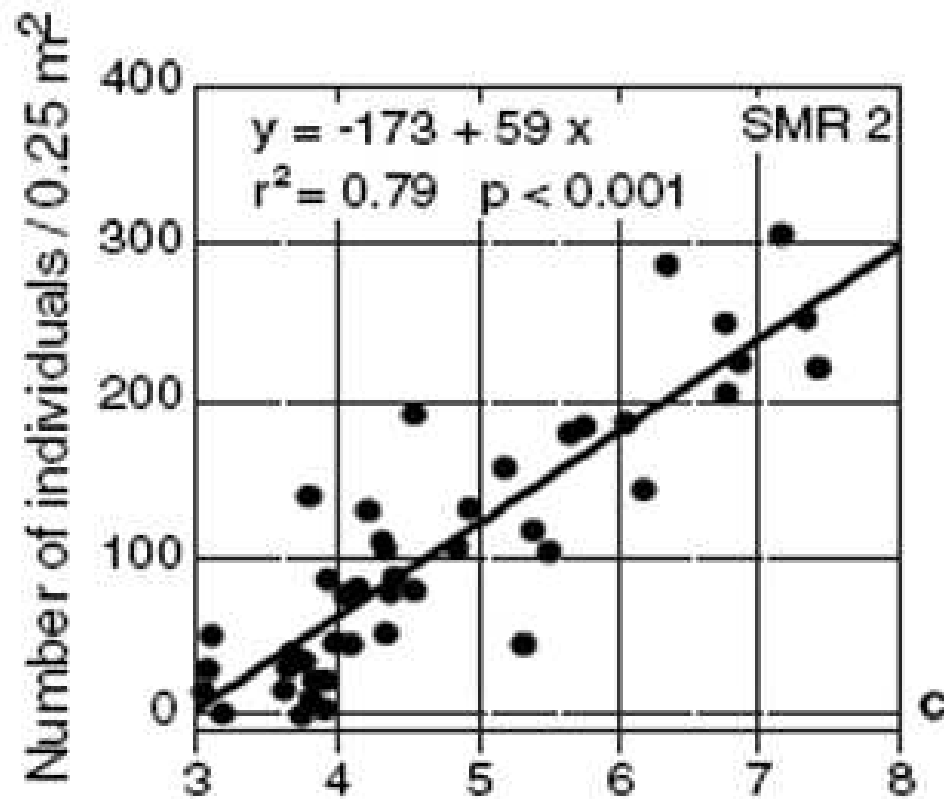


# Variabilita penisů v r. *Deroceras*



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

## 1. obsah dostupného vápníku



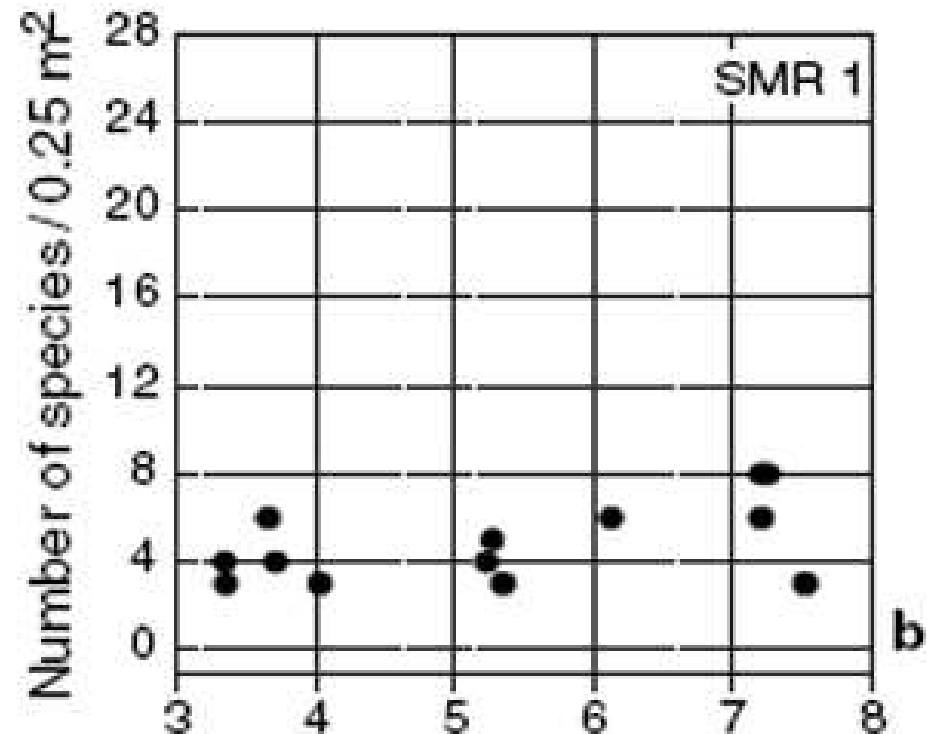
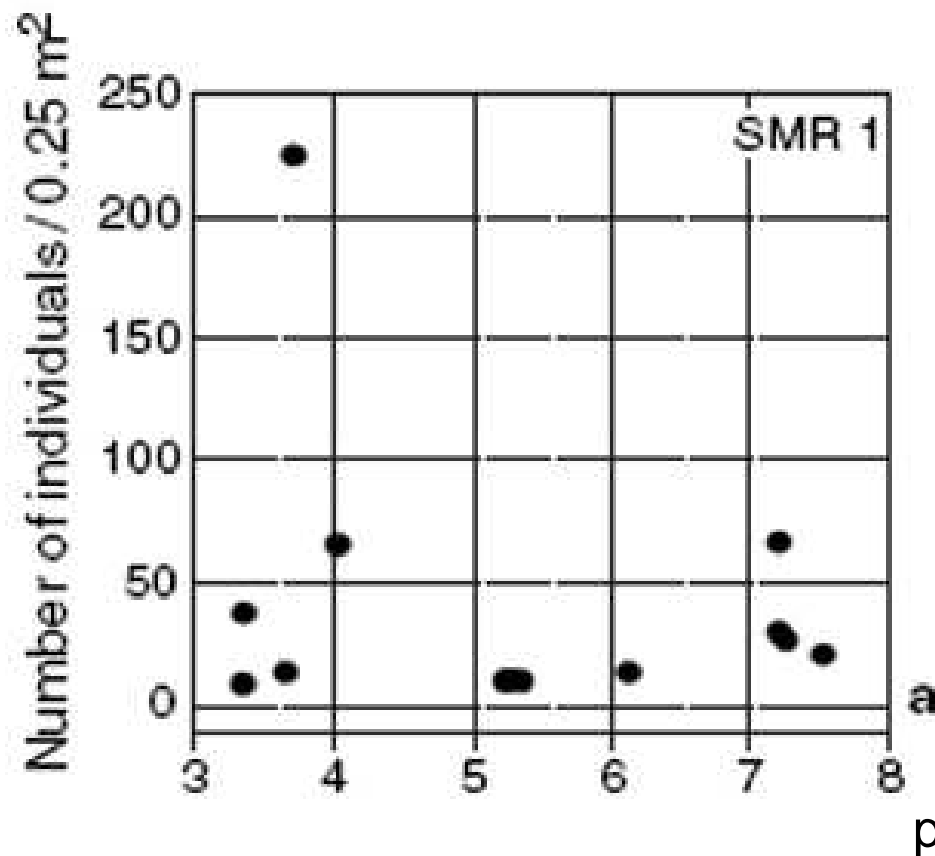
pH půdy

(středně vlhké lesy jih.-záp. Německa, Martin & Sommer, 2004)

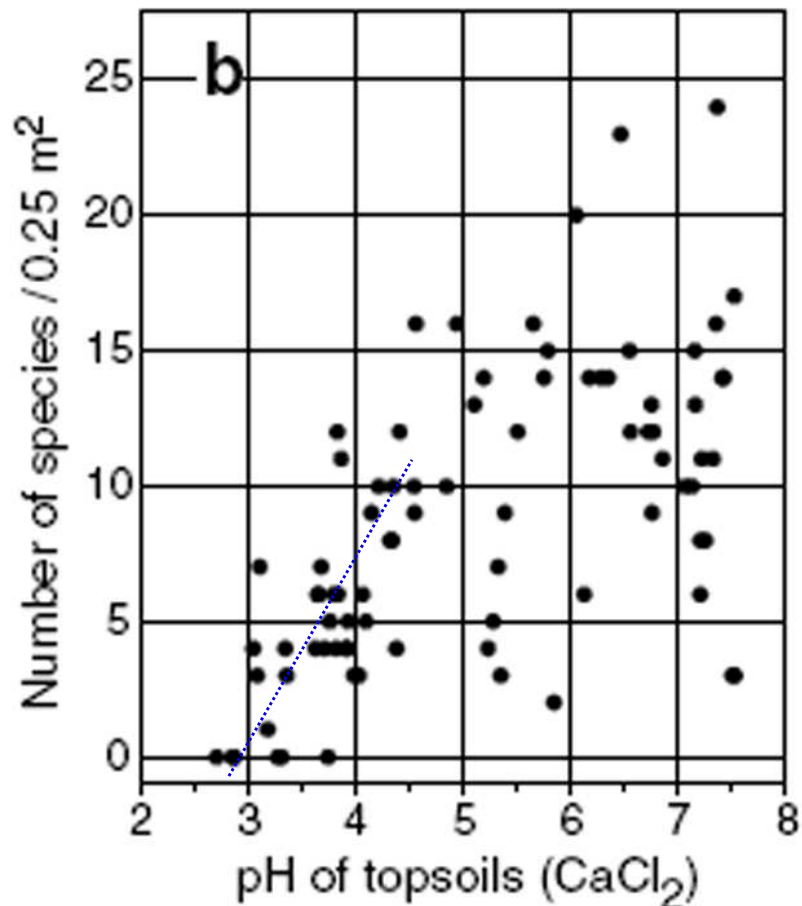
- dobrá znalost autekologie – jasně definované hlavní ekologické faktory, společné pro většinu druhů

## 1. obsah dostupného vápníku

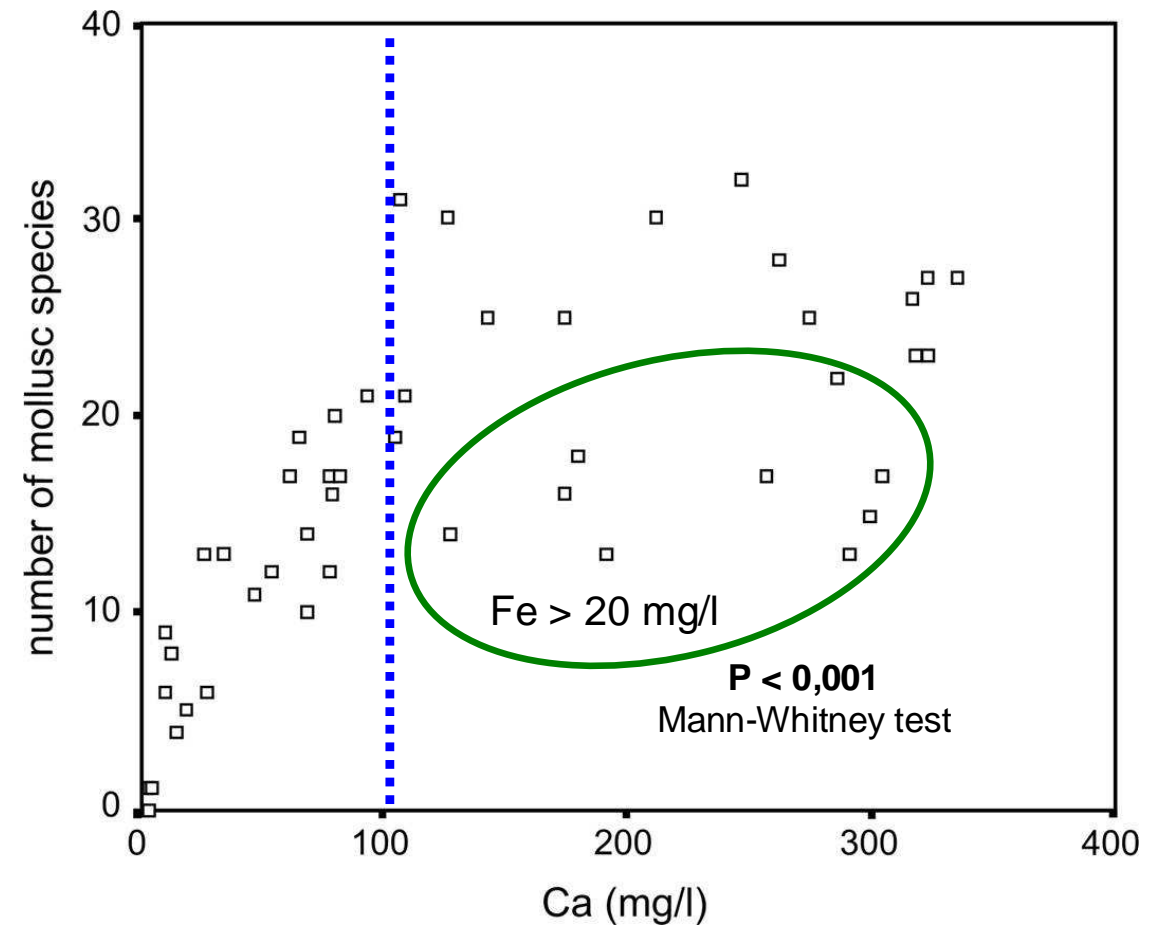
## 2. vlhkost



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



(Martin & Sommer, 2004)



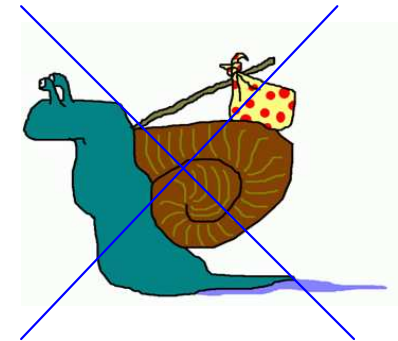
(Horsák & Hájek, 2003)

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

**1. obsah dostupného vápníku**

**2. vlhkost**

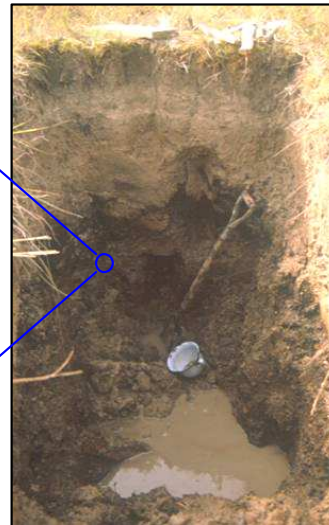
**3. zachovalost stanoviště**



- 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)

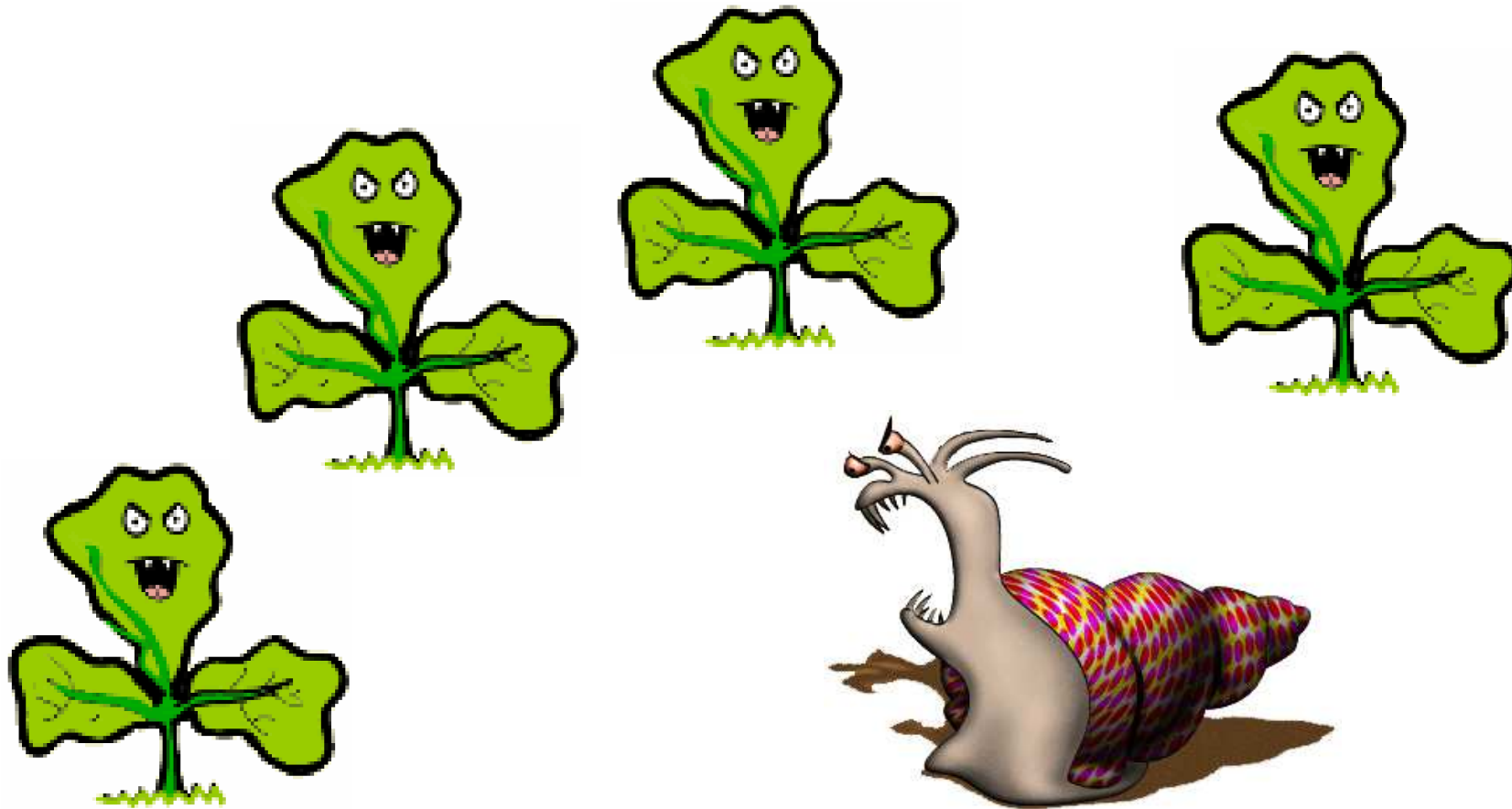


- ve vápnitém prostředí schránky dobře fosilizují
  - relativně velmi snadná determinace do druhové úrovně
  - přesná rekonstrukce je možná díky dobré prozkoumanosti a znalosti autekologie jednotlivých druhů
  - odráží poměry a vývoj konkrétní lokality
  - dobře indikují sukcesní stádium



- 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

Vztahy mezi měkkýši a vegetací:  
srovnání změn druhové bohatosti a  
skladby - Karpaty a Bulharsko

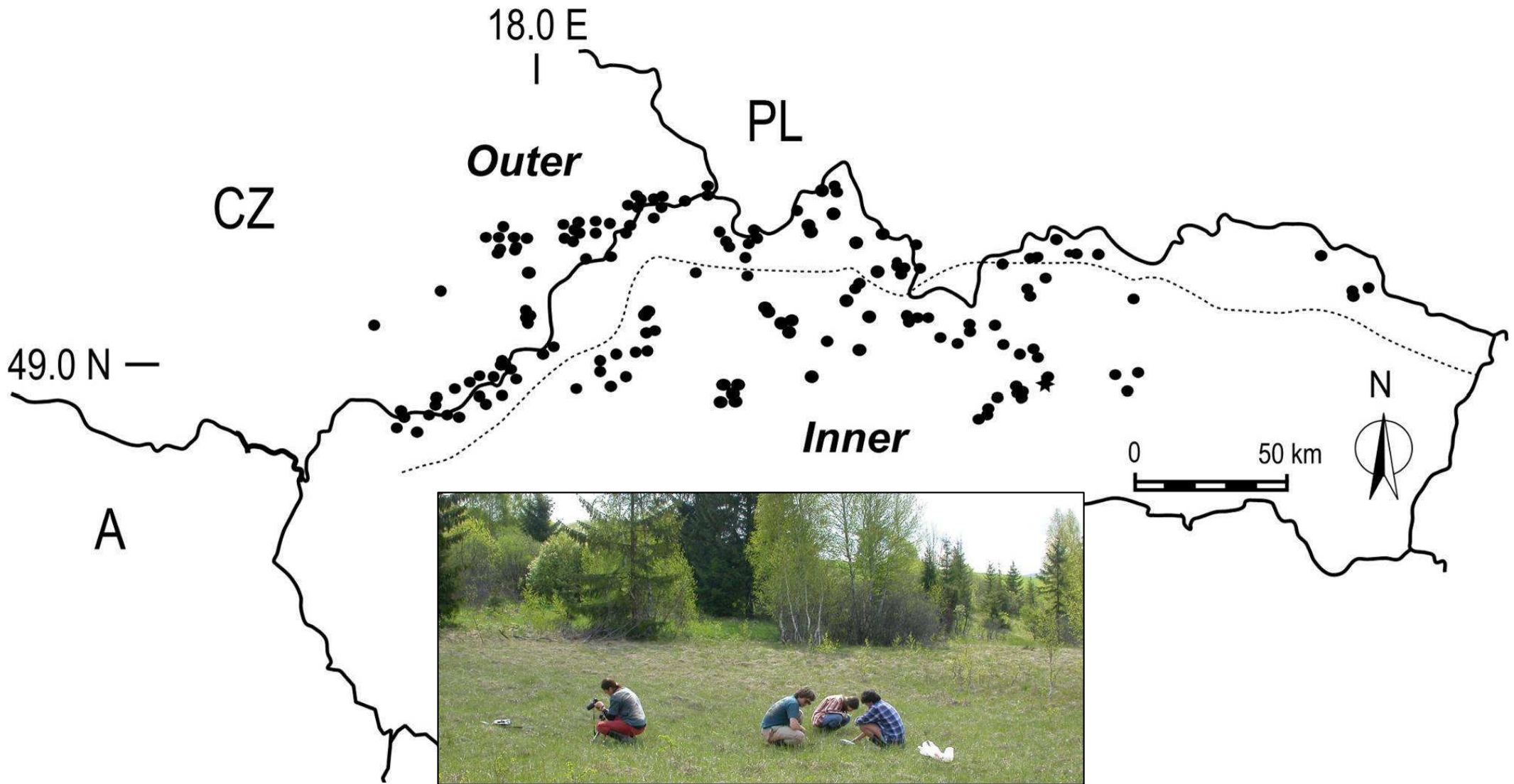




# Rozmístění studovaných lokalit v Karpatech



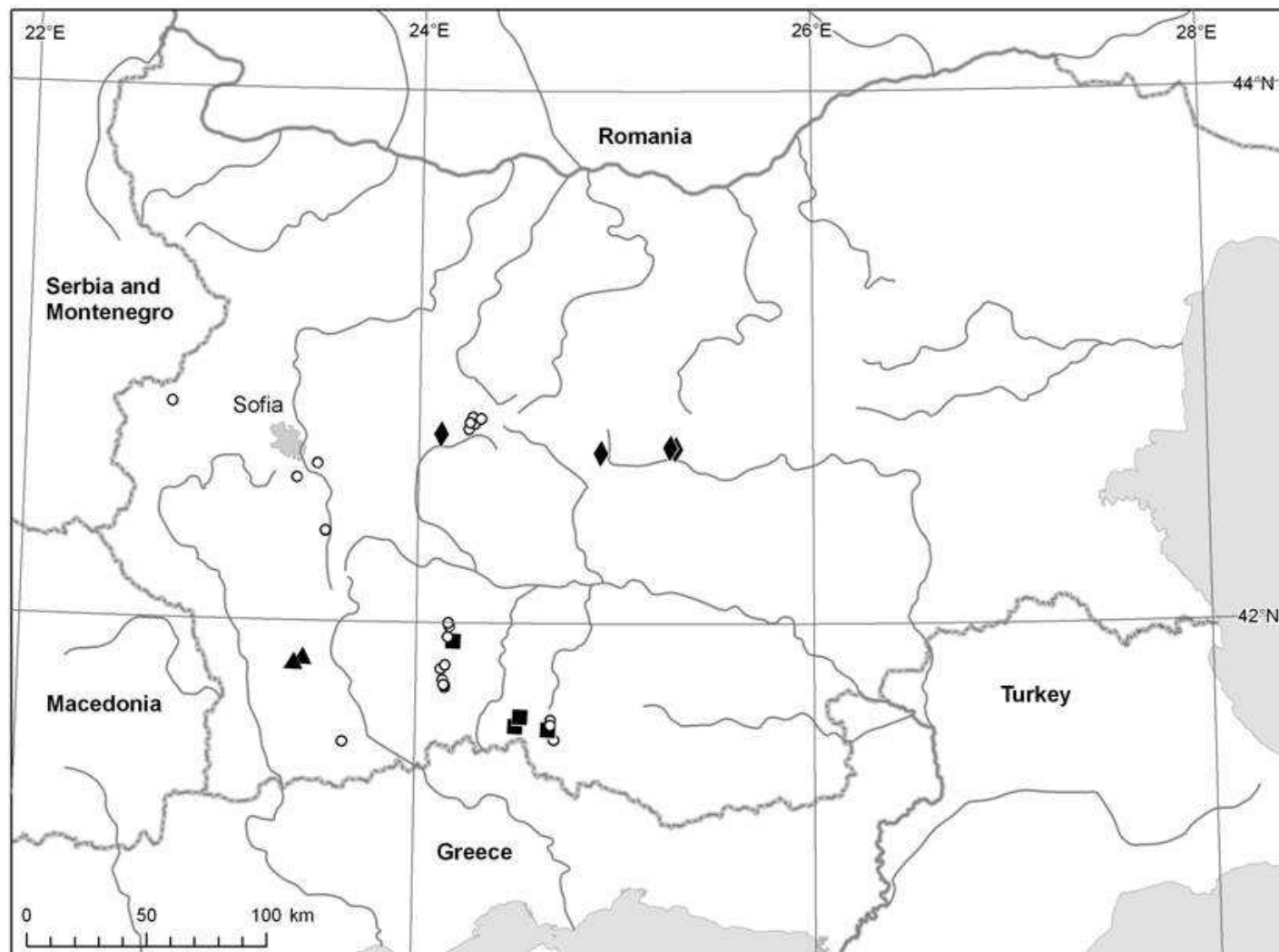
- Ⓢ kompletně zpracováno 165 lokalit, 2000-2007
- Ⓢ měkkýši, vegetace, faktory prostředí, klimatické faktory
- Ⓢ 59 druhů, 2.603 nálezů, 102.439 kusů



# Rozmístění studovaných lokalit v Bulharsku



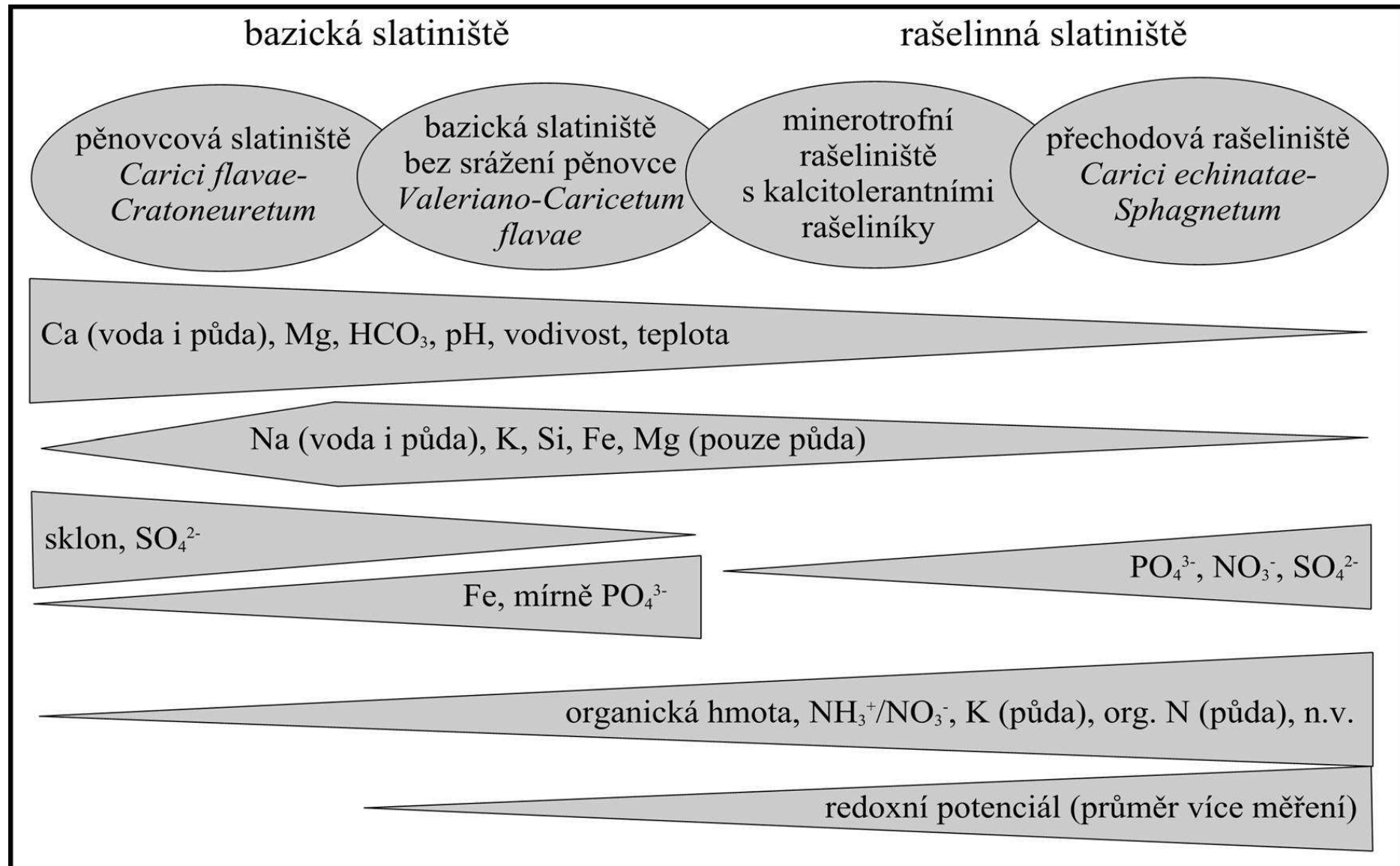
- @ kompletně zpracováno 40 lokalit, v roce 2005
- @ měkkýši, vegetace, faktory prostředí
- @ 27 druhů, 298 nálezů, 13.224 kusů



# Základní charakteristika studovaných slatinišť



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



# Krajní typy slatinišť



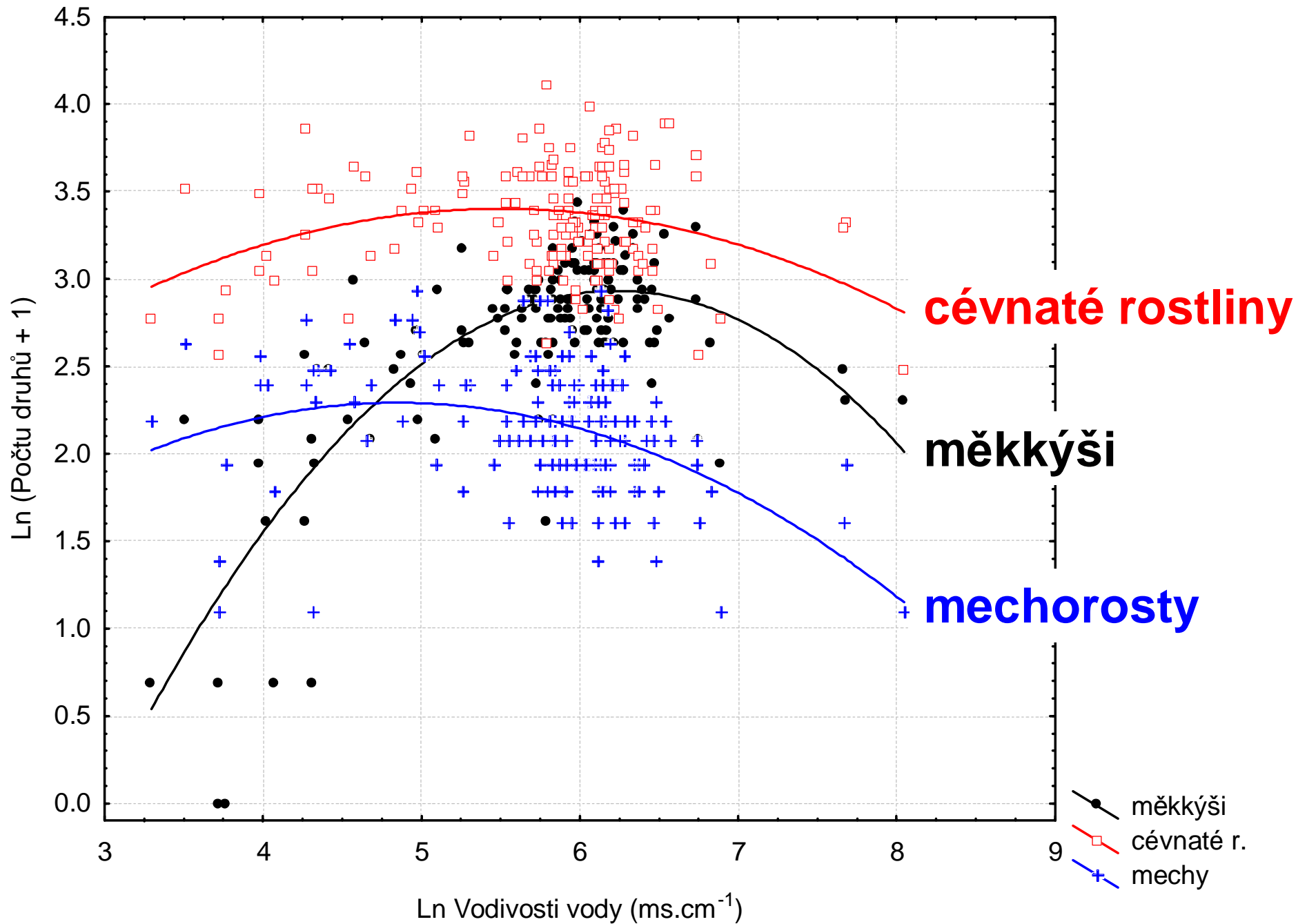
přechodová rašeliniště

**vápník**

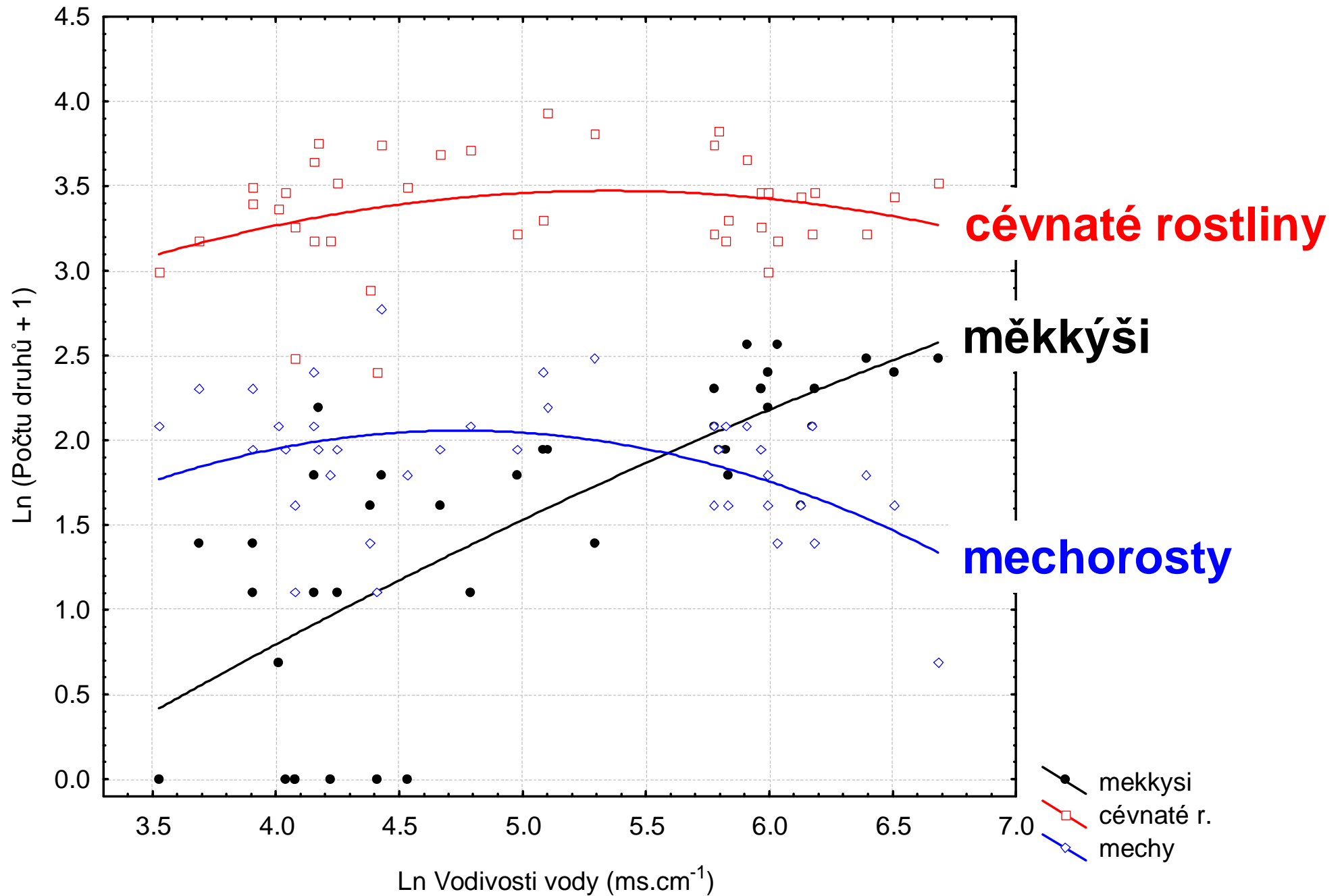
pěnovcová slatiniště



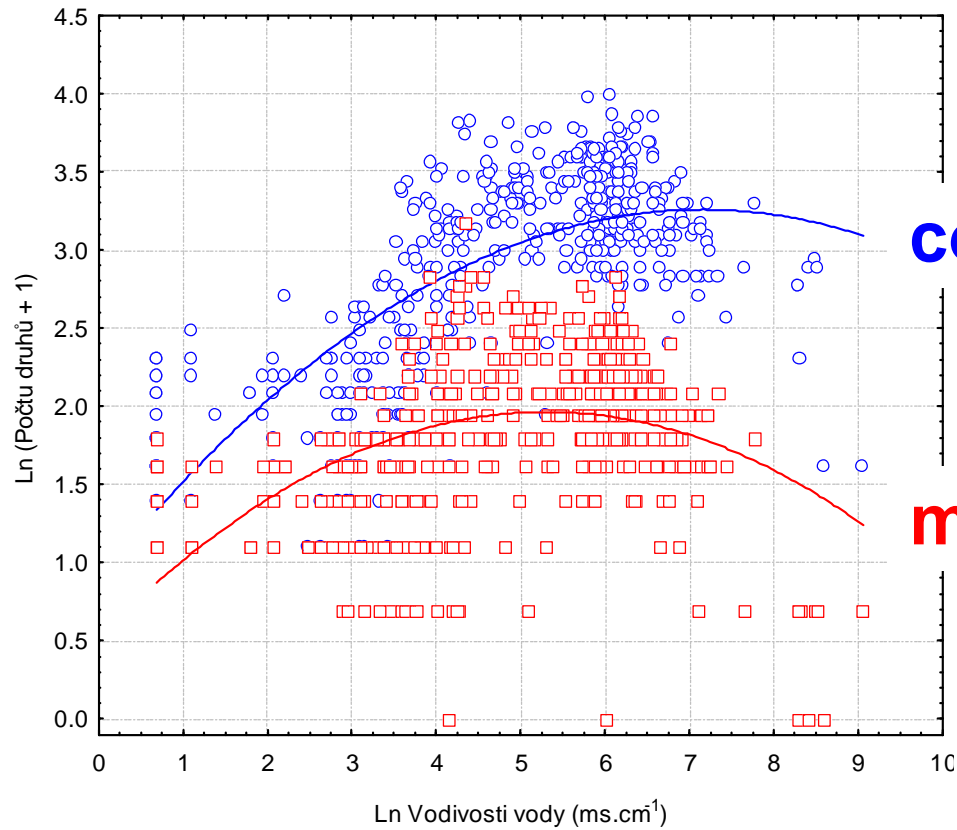
# Vápnitost a druhová bohatost - Karpaty



# Vápnitost a druhová bohatost - Bulharsko



# Vápnitost a druhová bohatost - celý gradient

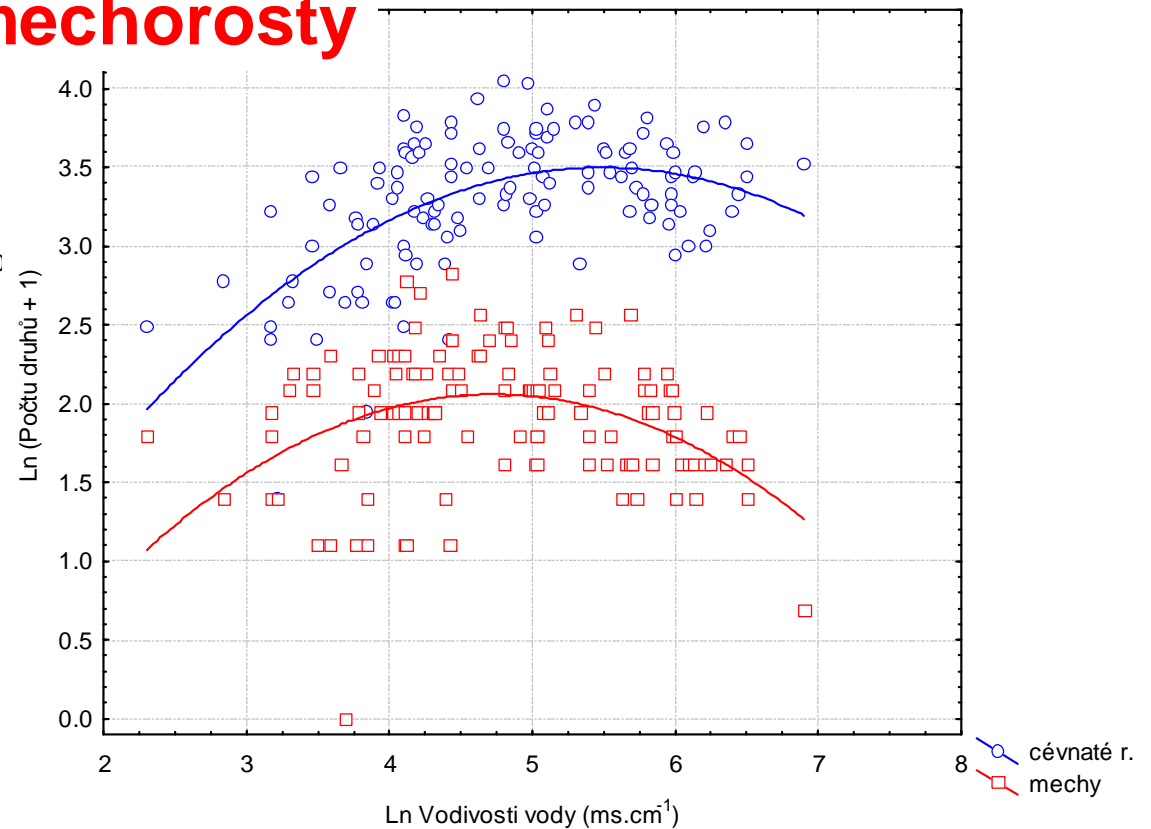


Karpaty

cévnaté rostliny

mechorosty

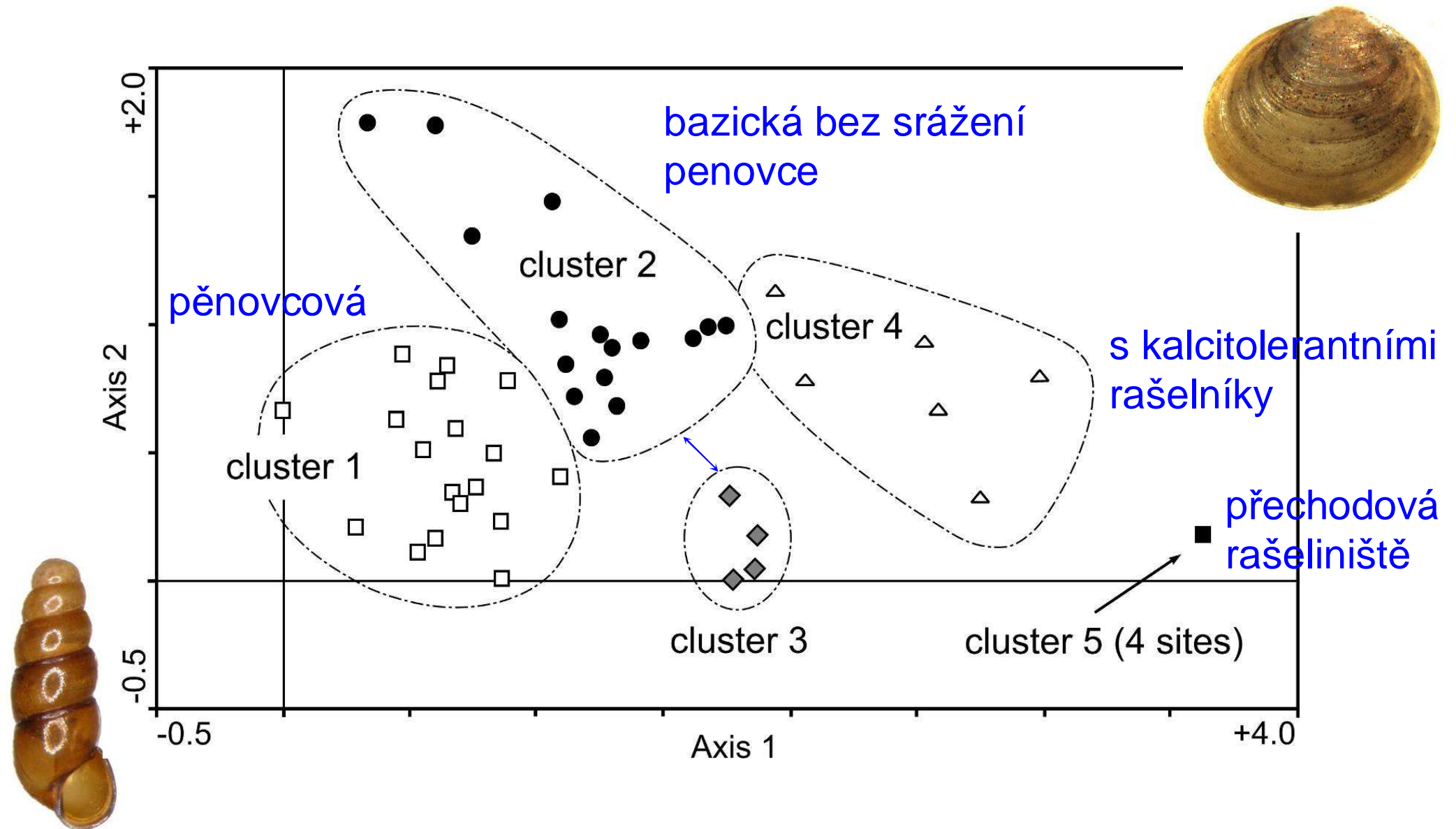
Bulharsko



# Změna druhového složení podél hlavního ekologického gradientu



## @ DCA měkkýšů

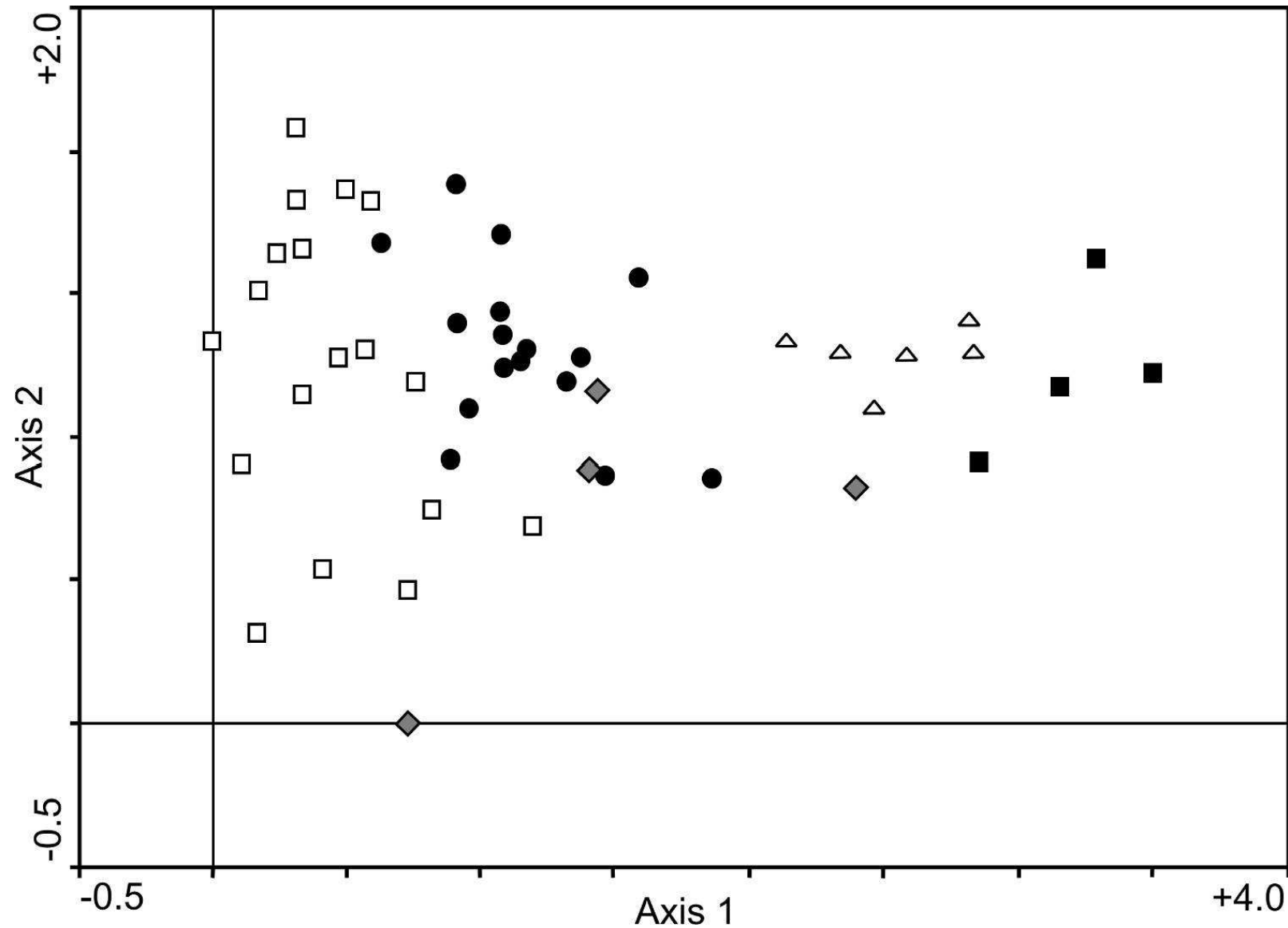




# Shoda změn druhového složení vegetace a měkkýšů



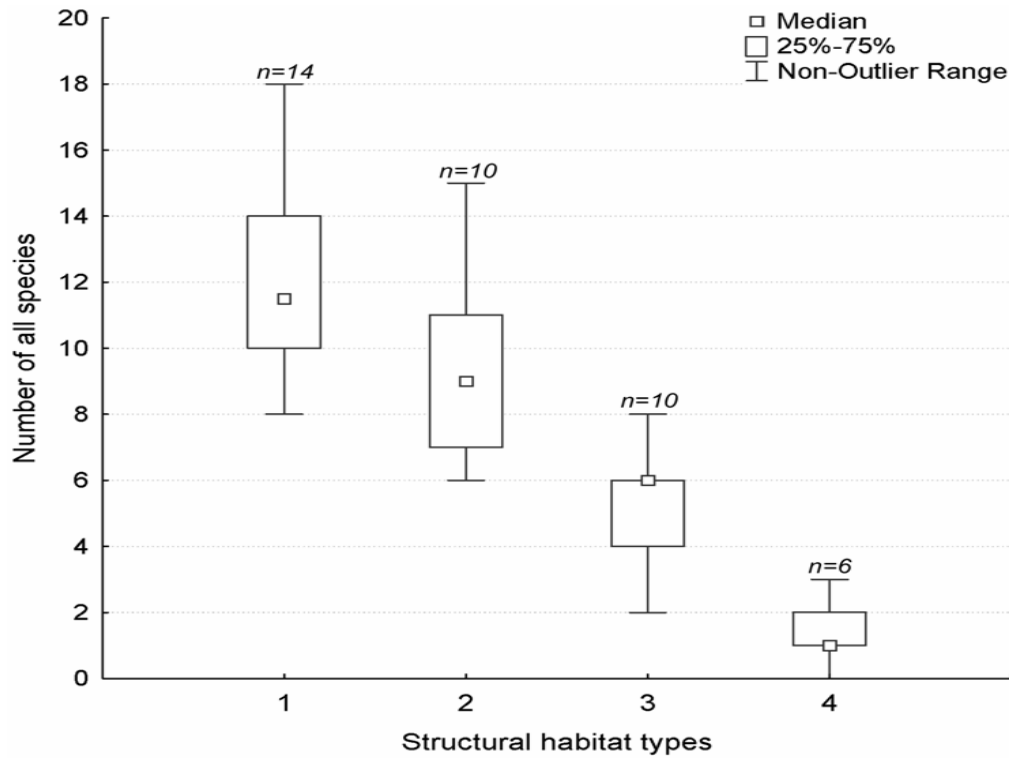
🌀 DCA vegetace, klasifikace na základě měkkýšů



# Druhová bohatost: Bulharsko vs. Karpaty

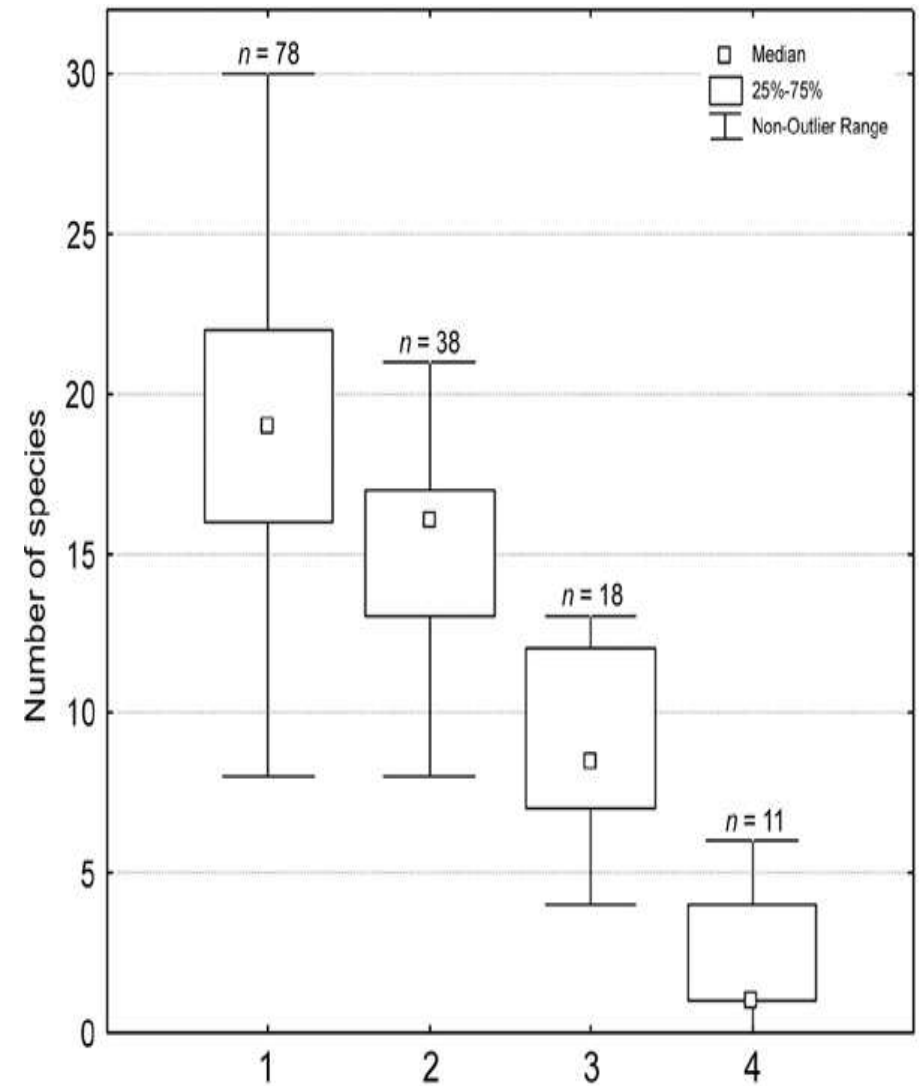


*Vertigo geyeri*



**Bulharsko**

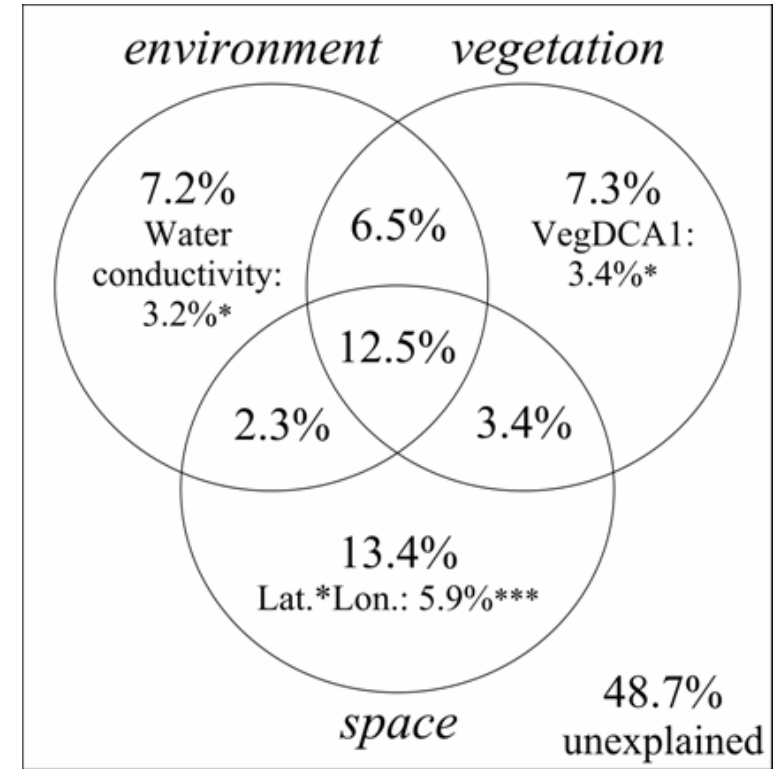
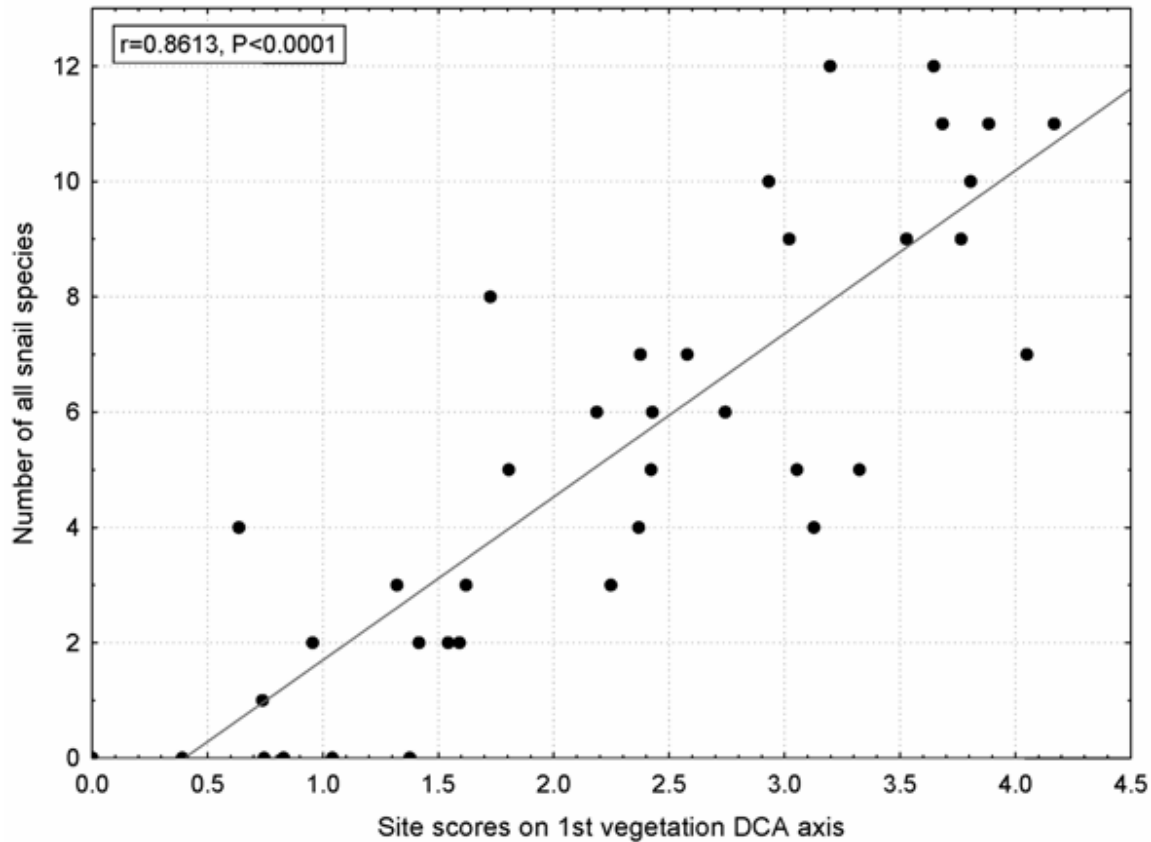
*pěnovcové*



**Karpaty**

*rašelinné slatiny*

# Kytky jsou nejlepší vysvětlující proměnná!



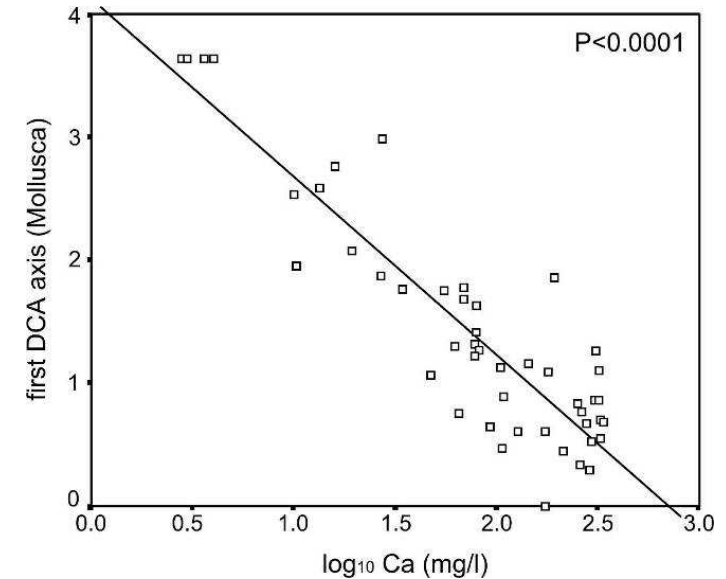
## Procenta vysvětlené variability druhových dat měkkýšů

	Bulharsko (N=40)	Karpaty (N=48)
Vegetace (4 osy)	29 %	26 %
Vodivost vody	18 %	11 %
Chemismus	21 % (pH a kond.)	22 % (veškerá)
Celkově	44 %	35 %

# Uspořádání druhové skladby



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

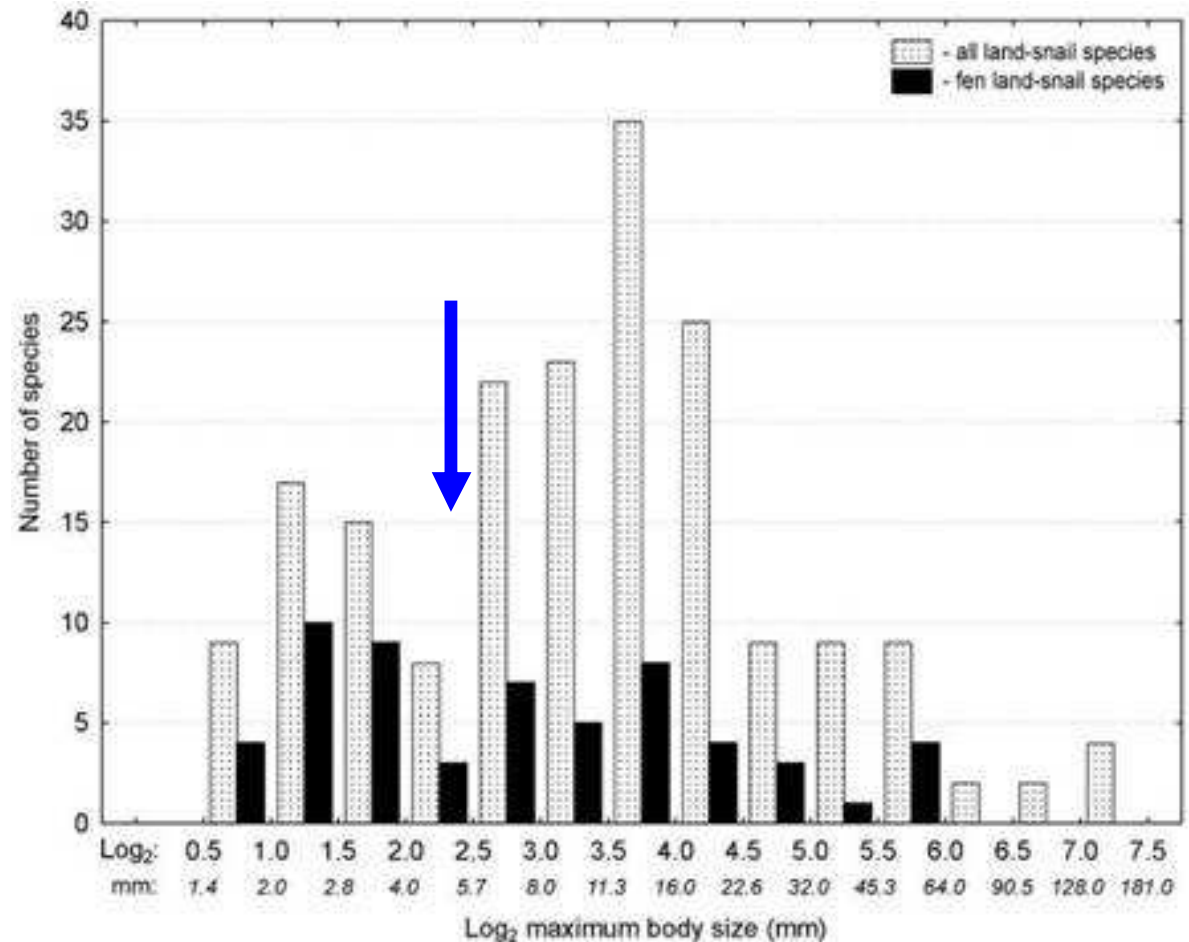
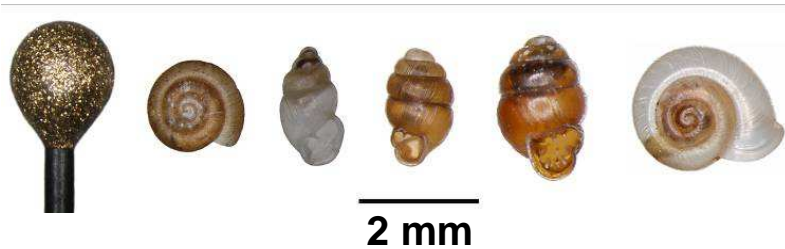


vápnitost

# Velikost těla, prostorová distribuce



- převaha malých druhů

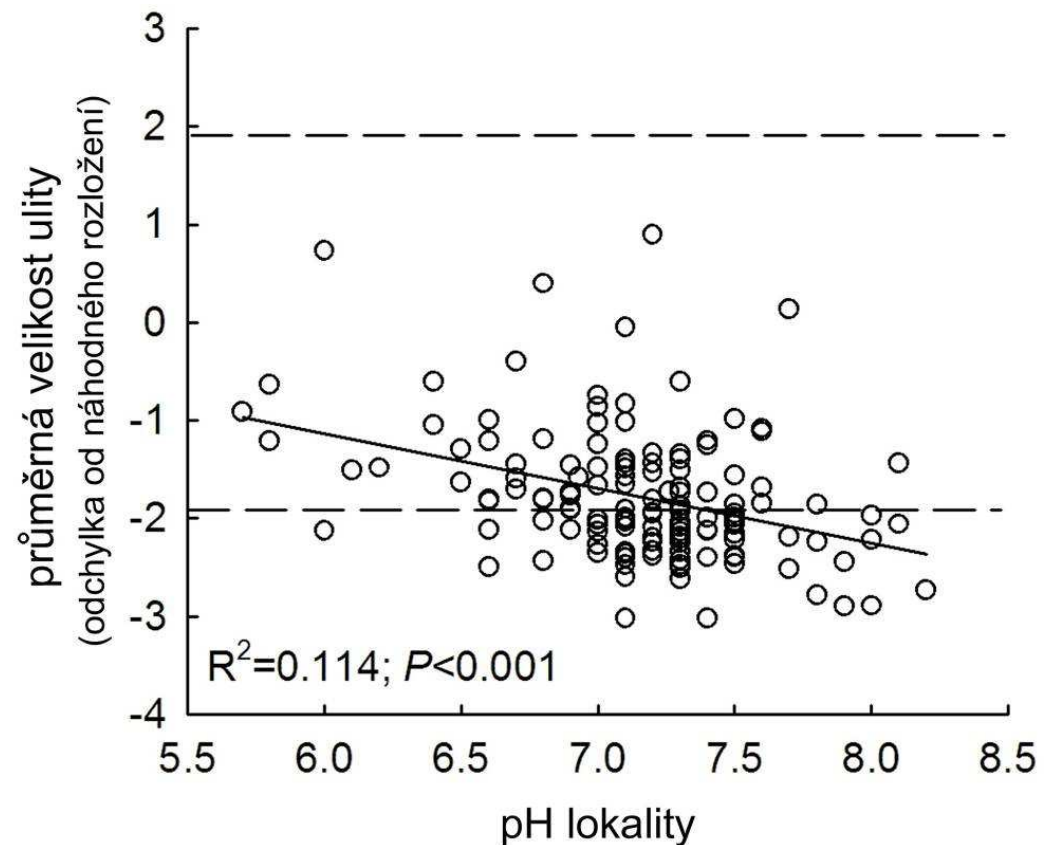


- většina druhů lokality koexistuje na velmi malé ploše (ca 80%), až 20 druhů na ploše 75x75 cm<sup>2</sup>

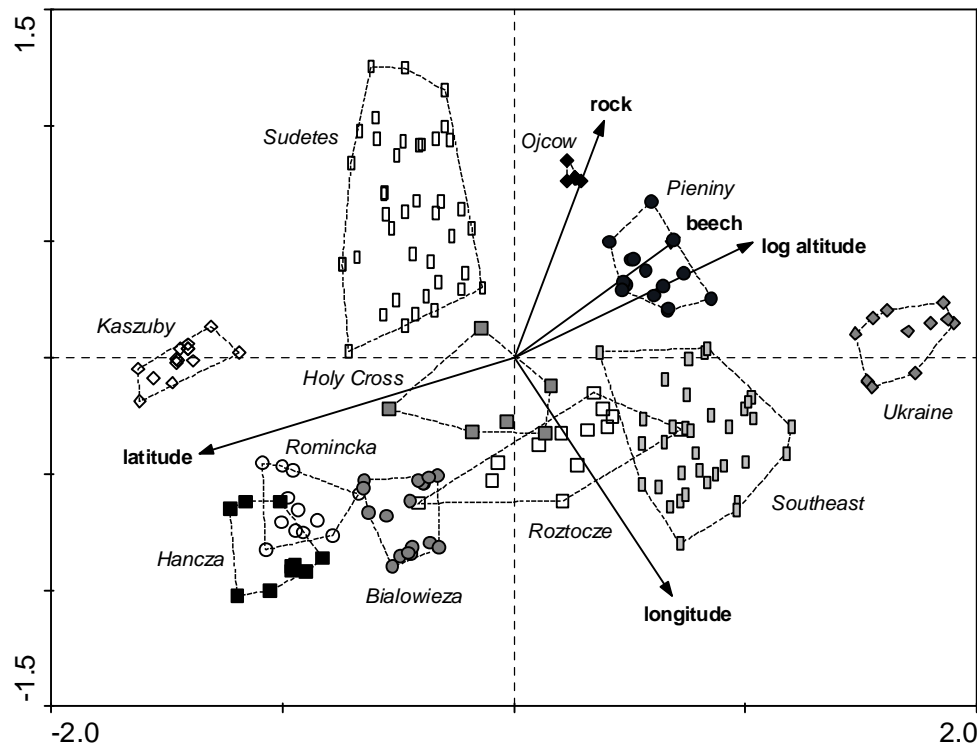
# Rozrůznění nebo konvergence?



- 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 vápnatým slatinám
- **určující je konvergence** – slatiniště jsou extrémní: chybí úkryty – vlhko, nízká produktivita
  - drobné druhy fyziologicky lépe snáší nižší teploty

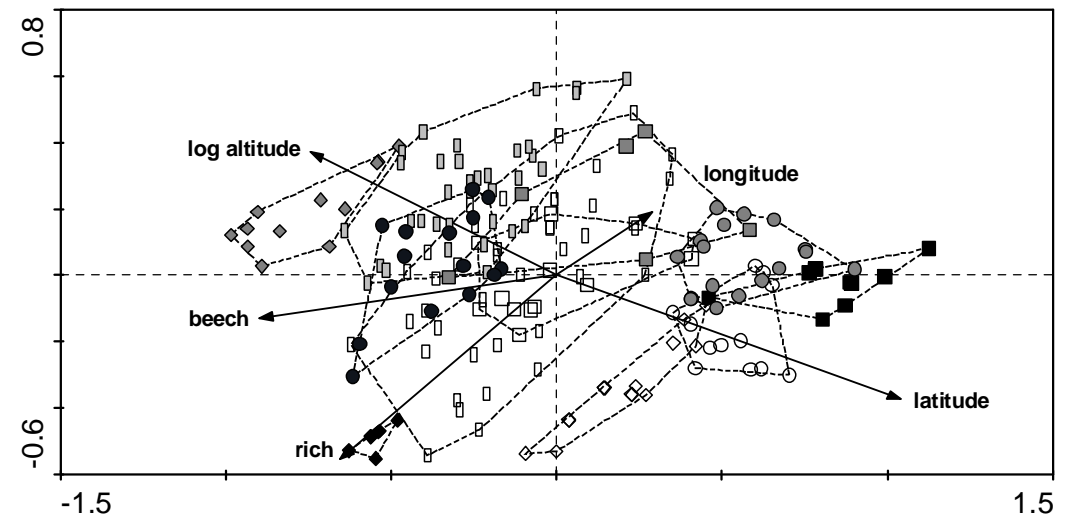


# Geografická variabilita plžů polských lesů



velké druhy (> 5 mm) odráží geografickou variabilitu jednotlivých regionů

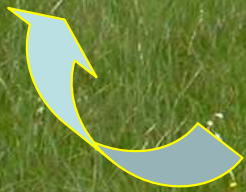
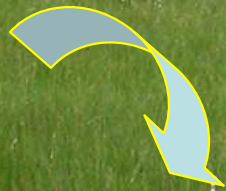
naopak geografické rozdíly druhové skladby malých druhů (< 5 mm) jsou mezi regiony velmi malé



# Západokarpatská slatiniště – refugia v prostoru a čase

*současnost*

*historie*

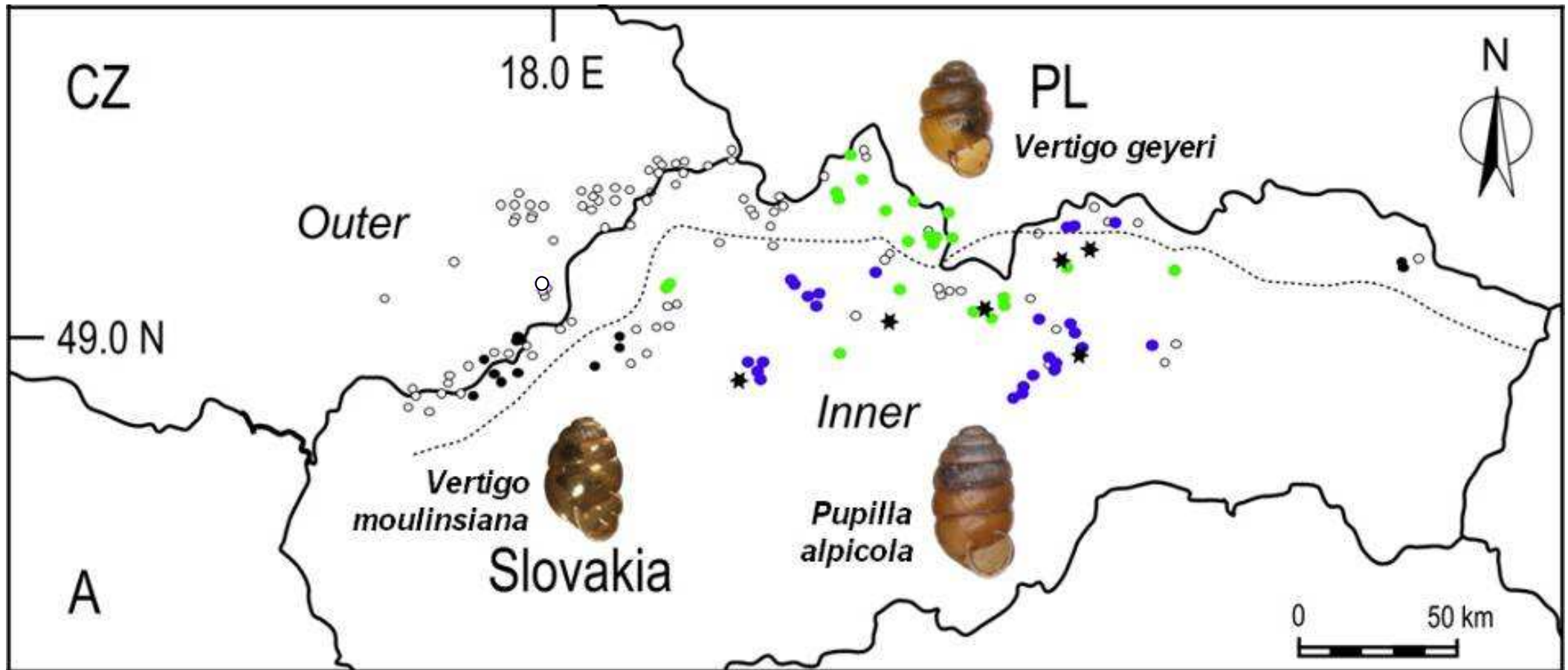




# Rozšíření reliktních druhů

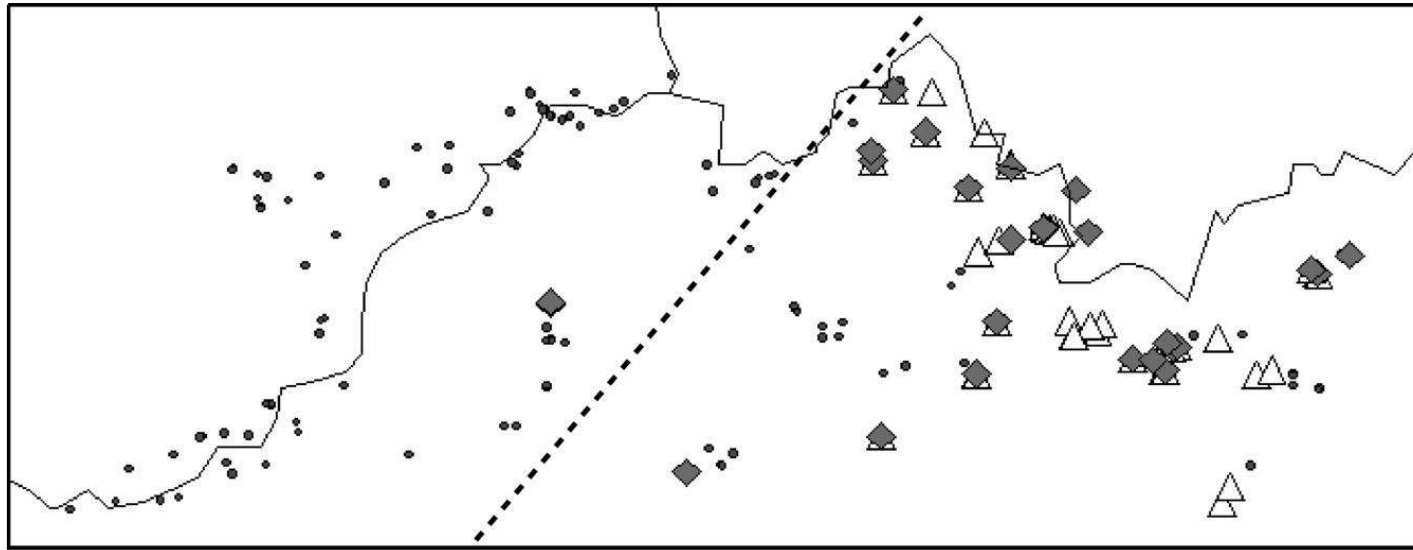


@ většinou ve vnitřní části Západních Karpat



(Horsák et al., 2007: JMS)

# Společný výskyt reliktních rostlin a plžů

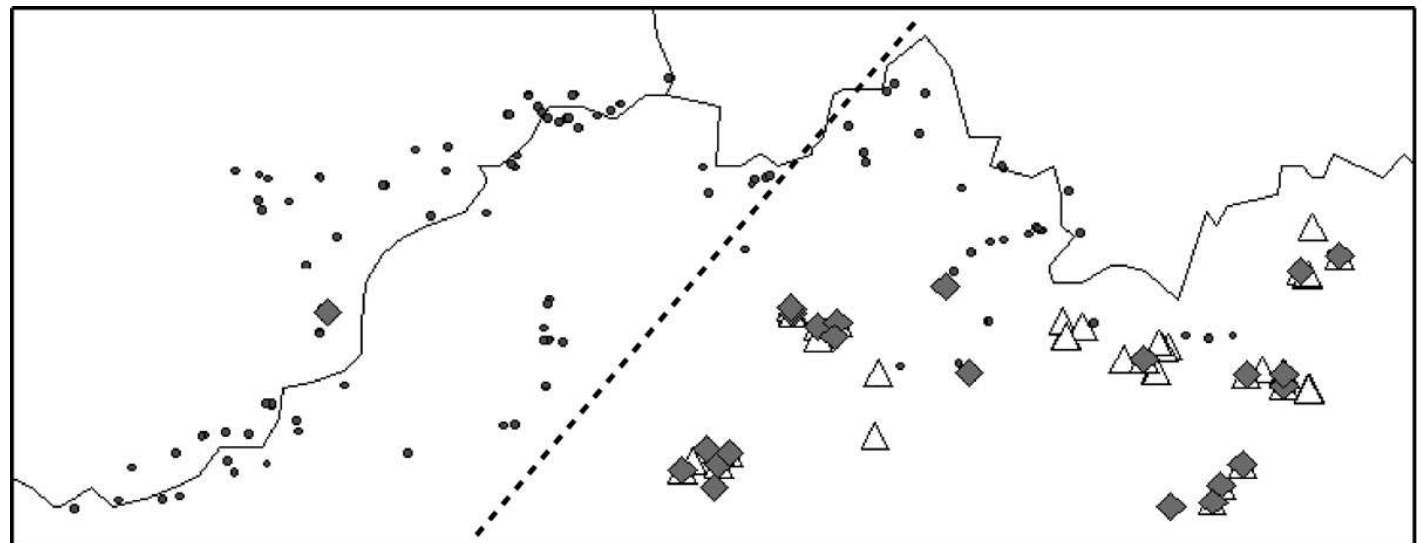


*Vertigo geyeri* – *Carex dioica*

■ – plž

△ – rostlina

*Pupilla alpicola* – *Primula farinosa*



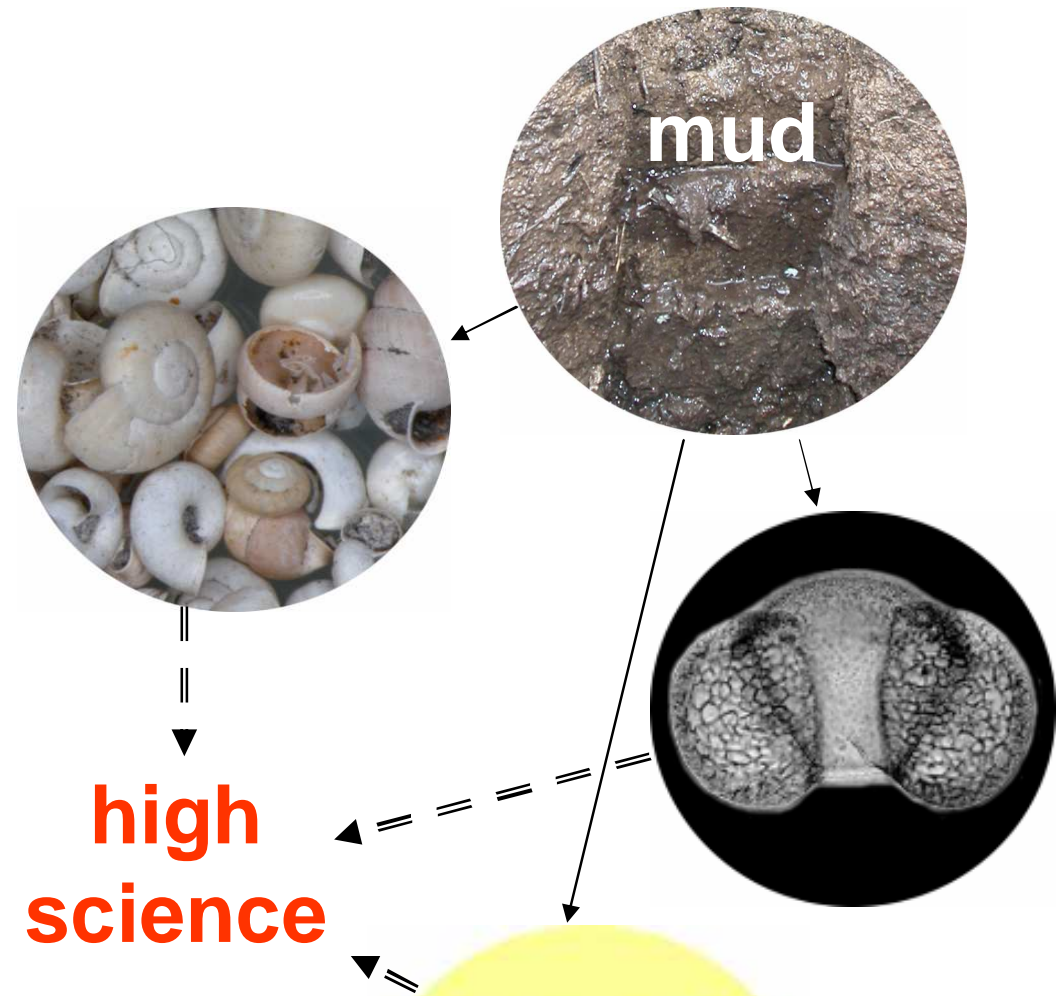
# Původ a vývoj vápnitých slatin



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  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{HCO}_3^-$  při jejím vývěru na povrch. Je ideální pro uchování schránek měkkýšů.



# Paleomalakologická analýza – profil Tlstá hora



dnešek

odlesnění 650 BP

dno 3600 BP

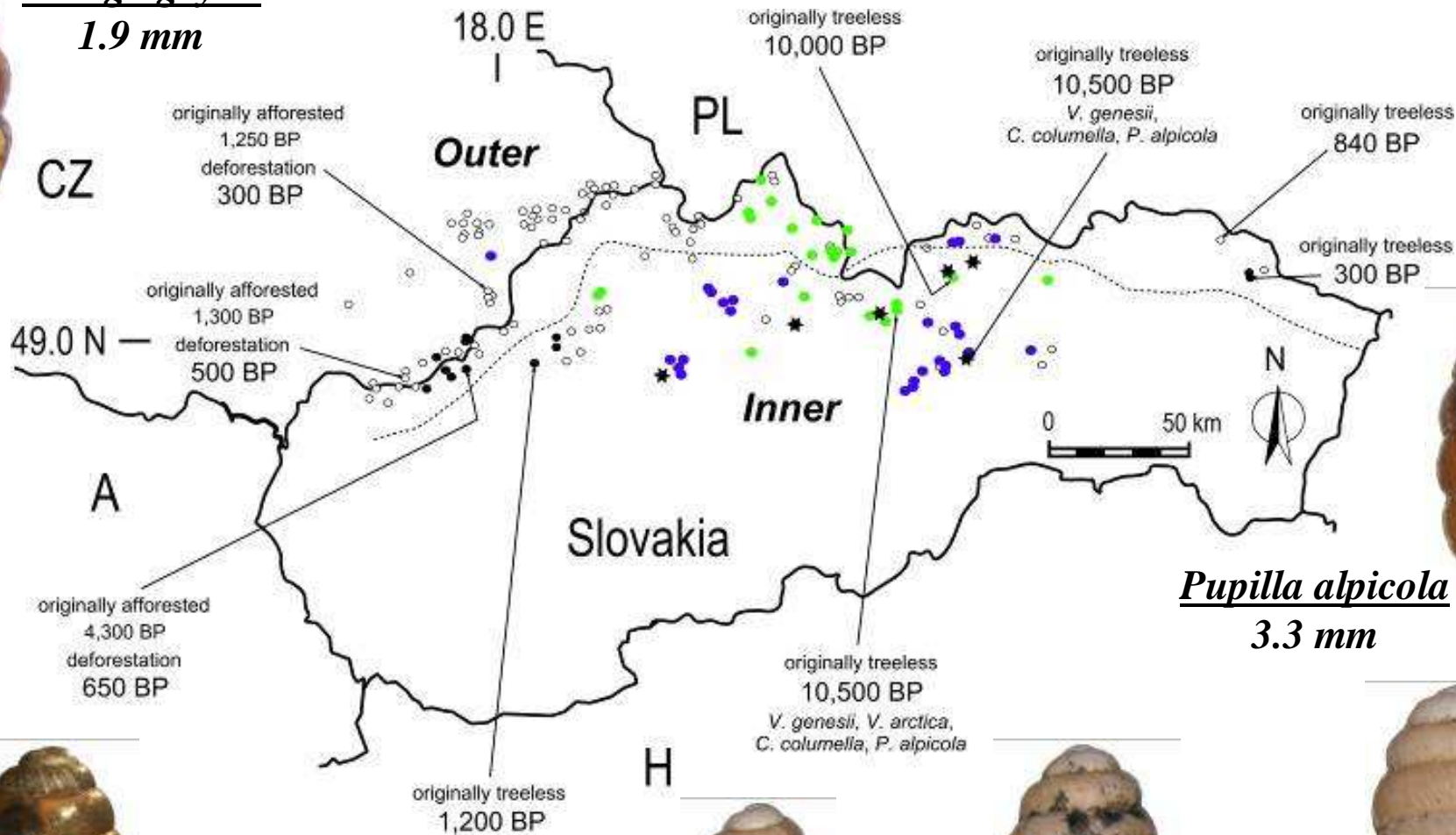
Paleomalakozoologické zpracování profilu Tlstá hora (Biele Karpaty)

Ekologické skup.	Druh	0	4-18	18-33	32-58	58-70	70-80	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	200-250	250-300	300-350	350-400	
1	SI	<i>Platyla polita</i> (Germann, 1840)	1				1	79	32	54	44	12				4	2	
		<i>Vertigo puilla</i> O. F. Müller, 1774						34	1	21	4	2						
		<i>Sphyradium dolicholum</i> (Draparnaud, 1792)						19	8	4	16			15				1
		<i>Acanthinula sculcata</i> (O. F. Müller, 1774)					1	63	43	19	20	14	16		6			1
		<i>Macrogastra laterata</i> (A. Schmidt, 1857)						4										
		<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud, 1801)						1										
		<i>Discus perspectivus</i> (M. von Möbbs, 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> (Snider, 1820)							15	4	10	9			2		1	
		<i>Helicodonta obvolvata</i> (O. F. Müller, 1774)							17	2								
		<i>Petasia indentata</i> (Draparnaud, 1805)							8	2	1	1	1					1
		<i>Monachoides incarnatus</i> (O. F. Müller, 1774)		1					3	1	2							1
<i>Isogonomostoma isognomostomus</i> (Schöner, 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			
	SIH	<i>Oxychilus glaber</i> (Rossmässler, 1835)	2					1	6	8								
		<i>Aegopinella minor</i> (Subic, 1864)						1		3	18	1			16		6	
		<i>Helix pomatia</i> Linné, 1758						3										
SI(HG)	<i>Vitrea crystallina</i> (O. F. Müller, 1774)						175											
3	SIH	<i>Macrogastra ventricosa</i> (Draparnaud, 1801)						3		1								
		<i>Vesta turgida</i> (Rossmässler, 1836)						133	115	282	51	1	24	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											
PT(SI)	<i>Vallonia costata</i> (O. F. Müller, 1774)	16	1	2	9	1												
6	NC	<i>Cochlicopa lubricella</i> (Rossmässler, 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> (Wesermühl, 1871)						24	6	12	29	6	1	12	3			
		<i>Oxychilus cellarius</i> (O. F. Müller, 1774)						31	16	4	8	2	9					
	SIp	<i>Eucolulus fulvus</i> (O. F. Müller, 1774)	23	5	7	16	7	14	12	32	8	4			12	1		
		<i>Plicasteria lubomirskii</i> (Šibarski, 1981)	1						2			1						
		<i>Orcula dolium</i> (Draparnaud, 1801)							2	15	45	29	47	3	2			
		<i>Clausilia dubia</i> (Draparnaud, 1805)																
8	HG	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)	12	1		3		1112	324	785	274	103	44	175	18			
		<i>Columnella edentula</i> (Draparnaud, 1805)				1	1	23	13	43	5	1			3			
		<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys, 1830																
		<i>Vertigo substriata</i> (Jeffreys, 1831)	1				2	57	42	74	4		2	23	1			
		<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud, 1801)	1				3	38	16								1	
9	RP	<i>Deroceras cf. laeve</i> (O. F. Müller, 1774)				2												
		<i>Carychium minimum</i> O. F. Müller, 1774						148	121	417	27	38			66	4		
		<i>Vertigo moultresiana</i> (Draparnaud, 1801)	9	3		12												
		<i>Vertigo antiverigo</i> (Draparnaud, 1801)	25	16	10	92	45											
		<i>Oxytoma elegans</i> (Risso, 1826)	36	30	139	140	66											
10	FN	<i>Zonitoides nitida</i> (O. F. Müller, 1774)					7	67	102	231	48							
		<i>Biyhinella austriaca</i> s.l. (= <i>Præconitid</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> (Pis., 1791)				14	1		1	3					4			
RV-PDE	<i>Pisidium personatum</i> Matar, 1855	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

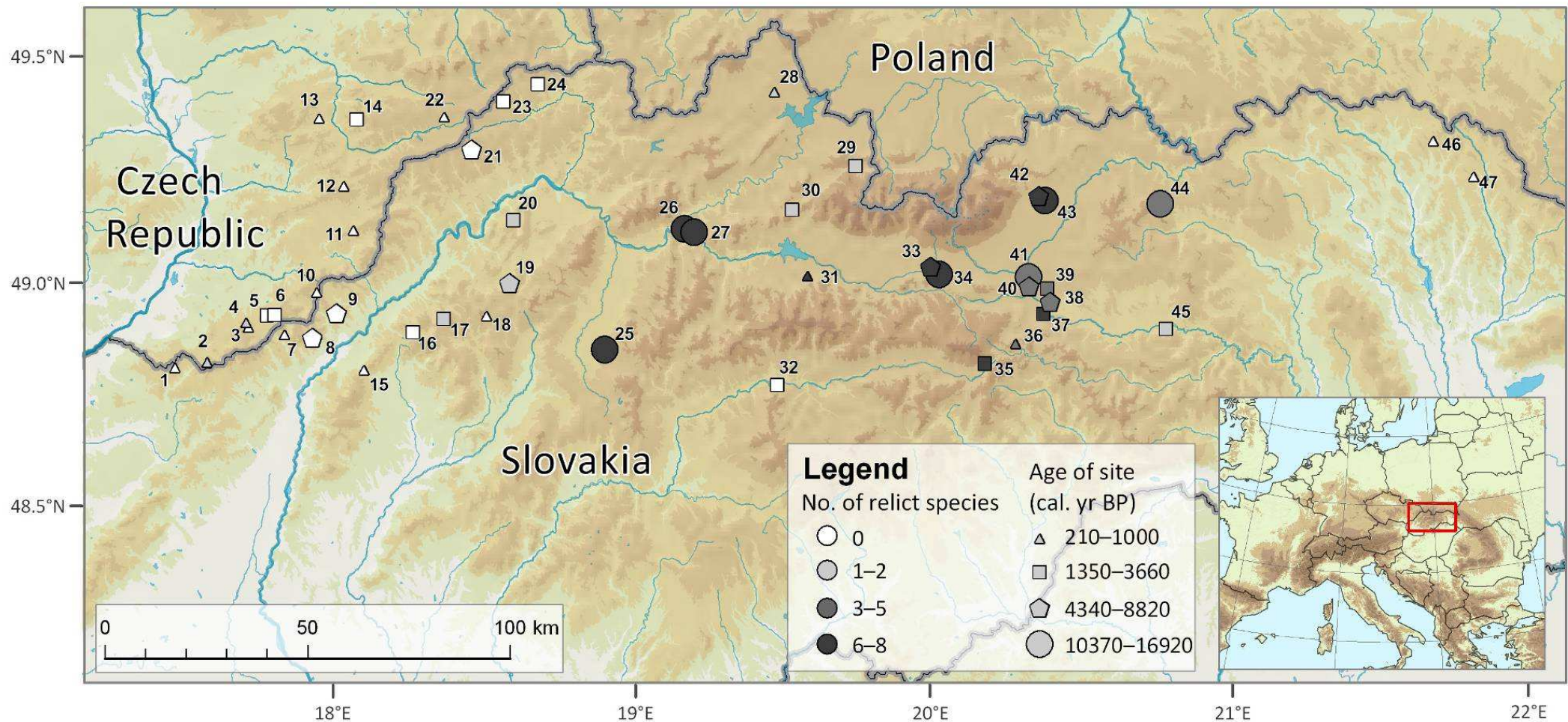


*Columella columella*  
3.1 mm

# Stáří lokalit a počet reliktů



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



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



# 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*



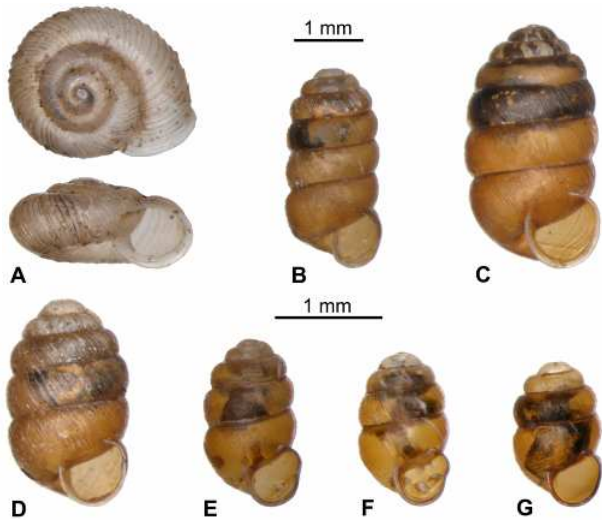
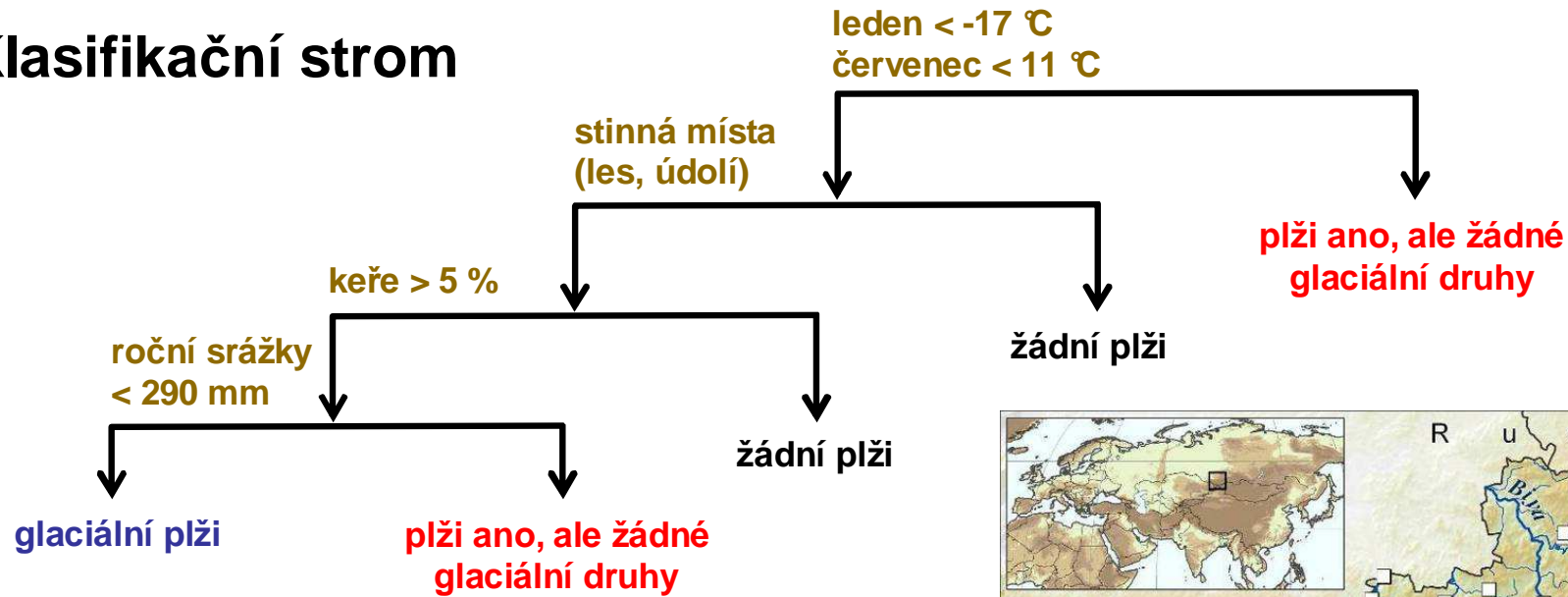
**G**  
*Vertigo genesii*

1 mm

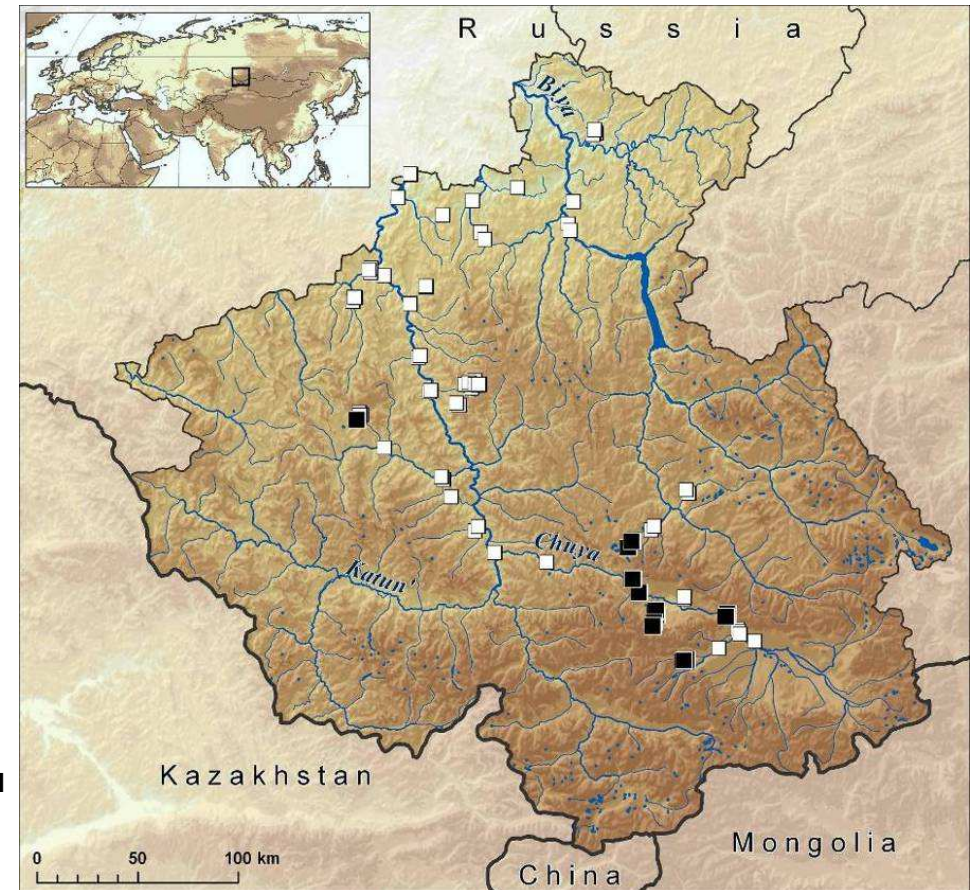
# Svědectví suchozemských plžů



## 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