

Malakozologické okénko

metody sběru terénních dat a něco o našich měkkýších

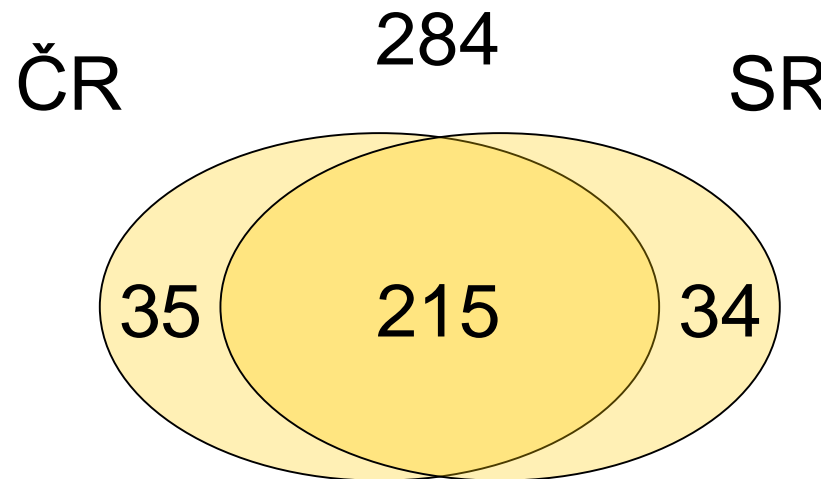
- **diverzita v ČR a SR**
- **metody terénního průzkumu**
- **determinace a znaky**
- **ekologické nároky suchozemských plžů**
- **paleoekologie a měkkýši**
- **studovaná témata**
- **malý kvíz**



Diverzita měkkýšů v ČR a SR

<http://mollusca.sav.sk/malacology/checklist.htm>

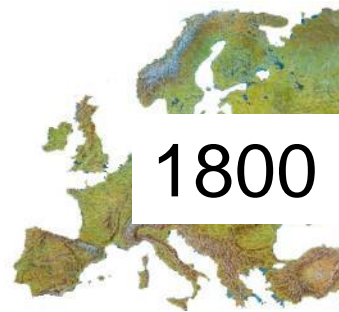
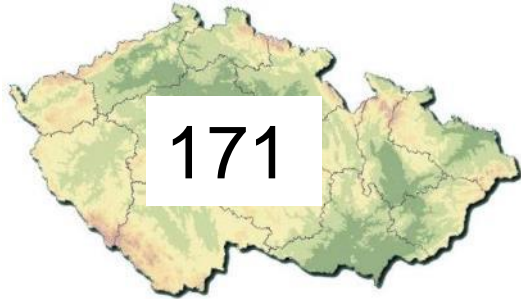
- ČR: **250** druhů
 - 222 plžů: 51 vodních a 171 suchozemských
 - 28 mlžů
- SR: **250** druhů
 - 221 plžů: 51 vodních a 170 suchozemských
 - 29 mlžů



Porovnání počtu druhů měkkýšů České a Slovenské republiky
(Horsák et al. 2013, 2018)

Počet druhů a historie výzkumu

- druhová bohatost suchozemských plžů



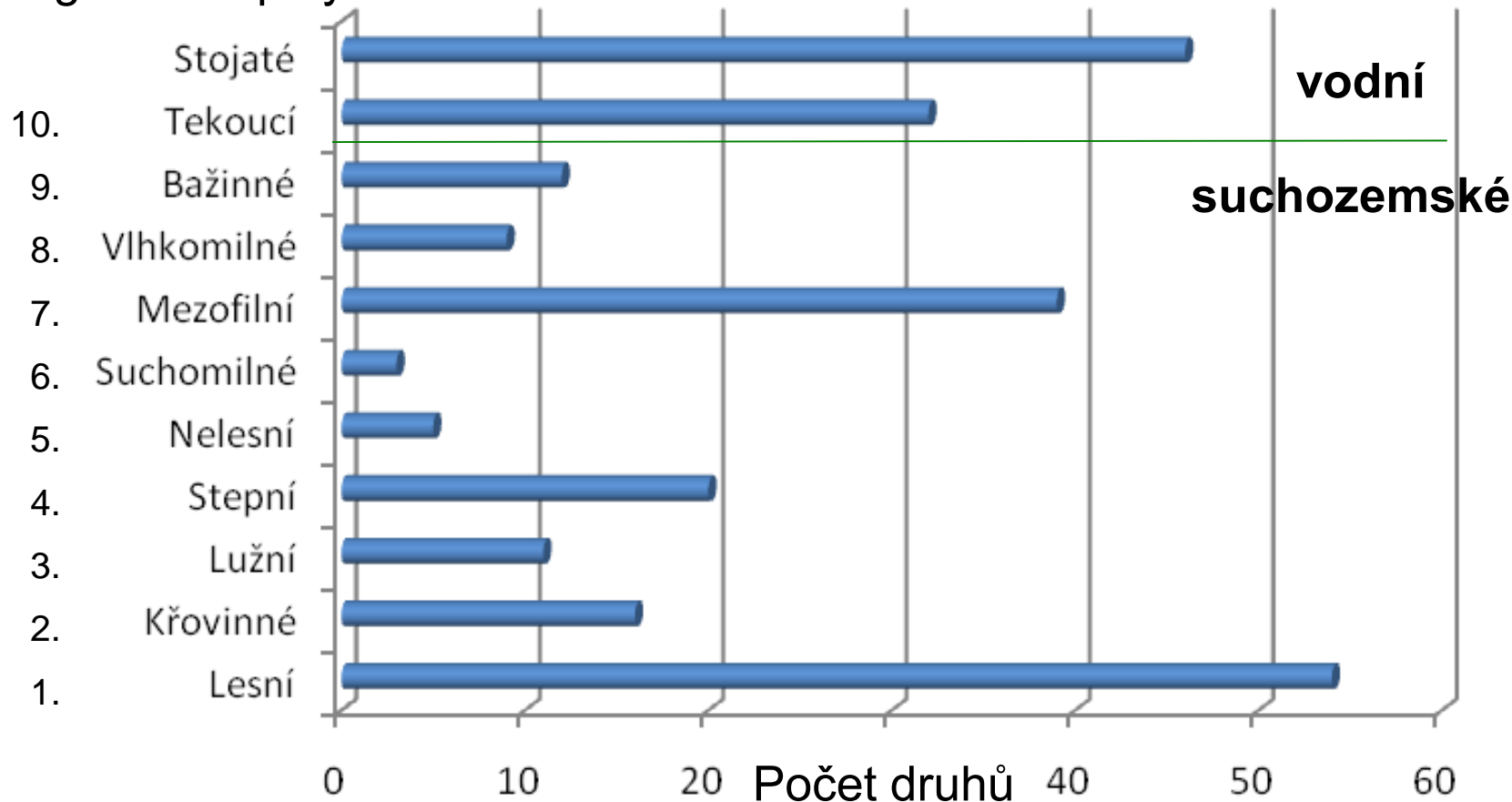
- více než 150letá tradice výzkumu měkkýšů u nás
- dr. [Vojen Ložek](#) - náš nejvýznamnější badatel, zakladatel moderní kvartérní malakozologie



Ekologická klasifikace našich měkkýšů

- klasifikace současné malakofauny ČR: **250** druhů
- dělení druhů do deseti základních ekologických skupin (Ložek 1964, Lisický 1991, Juříčková et al. 2014); vodní druhy (10. skupina) jsou zjednodušeně rozděleny podle převažujícího výskytu v tekoucích nebo stojatých vodách

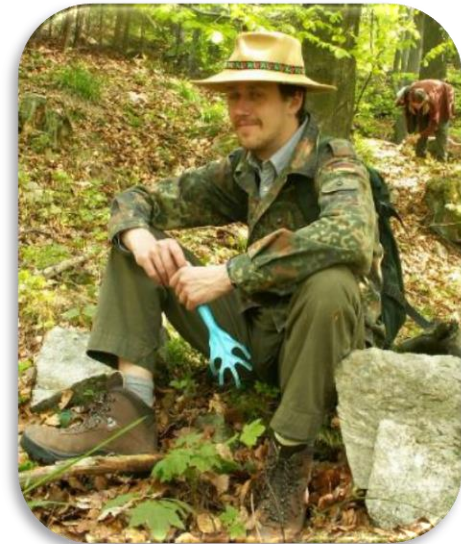
Ekologické skupiny



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)



Metody terénního průzkumu – terestrické biotopy

▪ 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

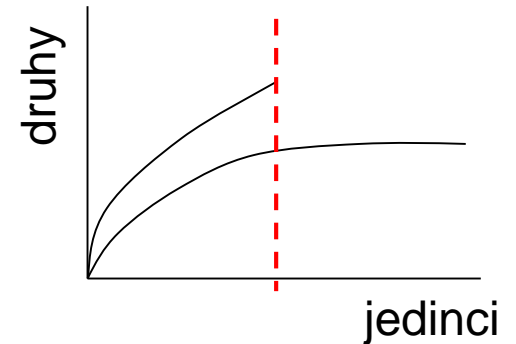
- smýkadlo, mokrý prosev vegetace mokřadů a vlhkého listového opadu



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

Zpracování vzorků – mokrý prosev



Fig. 1.

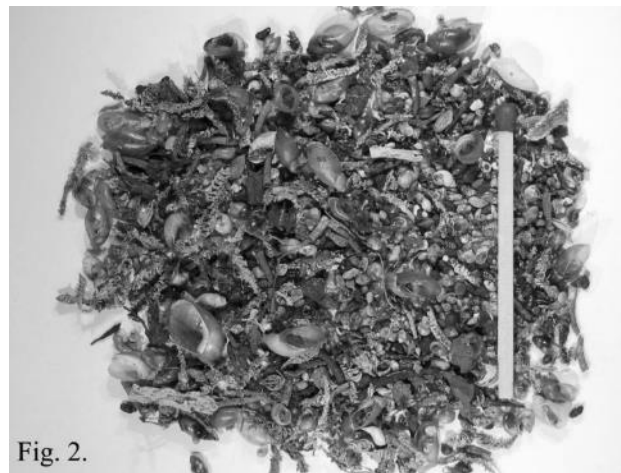


Fig. 2.

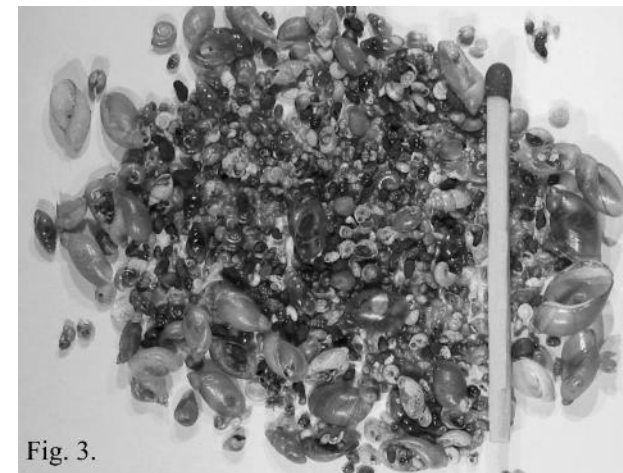


Fig. 3.

Determinace: znaky na ulitě

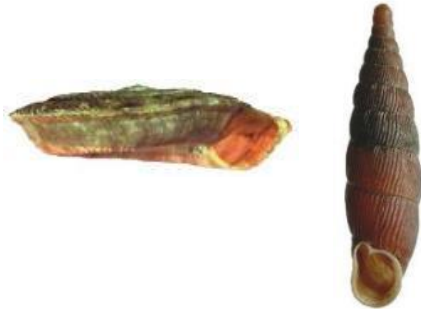
velikost

1,5 mm až 4 cm



tvar

plochý až vřetenovitý



točivost

pravo- a levotočiví



počet závitů

0 až 7



struktury v ústí

zuby a lamely



struktury na povrchu

chlupy, trny, žebírka...



píštěl

zavřená až široká



šev

mělký až hluboký



Determinace: kde ulita nestačí

rody

znaky

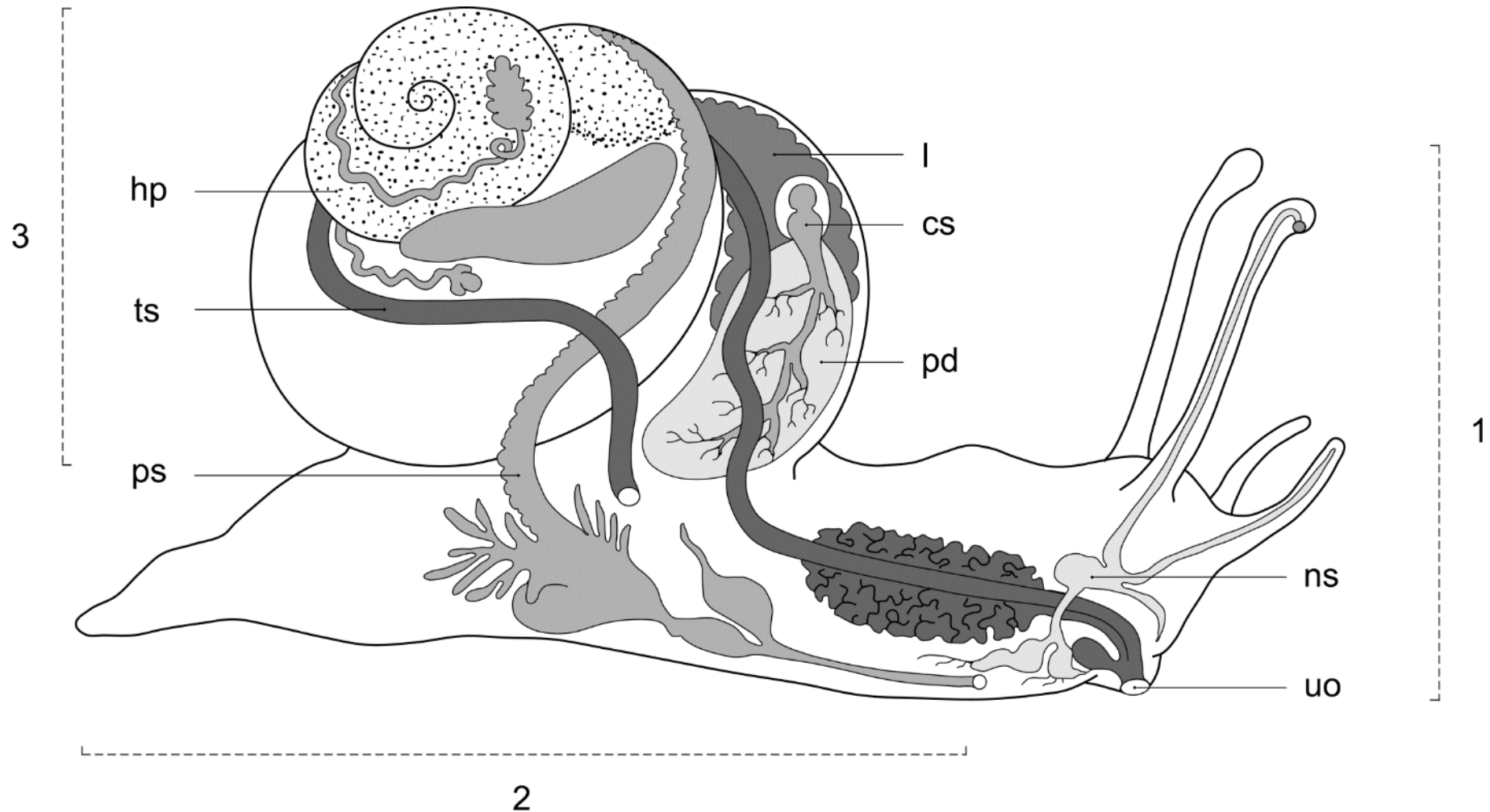
<i>Stagnicola</i> (<i>Anisus</i>)	poměr praeputia a phallotheky penisu, řez prostatou počet klků prostaty
<i>Gyraulus</i>	znaky na penisu, poměr proximální a distální části
<i>Aegopinella</i> (<i>Oxychilus</i>)	poměr proximální a distální části penisu, napojení zatahovače penisu
<i>Lehmannia</i>	znaky na penisu, tvar, délka flagella
<i>Deroceras</i> (<i>Arion</i>)	tvar penisu a dráždicího tělesa, délka slepého střeva celkový tvar, poměr penisu a oviduktu, tvar bursy
(<i>Trochulus</i>)	celkový tvar, počet glandula mucosae
(suchomilky)	celkový tvar, utváření a počet šípových vaků

rody v závorkách – pitva nutná méně často

Fixace před pitvou

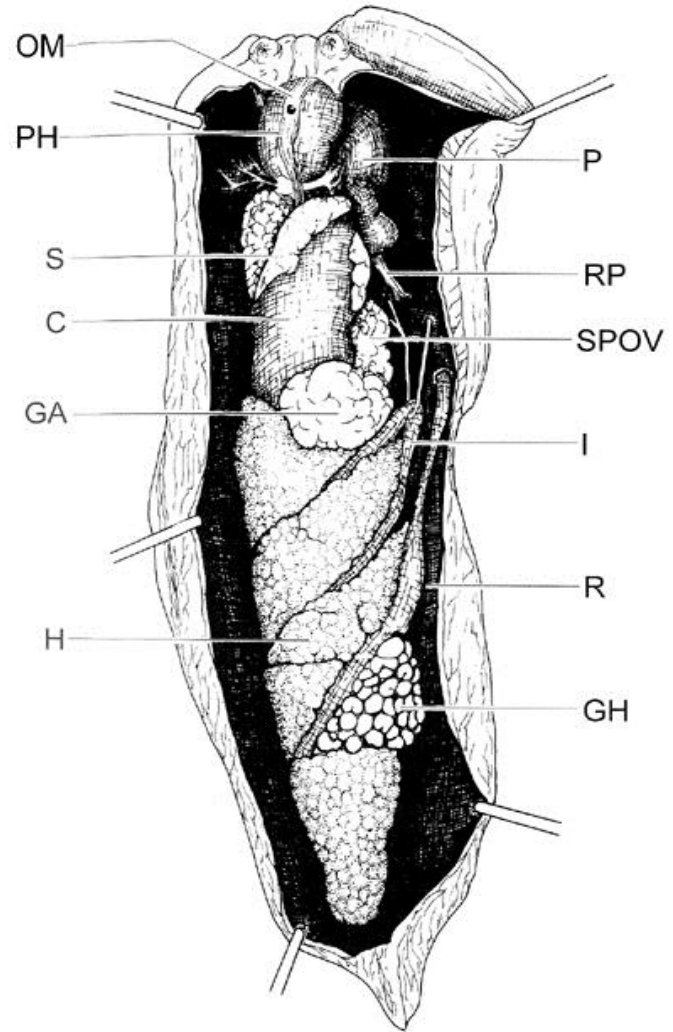
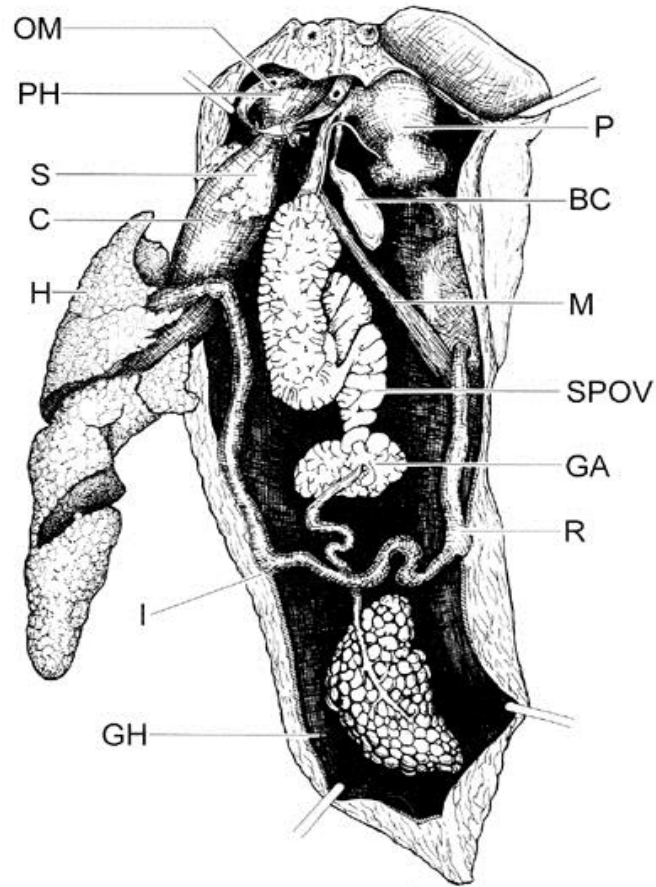
- obecně je nutné před fixací plže utopit – relaxovat jeho tkáně, jinak dojde ke křečovitému scvrknutí a následně jsou tkáně tuhé, křehké a lámavé (po delší době mohou macerovat a hnít)
- doba topení trvá okolo 1 dne, záleží na množství a teplotě vody (jde o obsah kyslíku), utopeného plže poznáme zpravidla 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!)

Základní anatomie ulitnatého plže



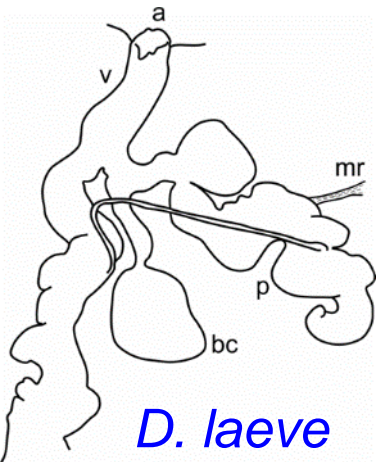
1 - hlava s horním párem tykadel nesoucích na konci jednoduché oči a dolním párem čichových tykadel, 2 - svalnatá noha, 3 - ulita kryjící útrobní vak s orgány, cs - cévní soustava, hp - hepatopankreas, ns - nervová soustava, l - ledvina, pd - plíce, ps - pohlavní soustava, ts - trávicí soustava, uo - ústní otvor

Determinace pomocí anatomických znaků

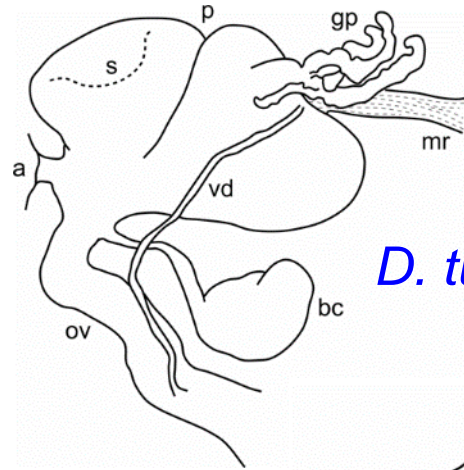


C – vole, GA – bílková žláza, GH – obojetná žláza, H - hepatopankreas, I - střevo, OM – horní tykadlo, P - penis, PH - hltan, R – rektální část střeva, RP – zatahovač penisu, S – slinné žlázy, SPOV - spermoviduct, (Wiktor 2000)

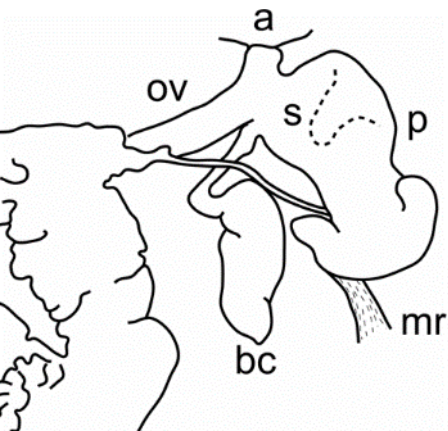
Variabilita penisů v r. *Deroceras*



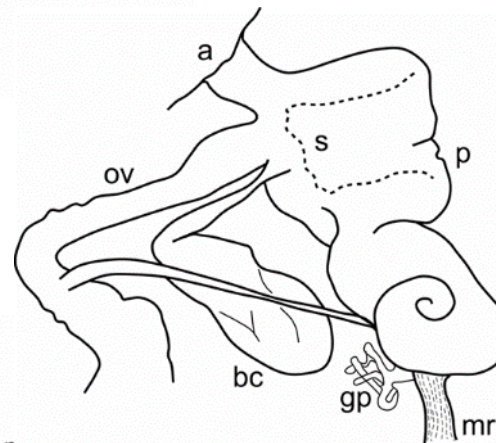
D. laeve



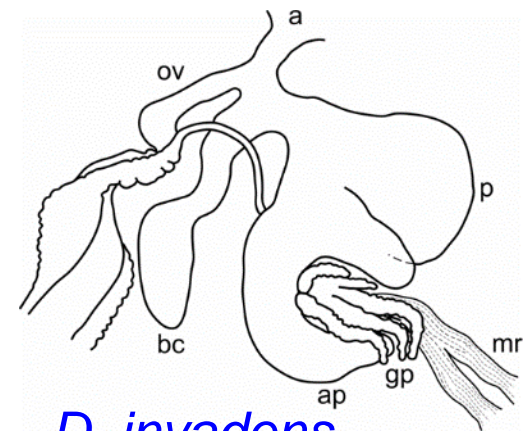
D. turcicum



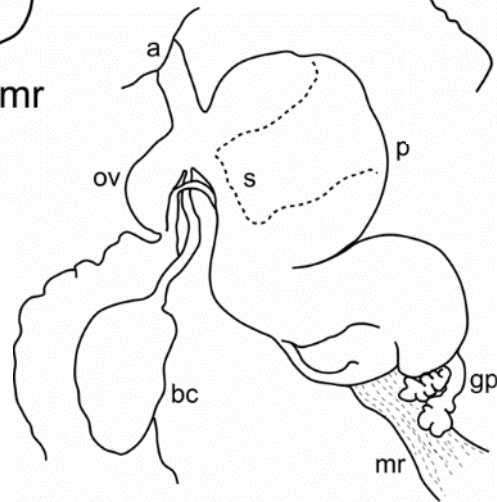
D. sturanyi



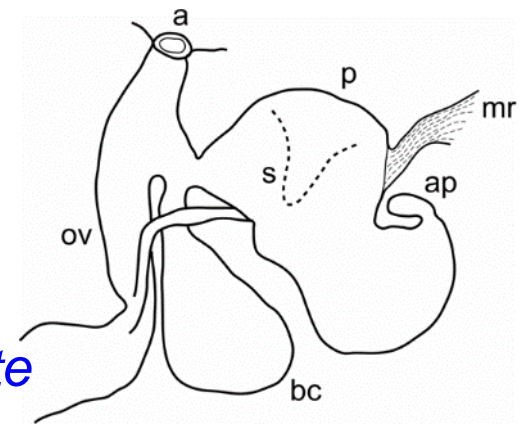
D. praecox



D. invadens



D. rodnae



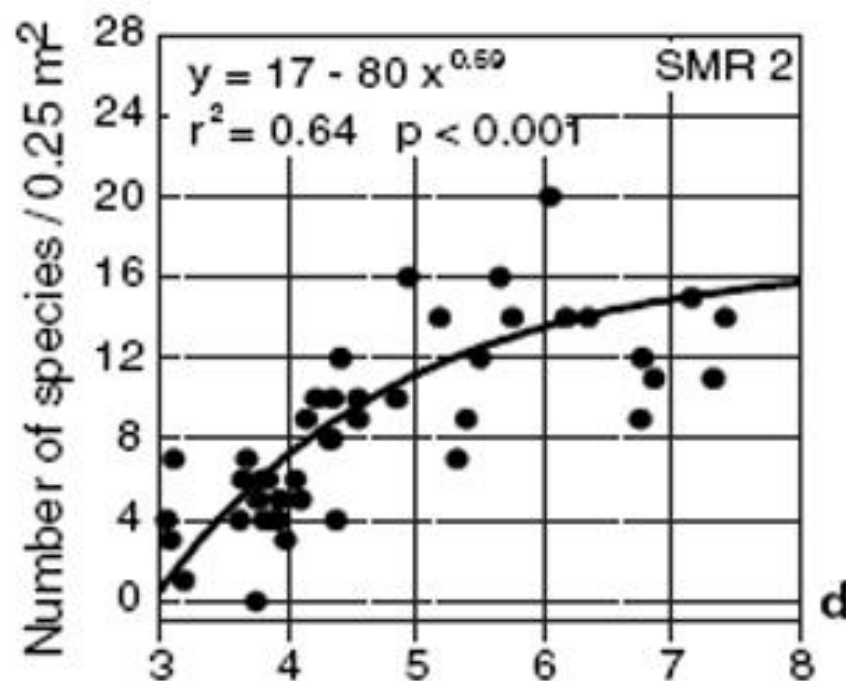
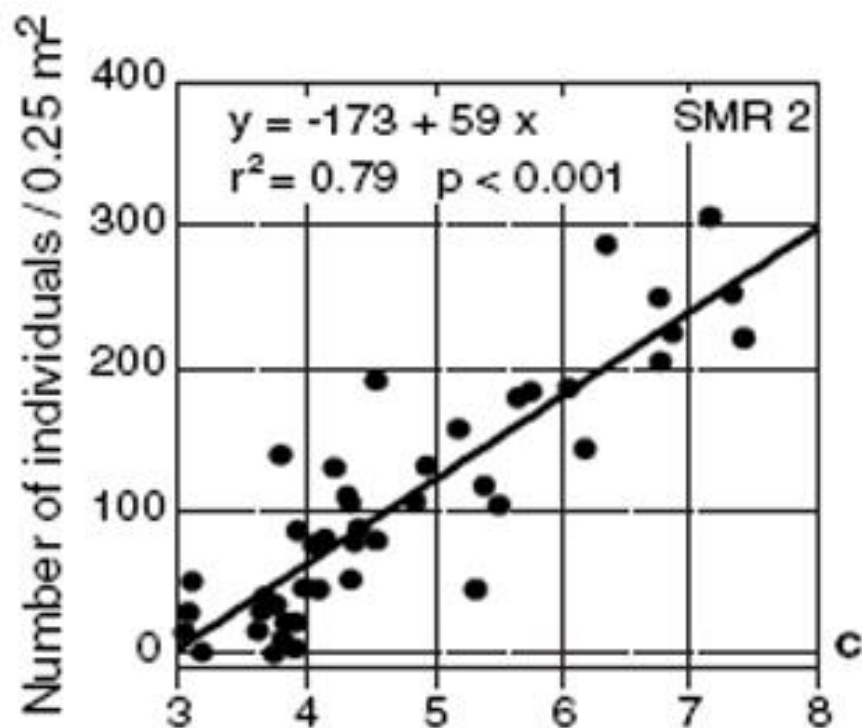
D. agreste

Hlavní ekologické faktory

- **obsah vápníku** – pozitivní vliv, množství studií:
 - velkoškálové, společenstva: např. Wäreborn 1969, 1970, 1976; Waldén 1981; Millar & Waite 2002; Martin & Sommer 2004a, Horsák & Hájek 2003; Horsák 2006; Horsák & Cernohorsky 2008
 - maloškálové, společenstva: Nekola & Smith 1999; Juříčková et al. 2008 (review studií, hlavně vliv vápníku)
 - druhy: Horsák et al. 2007 (více druhů); Horsák et al. 2011 (*P. alpicola*); Schenková et al. 2012 (*V. geyeri*)
- **vlhkost** – pozitivní vliv, studií méně:
 - společenstva: Wäreborn 1969; Martin & Sommer 2004a, b; Gleich & Gilbert 1976; Getz & Uetz 1994; Dvořáková & Horsák 2012; Chiba 2007
 - druhy: Schenková et al. 2012 (*V. geyeri*), Tattersfield & McInnes 2003 (*V. moulinsiana*), málo suchomilných druhů
- **zachovalost / historická kontinuita** – pozitivní vliv, málo: např. Horsák et al. 2007, Horsák et al. 2012
- **vlastnosti substrátu** – relativně málo studií: Hermida et al. 1995; Nekola 2003

Vliv vápnicku

- pozitivní vliv na abundance i počet druhů, málo nebo chybí acidofilní druhy

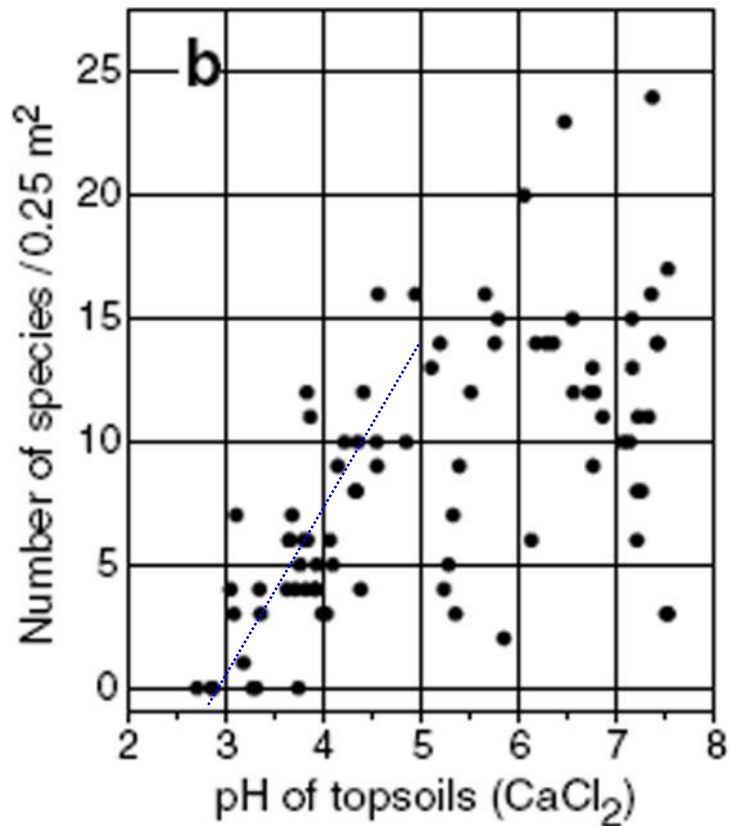


pH půdy

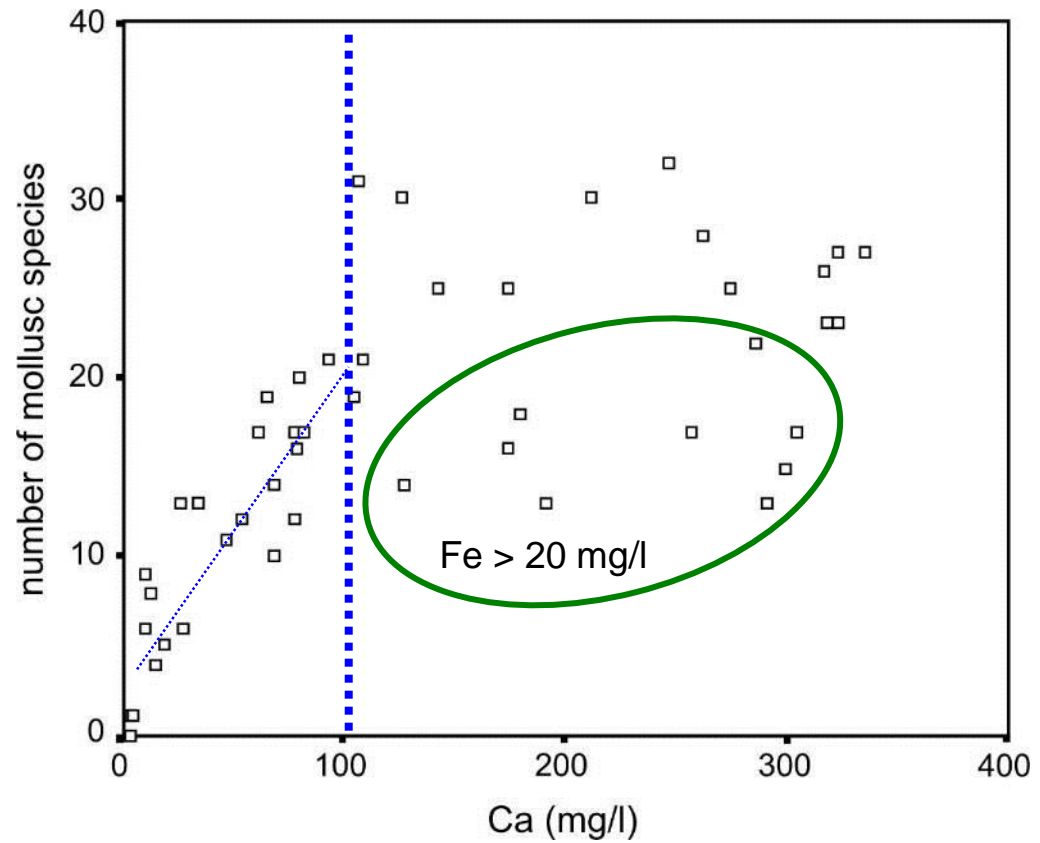
(středně vlhké lesy jih.-záp. Německa, Martin & Sommer, 2004)

Vliv vápníku

- úzká vazba pouze na vápníkem chudých stanovištích (limitující faktor)



(Martin & Sommer, 2004)



(Horsák & Hájek, 2003)

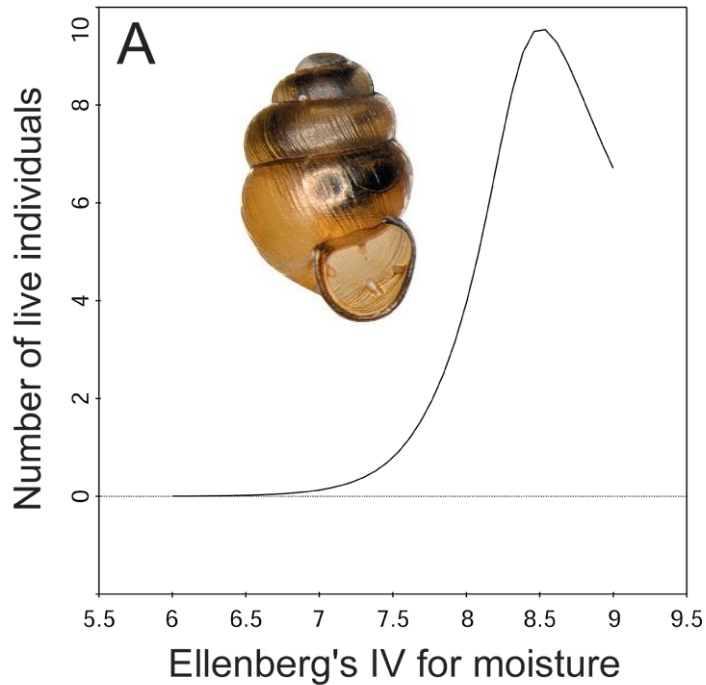
Vliv vlhkosti

- vazba na stabilní zamokření u bažinných druhů

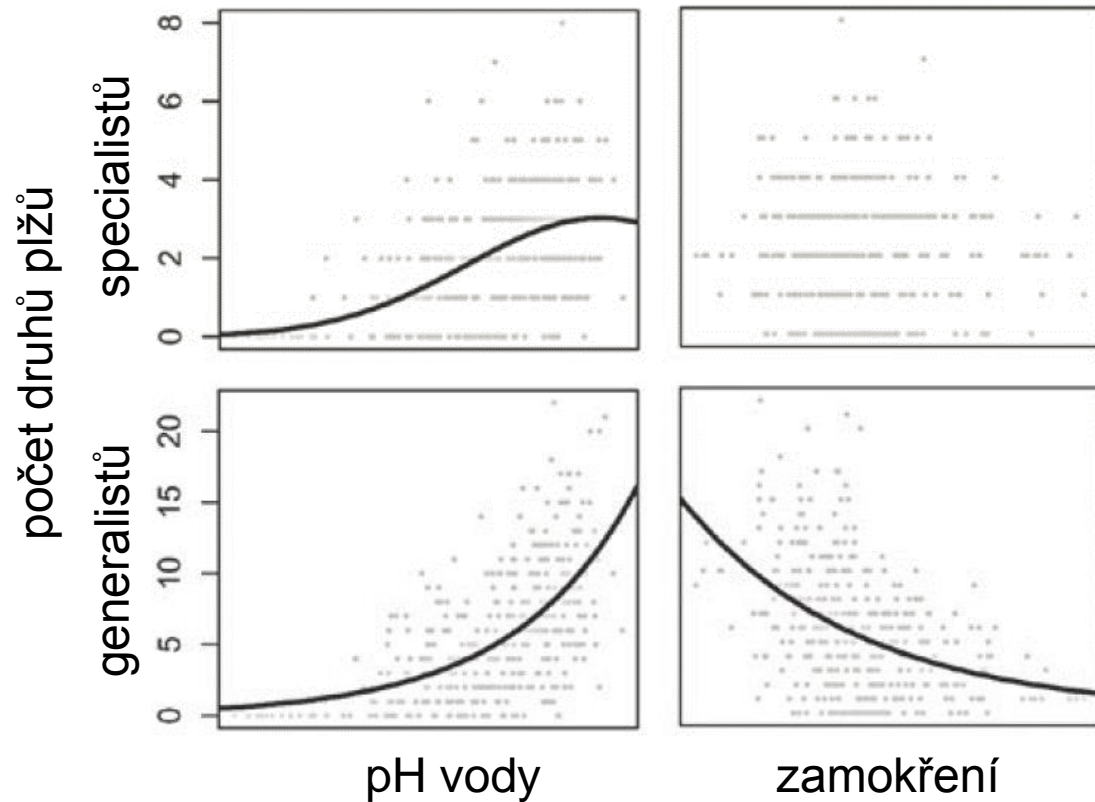


373 zachovalých slatinišť Evropy

Vertigo geyeri



(Schenkova et al. 2012)



(Horsáková et al. 2018a)

Rychlost aktivního šíření: rekordy



cm

- 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)



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)

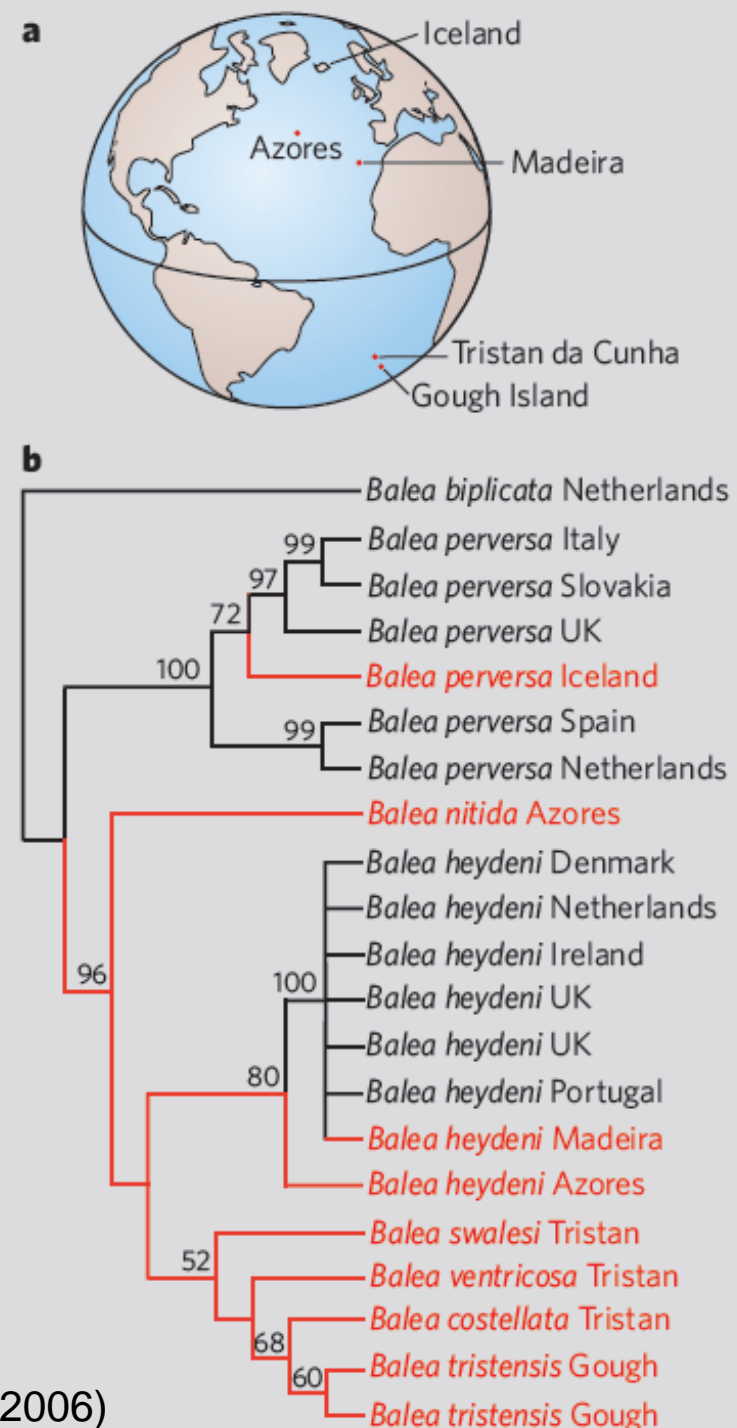
Balea sarsii (= *B. heydeni*)



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



(Gittenberger et al. 2006)



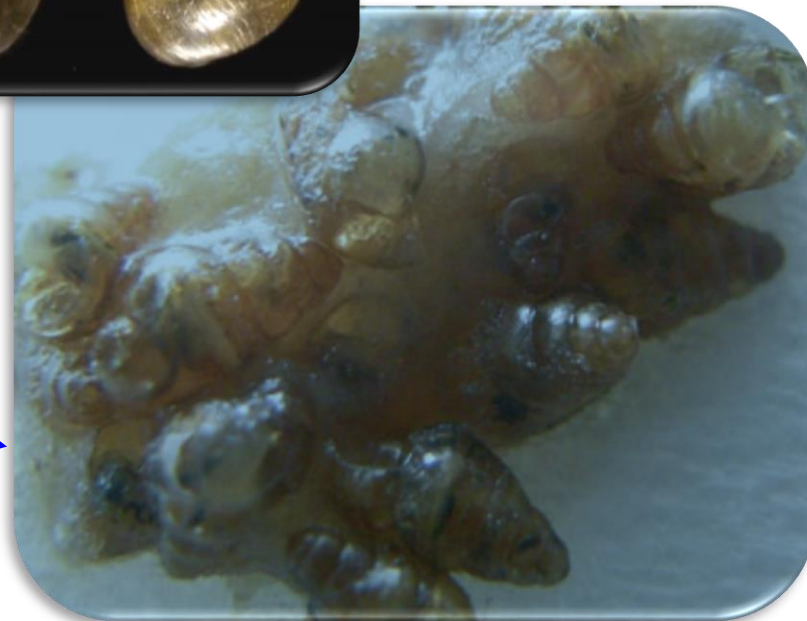
Možnosti pasivního šíření

Hypsipetes amaurotis (bulbulčík japonský)

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



Zosterops japonicus (kruhoočko japonské)



plži *Tornatellides boeningi* v exkrementech

Možnosti pasivního šíření

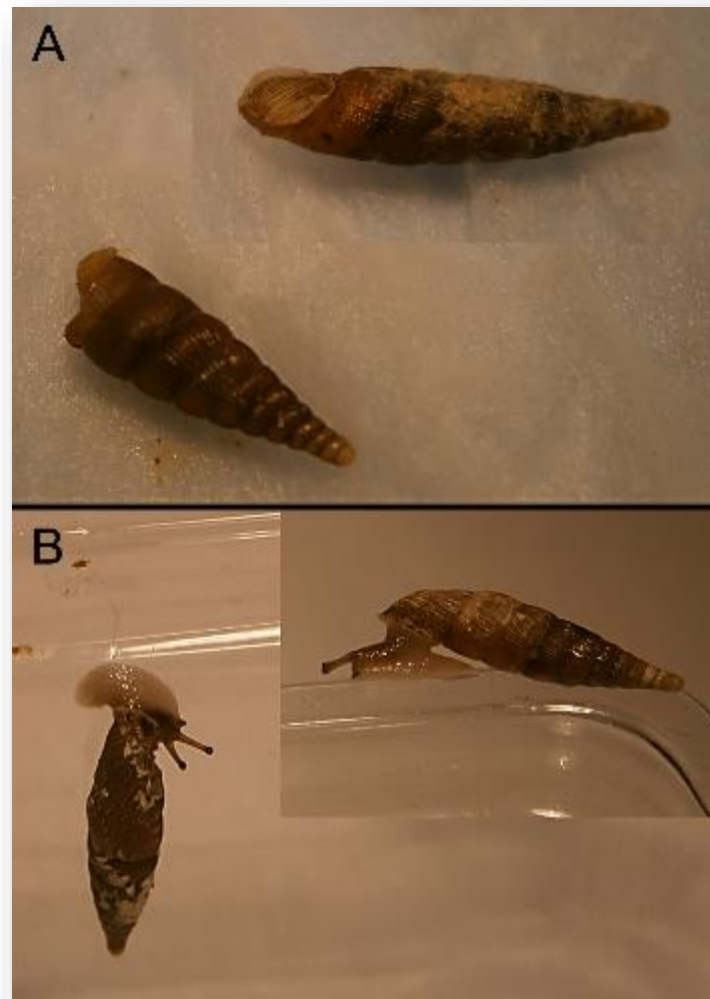
- když plži prochází žaludkem – experimentálně potvrzeno i pro větší druhy

(Simonová et al. 2016)

Sumarizace výsledků úspěšného průchodu plžů zažívacím traktem našich běžných druhů ptáků v experimentálních podmínkách.

Group of snail species	No. of snails offered to birds	Fragments of shells (%)	Entire shells (%)	Live snails (%)
<i>Alinda biplicata</i> + <i>Cochlodina laminata</i>	440	1.4	3.0	1.8
<i>Discus rotundatus</i>	140	0.0	0.7	0.7
<i>Vertigo</i> + <i>Carychium</i>	140	0.0	0.0	0.0
Total of all snails	720	0.8	2.0	1.3

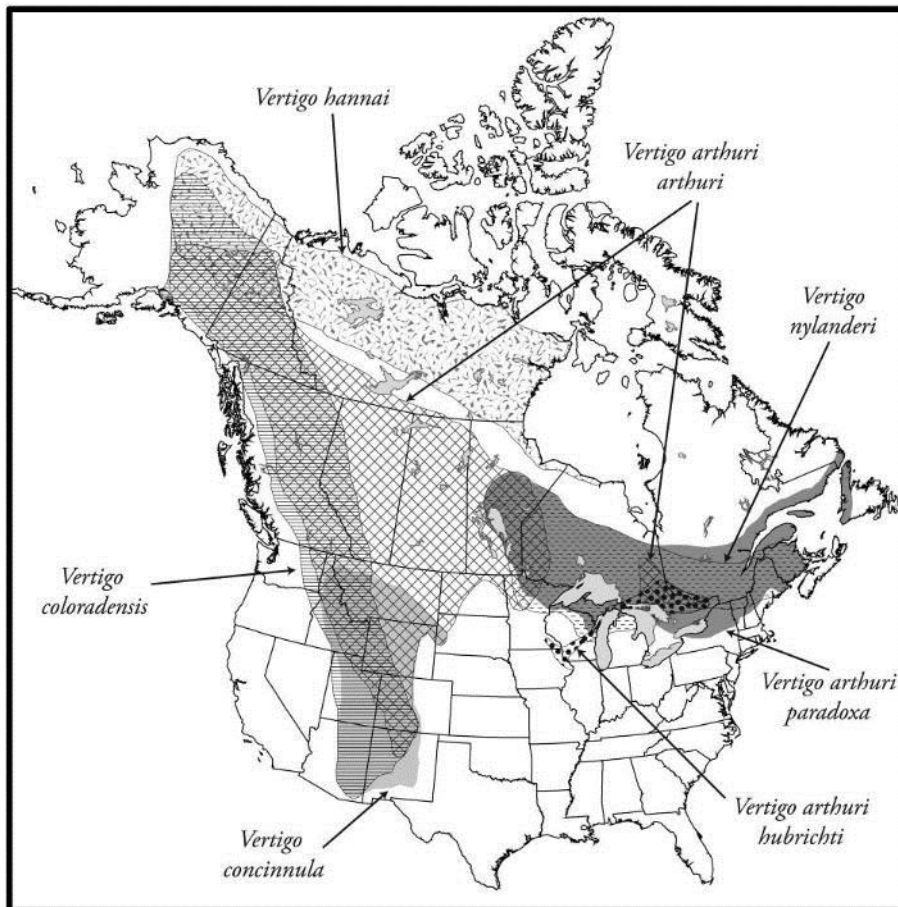
Jedinci vřetenatky obecné (*Alinda biplicata*), kteří prošli zažívacím traktem drozda a holuba.



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



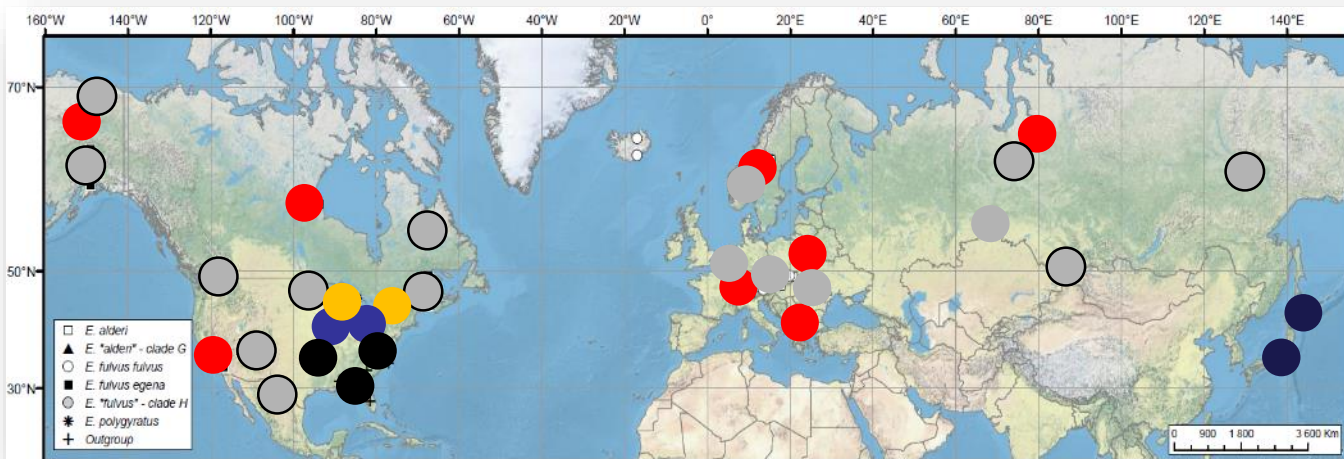
Vertigo concinnula



Kontinuální holarktický areál



- v případě kontinuálního výskytu vhodných podmínek – kuželík drobný (*Euconulus fulvus*)



Euconulus

alderi

f. fulvus

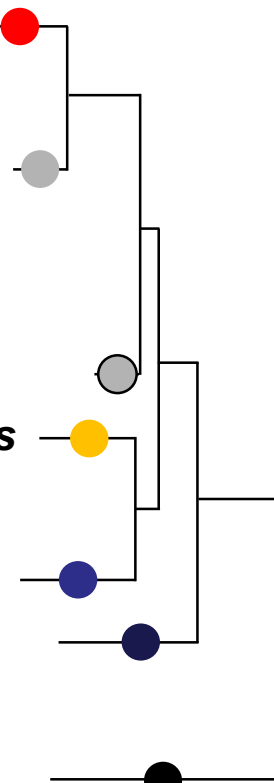
f. egena

polygyratus

“*alderi*”

“*fulvus*”

out group



Alopatrická speciace vlivem malé disperze velkých druhů

- v jihovýchodní USA téměř každý plž s ulitou nad 1 cm je endemitem jednoho horského pohoří



Ashmunella angulata
Chiricahua Mountains



Ashmunella proxima
Chiricahua Mountains



Ashmunella hebari
Big Hatchet Mountains



Ashmunella mogollonensis
Mogollon Mountains



Ashmunella cockerelli
Mimbres Mountains



Ashmunella rhyssa
Sacramento Mountains



Ashmunella townsendi
Nogal Peak



Ashmunella pseudodonta
Capitan Mountains

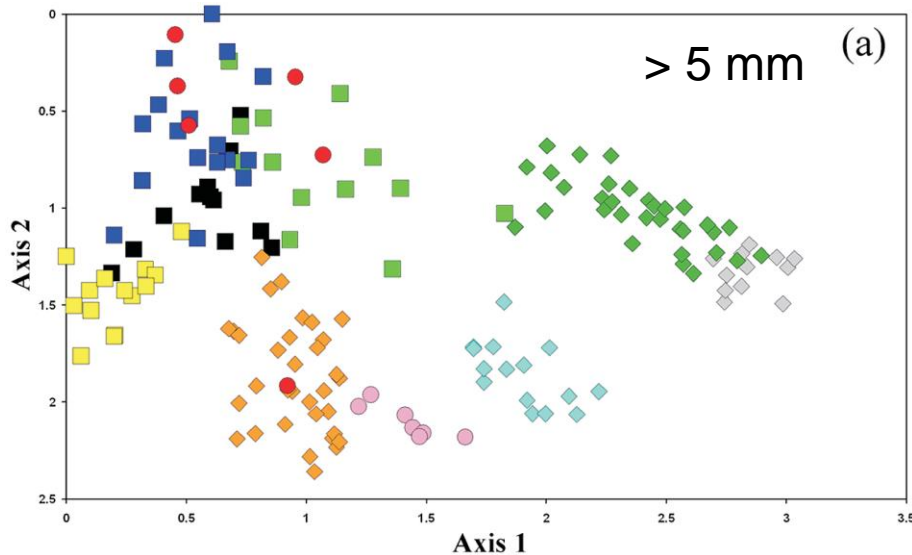


Ashmunella ashmuni
Jemez Mountains

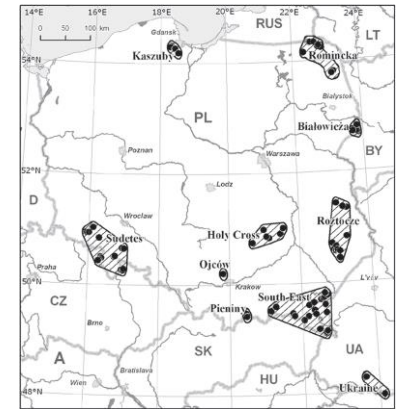


Biogeografické důsledky pasivního šíření

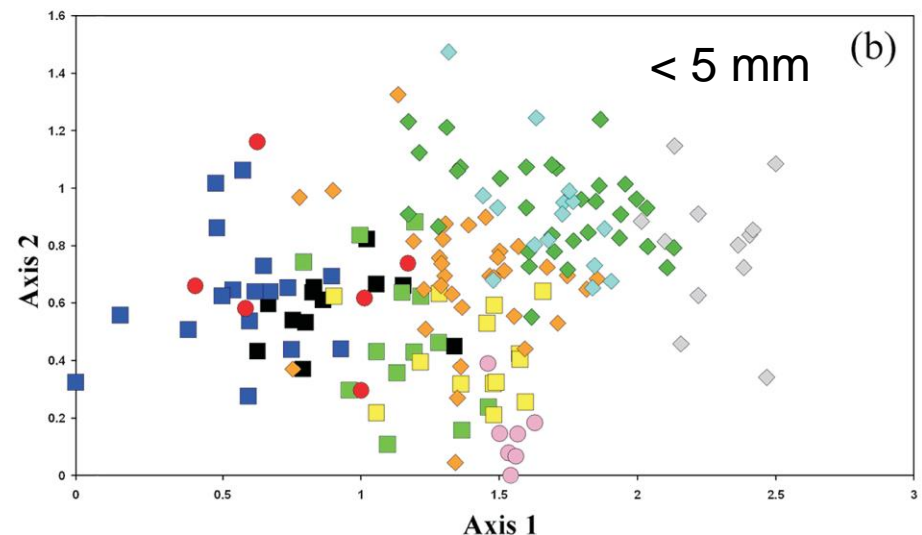
- s velikostí těla roste endemismus a biogeografický signál, malé druhy mají velké areály – hlavní jsou „niche-base processes“, fyziologická tolerance chladu



(Cameron et al. 2010)



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



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. 2012)



Cornu aspersum



Helix lucorum

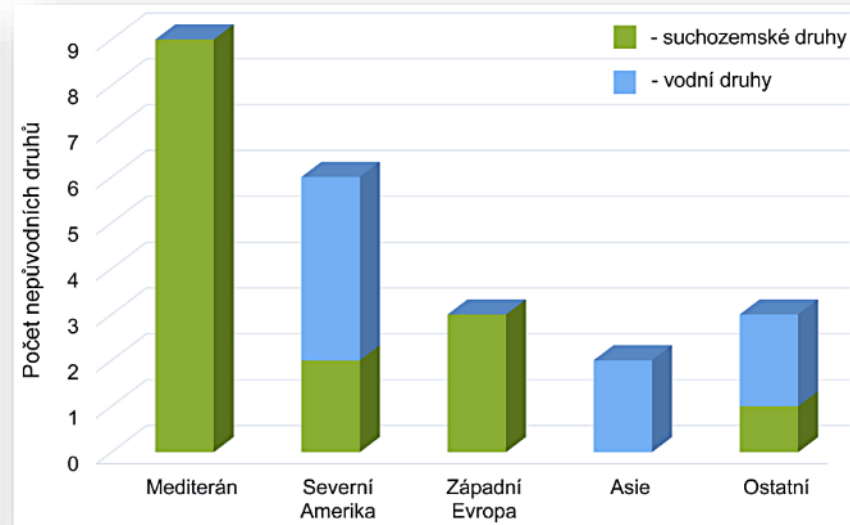
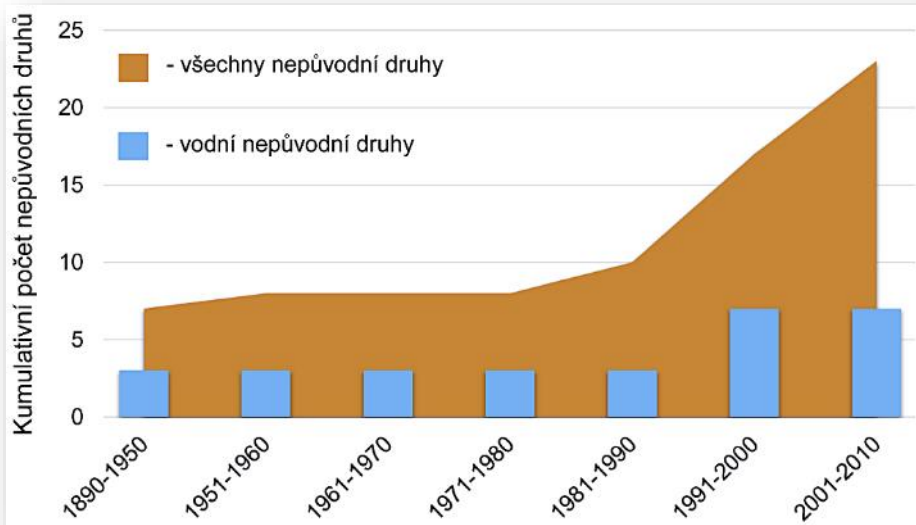


Nepůvodní druhy

- 23 druhů, 12 hojných
- 8 vodních, z nich 3 mlži
- 15 suchozemských plžů



(Horsák 2018)



Měkkýši jako modelová skupina v paleoekologii

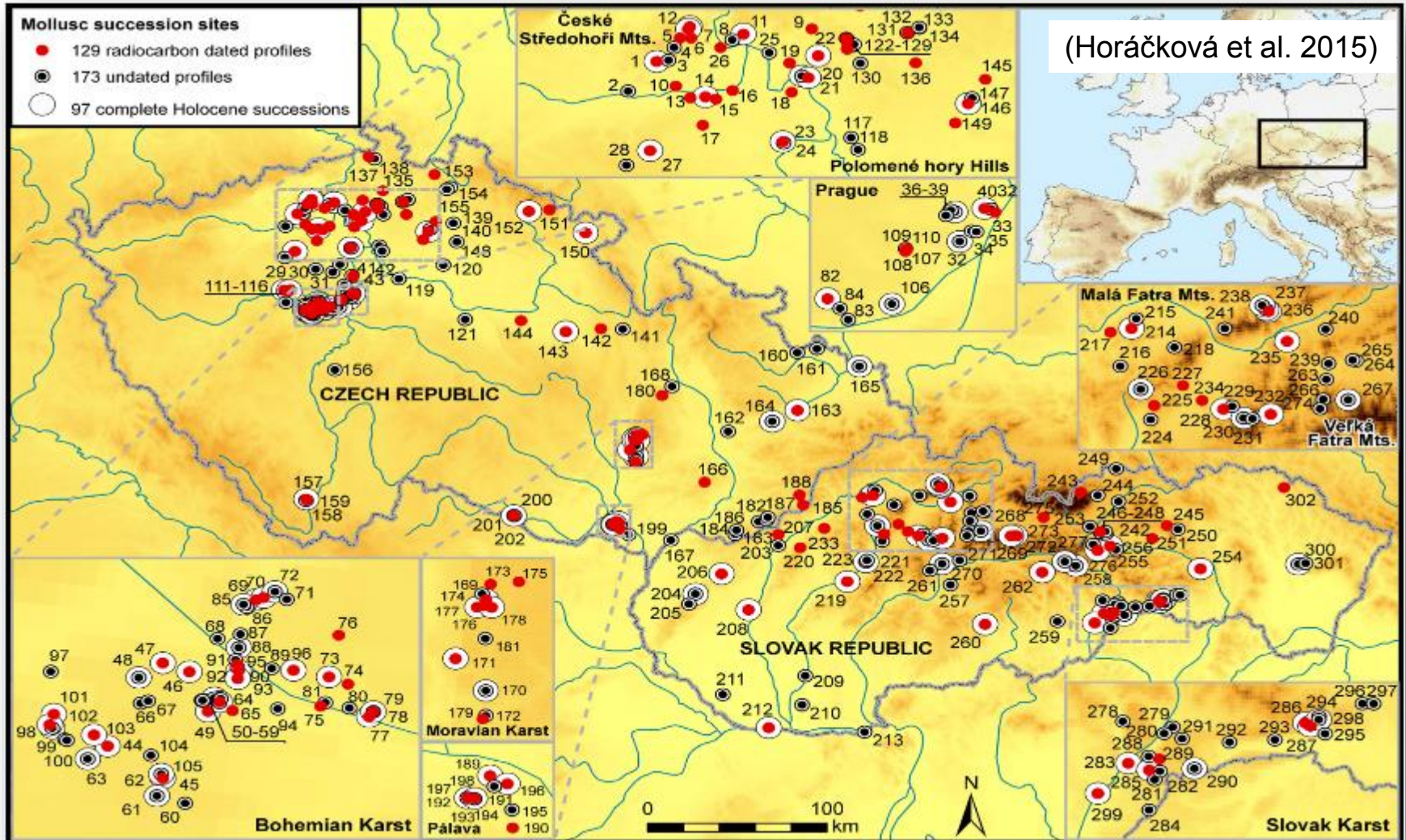
■ schránky měkkýšů

- zachovávají se v mnoha typech vápnatých sedimentů (nutný vysoký obsah karbonátů): spraše, pěnovce a vápencové sutích
- spolehlivé a relativně snadné určování do druhové úrovně
- možnost počítání jedinců – odhad abundancí
- ukazují lokální podmínky a sukcesní stádium stanoviště
- nálezy z širokého spektra nadmořských výšek (od nivních hlín až po horské jeskyně ve vápencových pohořích)
- autekologie, historie šíření a současné rozšíření středoevropských druhů je dobře známé



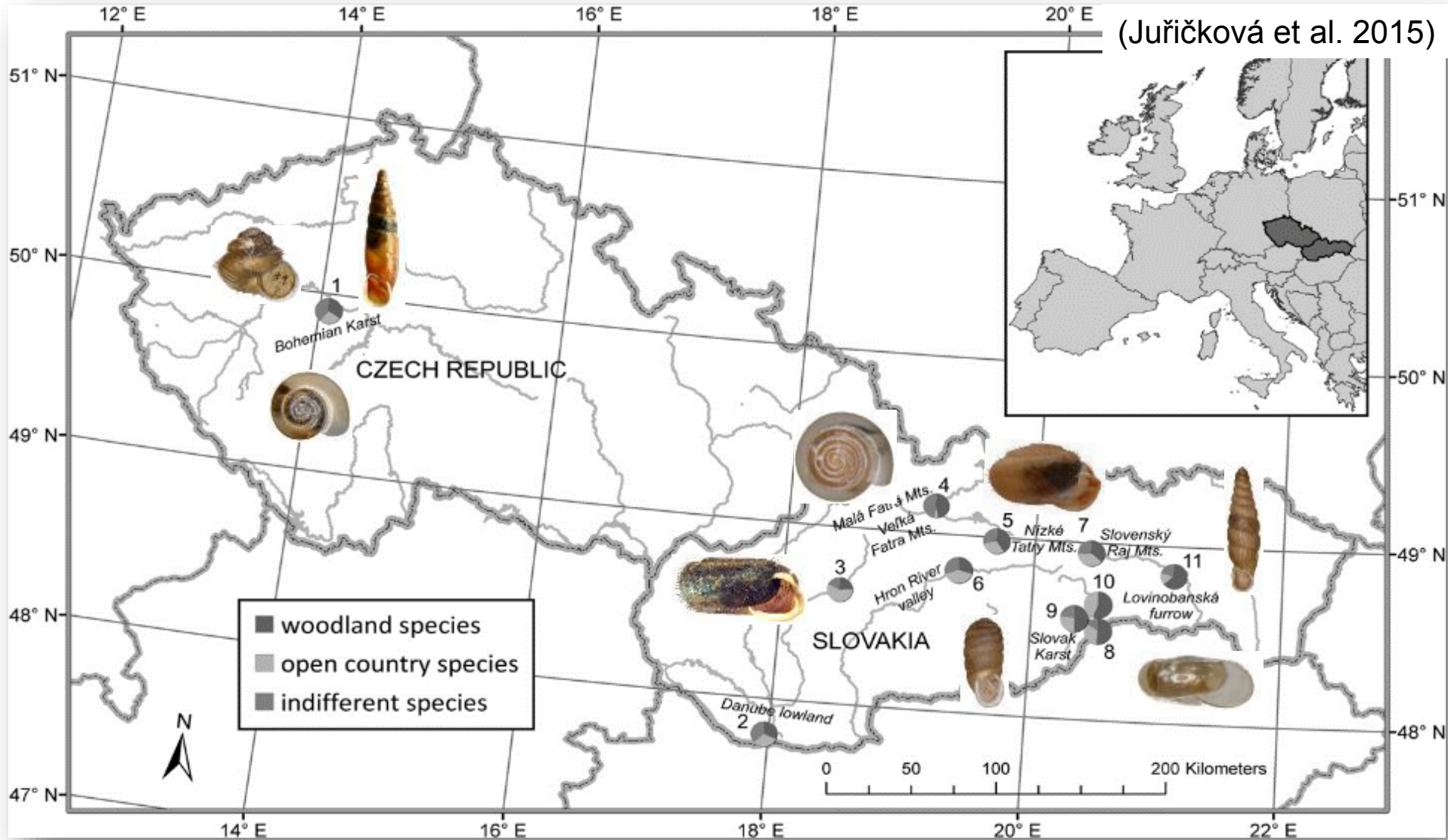
Měkkýši jako modelová skupina v paleoekologii

- pozice 330 holocenních profilů na území ČR a SR (naprostá většina zpracována V. Ložkem); aktuálně evidováno 370 profilů



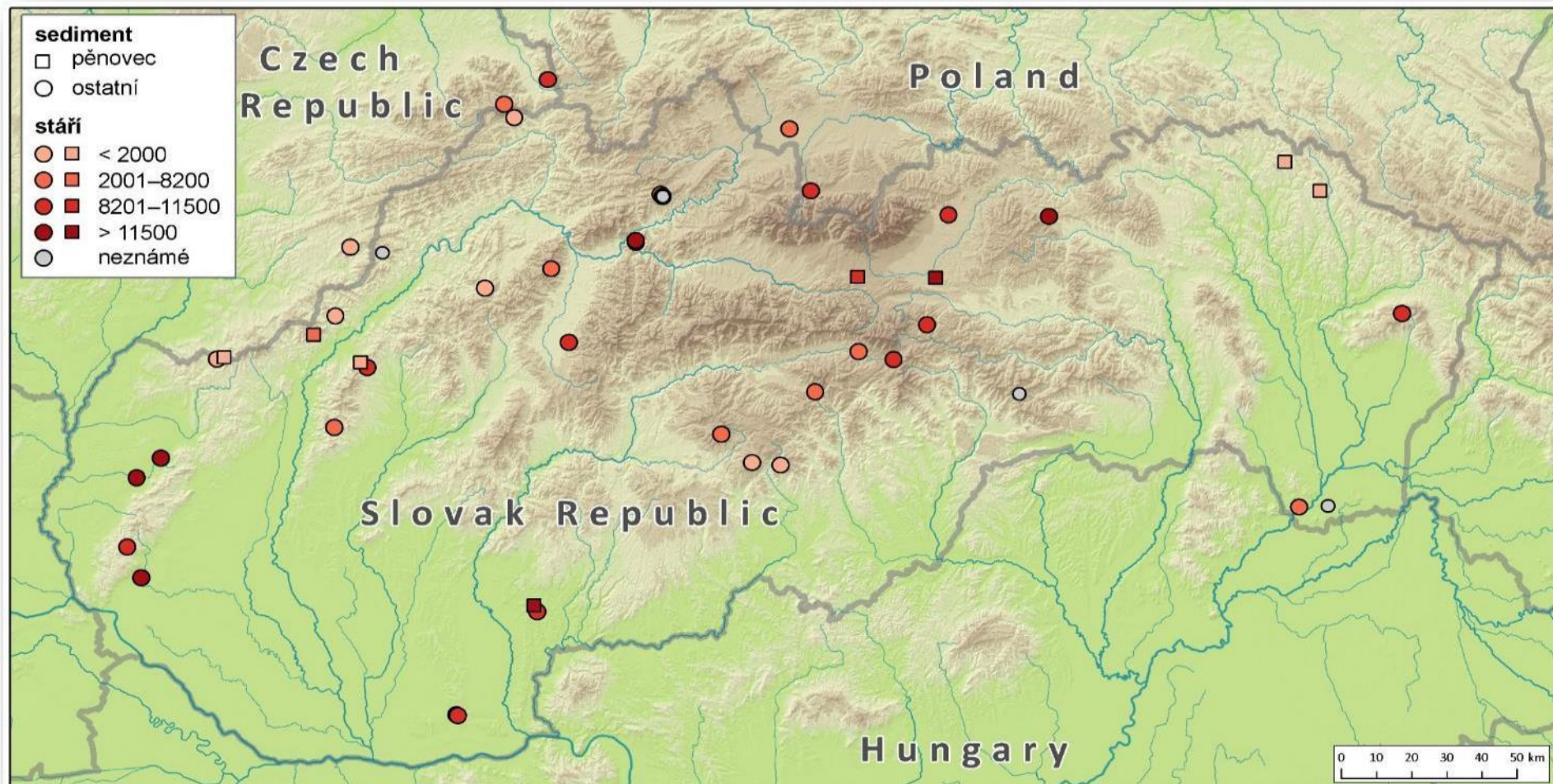
Refugia lesní malakofauny – zdrojové populace

- přežívání lesních druhů v LGM (20 druhů v 11 profilech)



Paleo-data ze Západních Karpat za 17 tis. let

- profily pozdně glaciálního a holocenního stáří
- celkem 50 profilů ze 45 lokalit: pyl, makrozbytky, měkkýši (pěnovce), ojediněle i pakomáři a krytenky

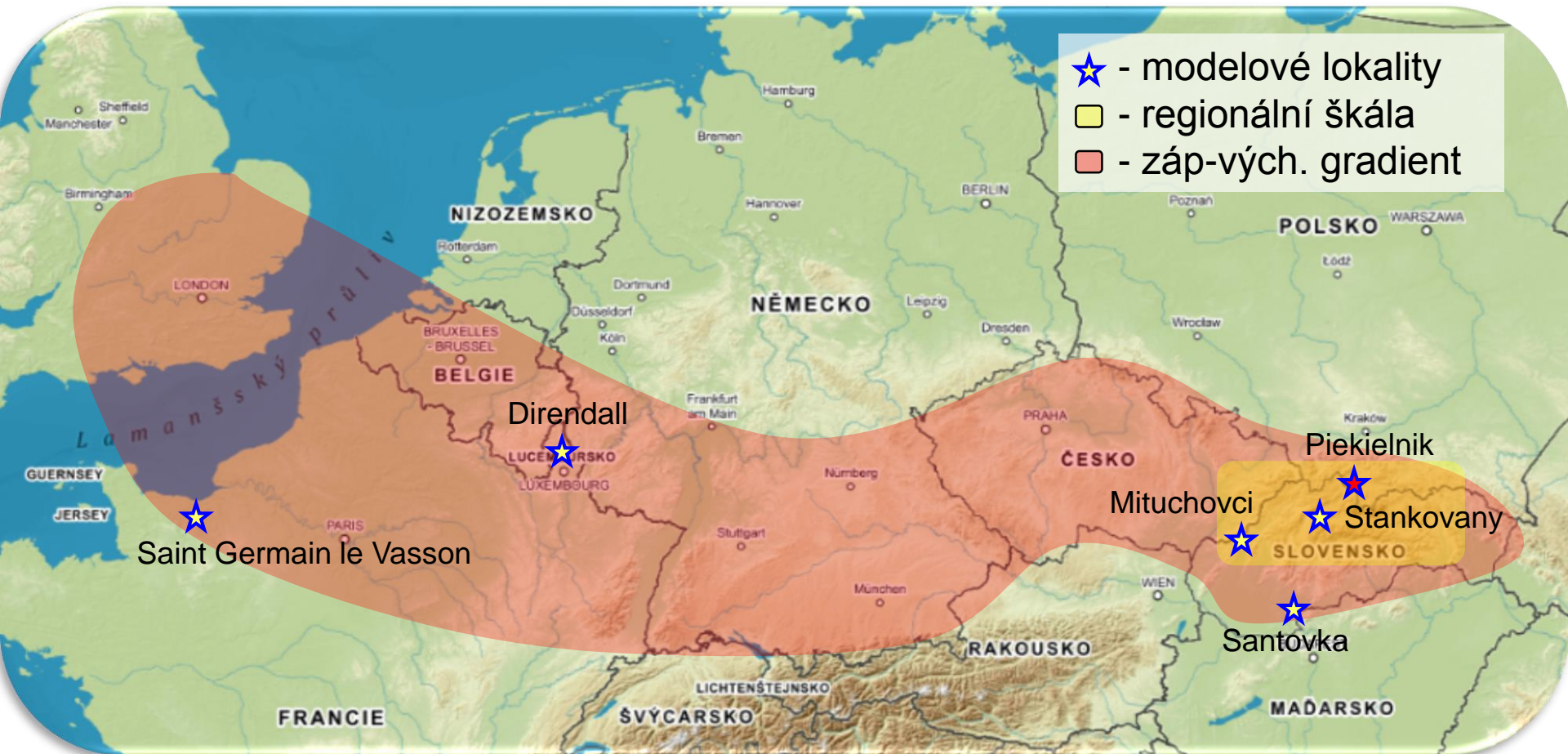


Odběr sedimentu: vrtání a kopání



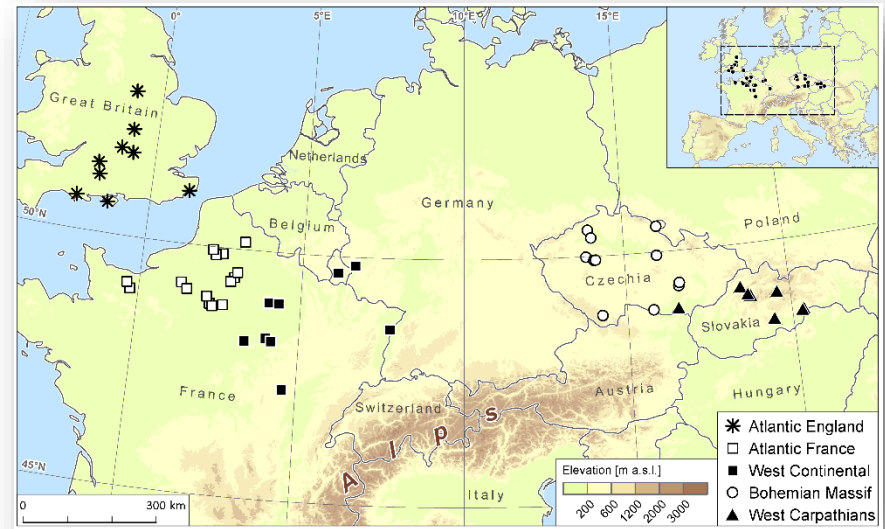
Vývoj holocenní bioty mírného pásu – končící projekt

- pěnovcová prameniště: díky srážení karbonátů – zachování více biotických proxy (včetně schránek měkkýšů) a možnost stanovení stabilních izotopů (C, O, Ca, Mg, Sr)

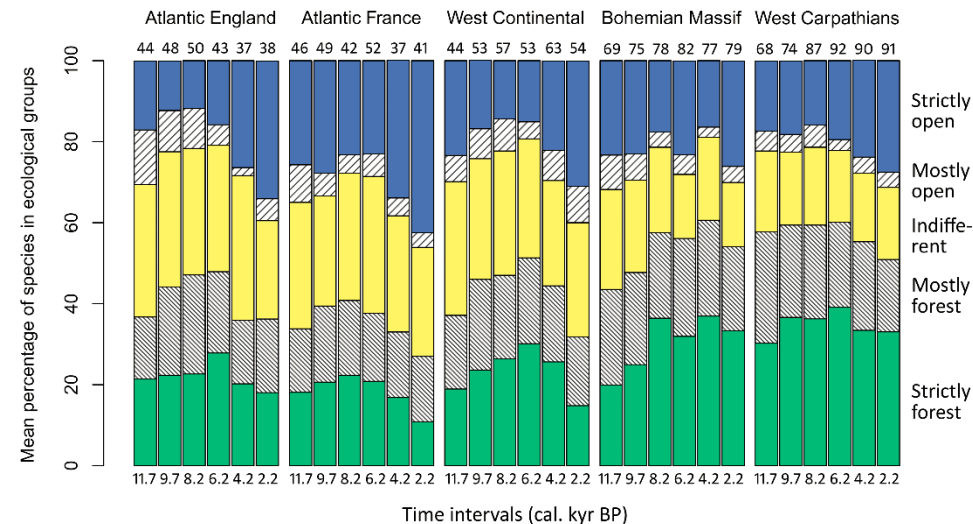
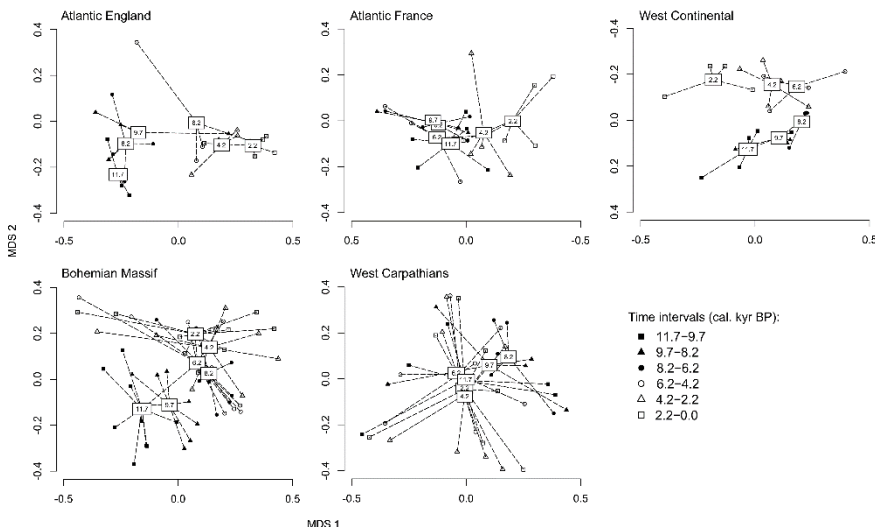


Vývoj holocenní bioty mírného pásu – končící projekt

- holocenní sukcese malakofauny je podmíněna pozicí glaciálních refugií lesních druhů, šířením zemědělství, topografickou členitostí a vývojem klimatu

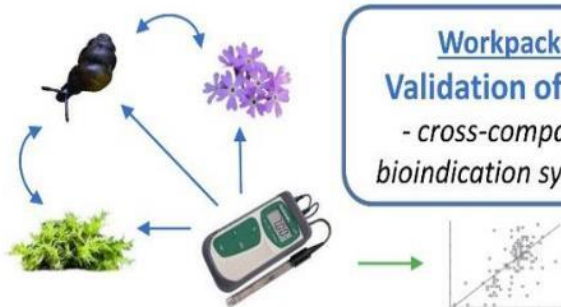


(Horsák et al. 2019)



Ohroženost evropských slatinišť – začínající projekt

- zjistit zda a jakými mechanismy ovlivňuje variabilita klimatu biologickou pestrost slatinišť
- zda antropické disturbance zhoršují nebo zmírňují vliv klimatických změn ve střední Evropě



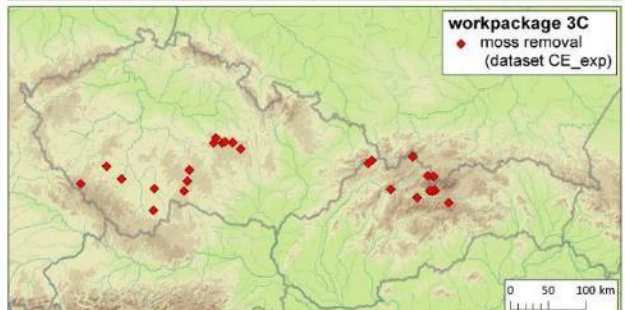
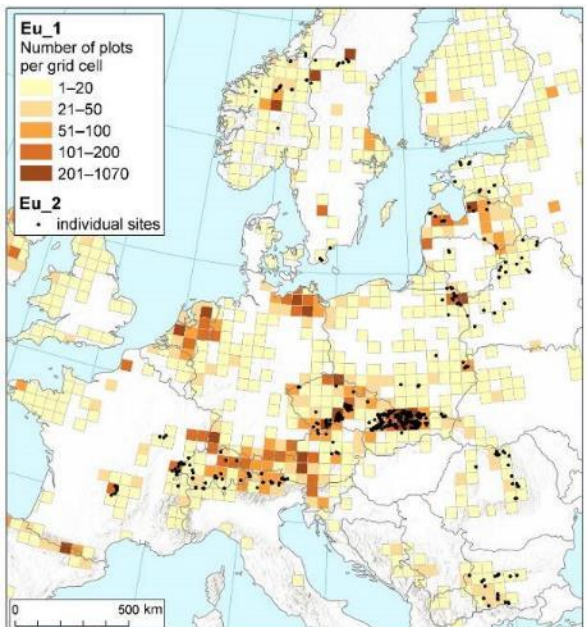
Workpackage 1 (for data see Table 2)
Validation of new bioindication system:
- cross-comparison between our and others bioindication systems and direct measurements



Workpackage 2 (see Table 1)
Climate effects tested on European scale:
- three key hypotheses developed based on our previous research at regional scales

Workpackage 3 (see Table 3)
How local factors mediate climate effects:
- buffering effects of local hydrology
- mitigating effects of management practices

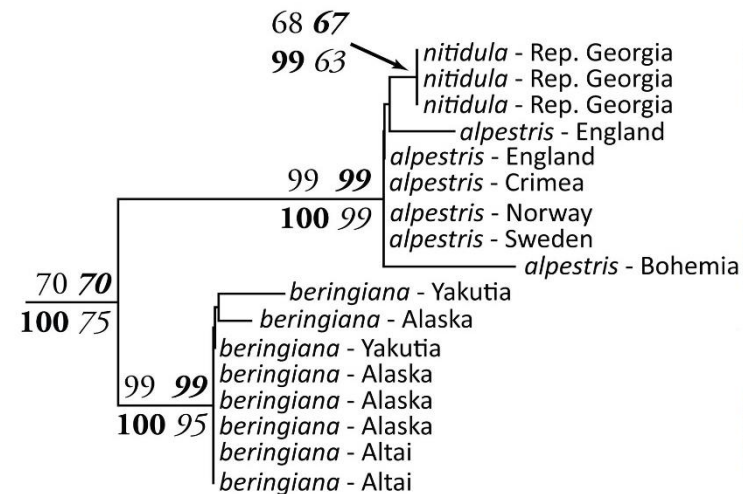
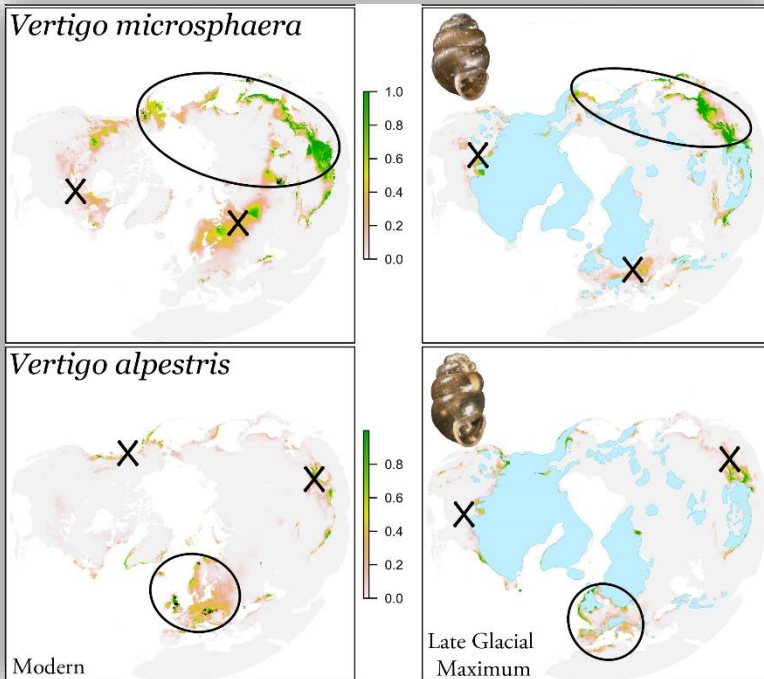
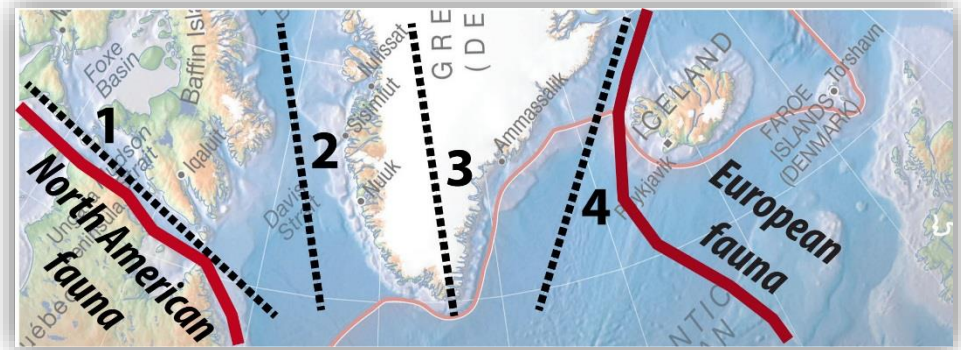
local – **regional** – **European scale**



Diverzifikace boreálních plžů – podaný projekt

- hledat a otestovat geografické bariéry šíření suchozemských plžů pře severní Atlantik
- testovat hypotézy vztahující se k pozici a povaze LGM bariér šíření

doc. Jeffrey C. Nekola (USA)



- ekologie současných společenstev a druhů různých stanovišť
 - jejich fylogeografie, rozšíření, nároky, ochrana
- ✓ *Ekologické nároky sladkovodních měkkýšů v kontextu střední Evropy*
- ✓ *Role padlého dřeva v ochraně ohrožených lesních plžů*
- ✓ Potravní nároky a specializace suchozemských plžů
- ✓ Pohybová aktivita a „homeing“ suchozemských plžů
- ✓ Fylogeografické metody pro pochopení rozšíření suchozemských plžů
- ✓ Hradky/bunkry jako vnitrozemské ostrovy suchozemské malakofauny

- paleoekologie:
 - regionální vývoj za posledních 12 tis let
 - rekonstrukce krajiny na regionální úrovni
 - šíření druhů, jejich ekologické nároky a výpovědní hodnota
- ✓ Schopnost suchozemských plžů indikovat klimatické změny
- ✓ Rekonstrukce paleoklimatu pomocí měkkýšů
- ✓ Rekonstrukce kolísání vlhkosti pomocí fosilních měkkýšů
- ✓ Holocenní vývoj malakofauny pramenných pěnovců