

# **Paratethys a neogén na Moravě**

## **Část I - Paratethys**

**(výběrová přednáška)**

**2010/2011**

**Rostislav Brzobohatý**

# Sylabus:

## Část 1 **Paratethys**

- historie pojmu, dnešní pojetí, členění, stratigrafie, indexové fosílie
- geotektonika, vulkanismus, jednotlivé pánve
- paleogeografický vývoj širší Středozevní oblasti a Paratethydy s důrazem na Centrální Paratethydu (priabon, kiscel, eger, eggenburg, otnang, karpát, baden, sarmat, pannon, pont, dak, ruman)

## Část 2 **Neogén na Moravě** (stratigrafie, tektonika, sedimentární výplň, paleogeografie, významné fosílie)

- reziduální flyšové pánve
- vídeňská pánev
- karpatská předhlubeň a izolované výskyty neogénu na Českém masivu
- hornomoravský příkop

## **Zkratky v doprovodných textech:**

**P, CP, ZP, VP – Paratethys, centrální, západní, východní**

**K, ZK, VK, JK – Karpaty, Západní, Východní, Jižní**

**VA - Východní Alpy**

**Mj, Sj, SSj, Žj, Pj – magurská, slezská, podslezská, ždánická, pouzdřanská jednotka**

**Kp – karpatská přehlupeň**

**Vp – vídeňská pánev**

**Dp – dunajská pánev**

**Pp – pannonská pánev**

**Tp – transylvánská pánev**

**Rp – Rýnský příkop**

**MAT – Mean Annual Temperature**

**S, J, V, Z, SJ, SZ, JV, JZ – světové strany**

**NP23 - paleogénní zóna vápnitého nannoplanktonu 23**

**NN1 – neogénní zóna vápnitého nannoplanktonu 1**

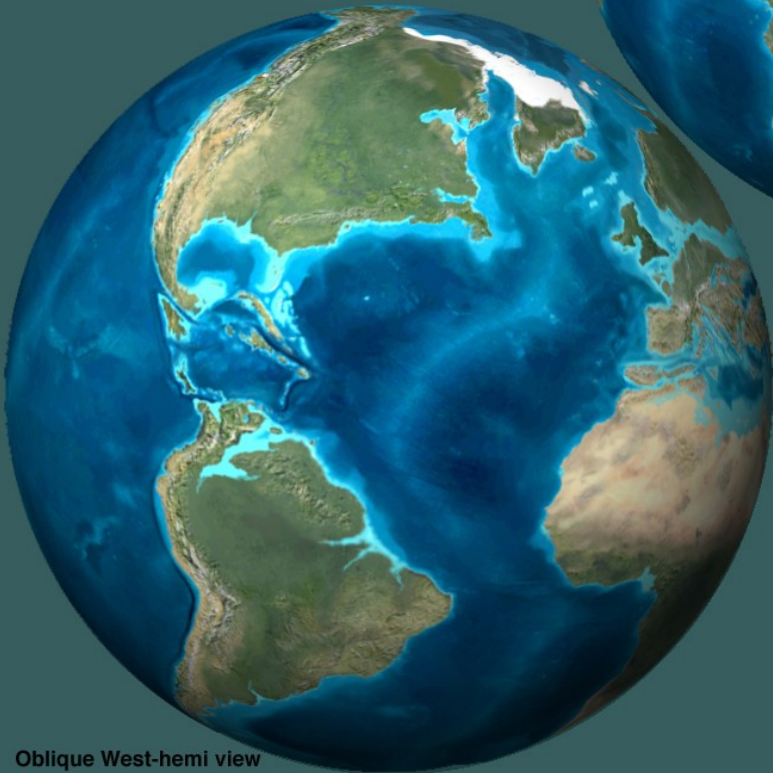
## **Část 1. Paratethys**



Oblique Europe view

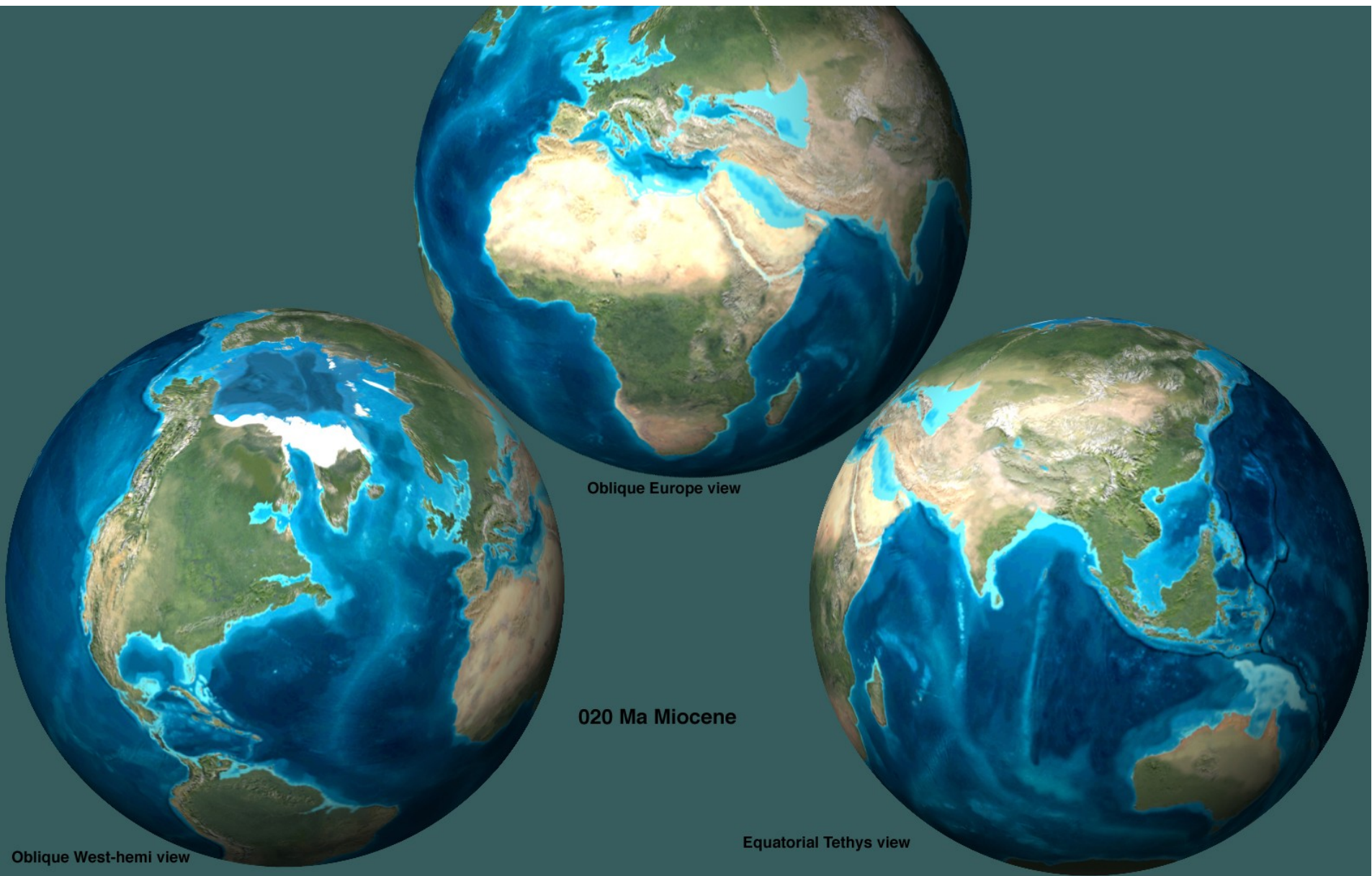


Equatorial Tethys view



Oblique West-hemi view

035 Ma Oligocene



Oblique Europe view

020 Ma Miocene

Equatorial Tethys view

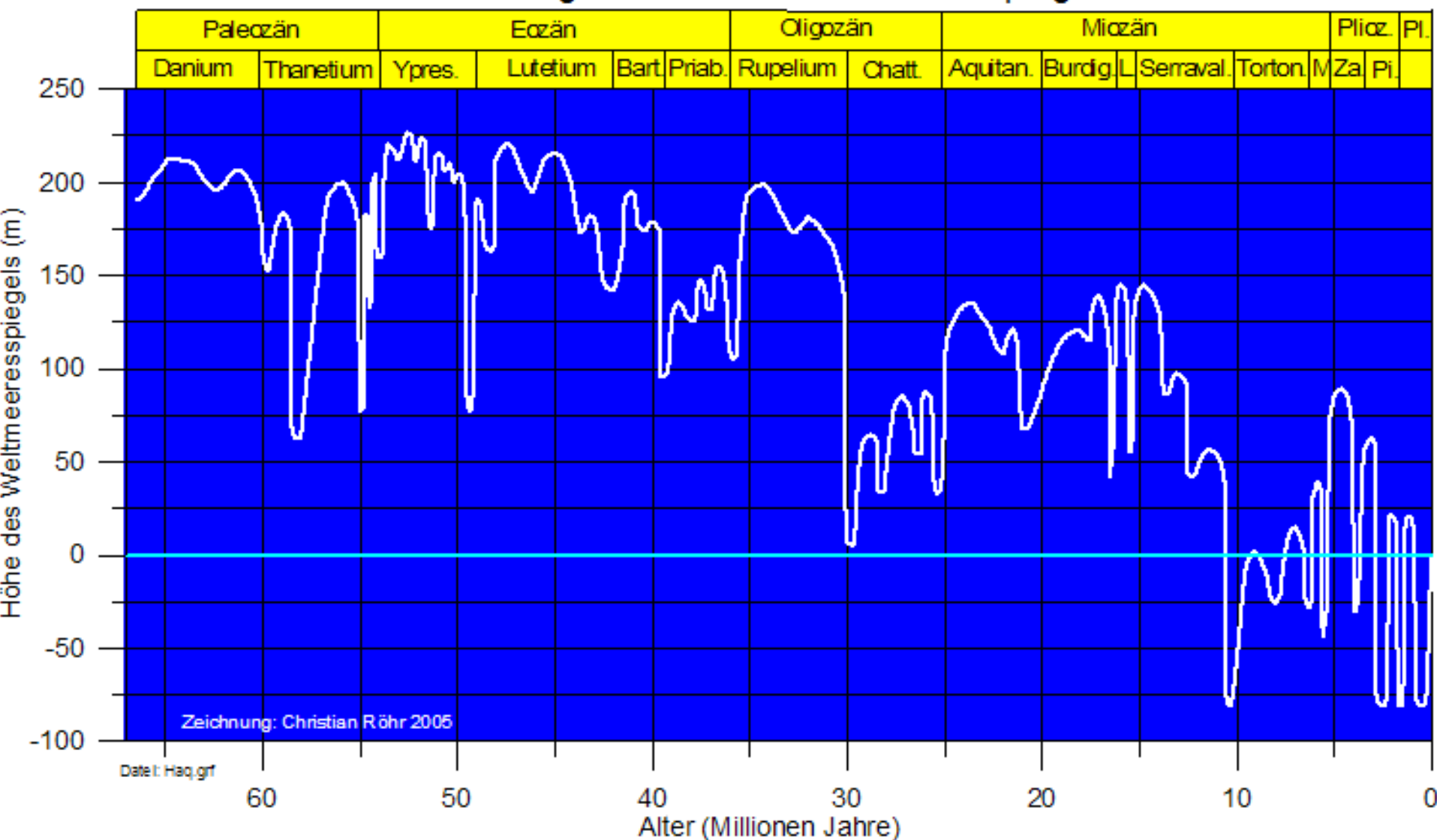
Oblique West-hemi view

**Hlavní komunikace: rýnský příkop (oligocén, sp. miocén), transdinarský koridor (sp. a stř. miocén)**



**Střední miocén – Golonka (2002, upraveno)**

# Zeitliche Veränderung der Höhe des Weltmeerespiegels nach Haq et al. (1987)



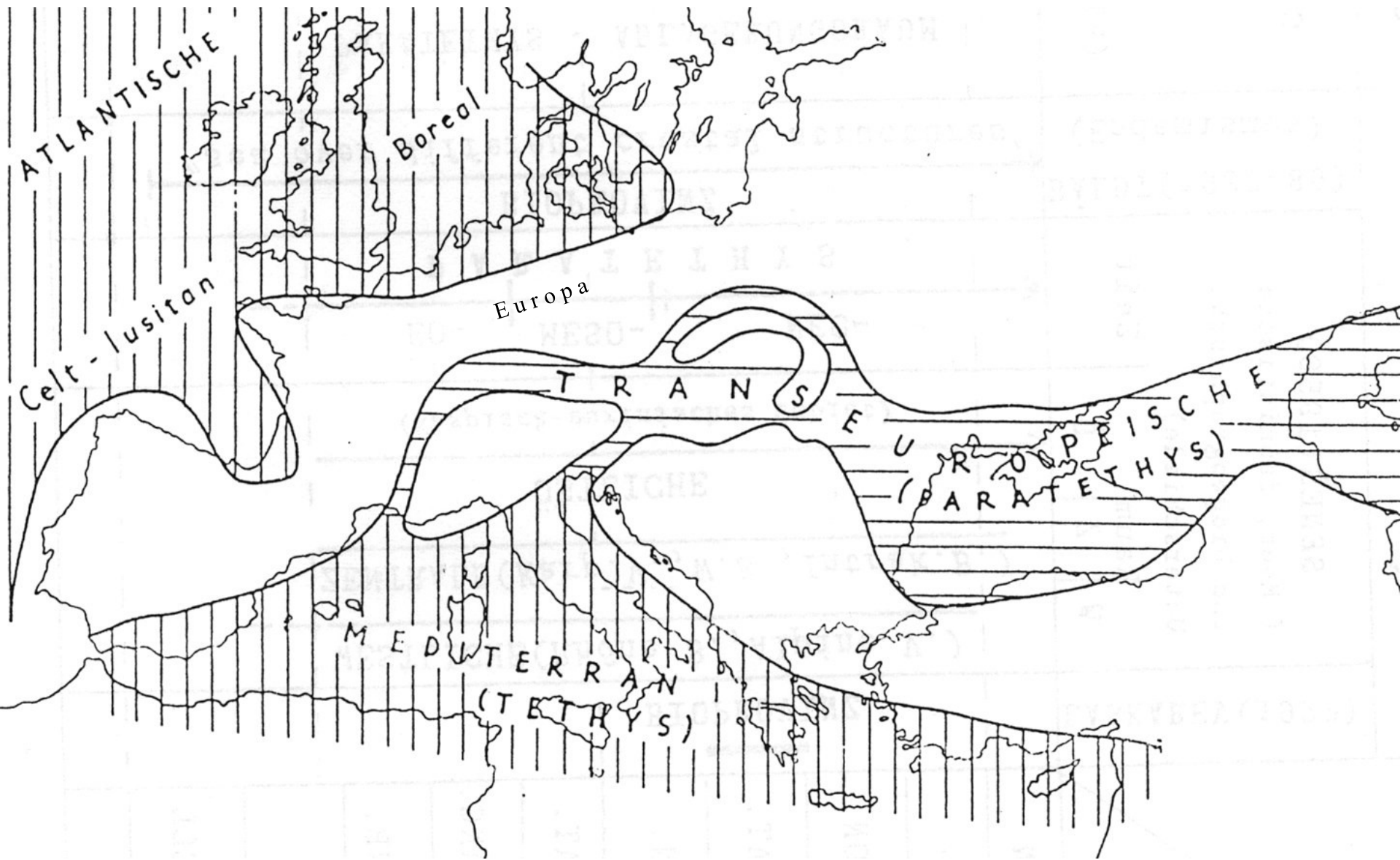


# **Historie pojmu, členění, stratigrafie, indexové fosílie**

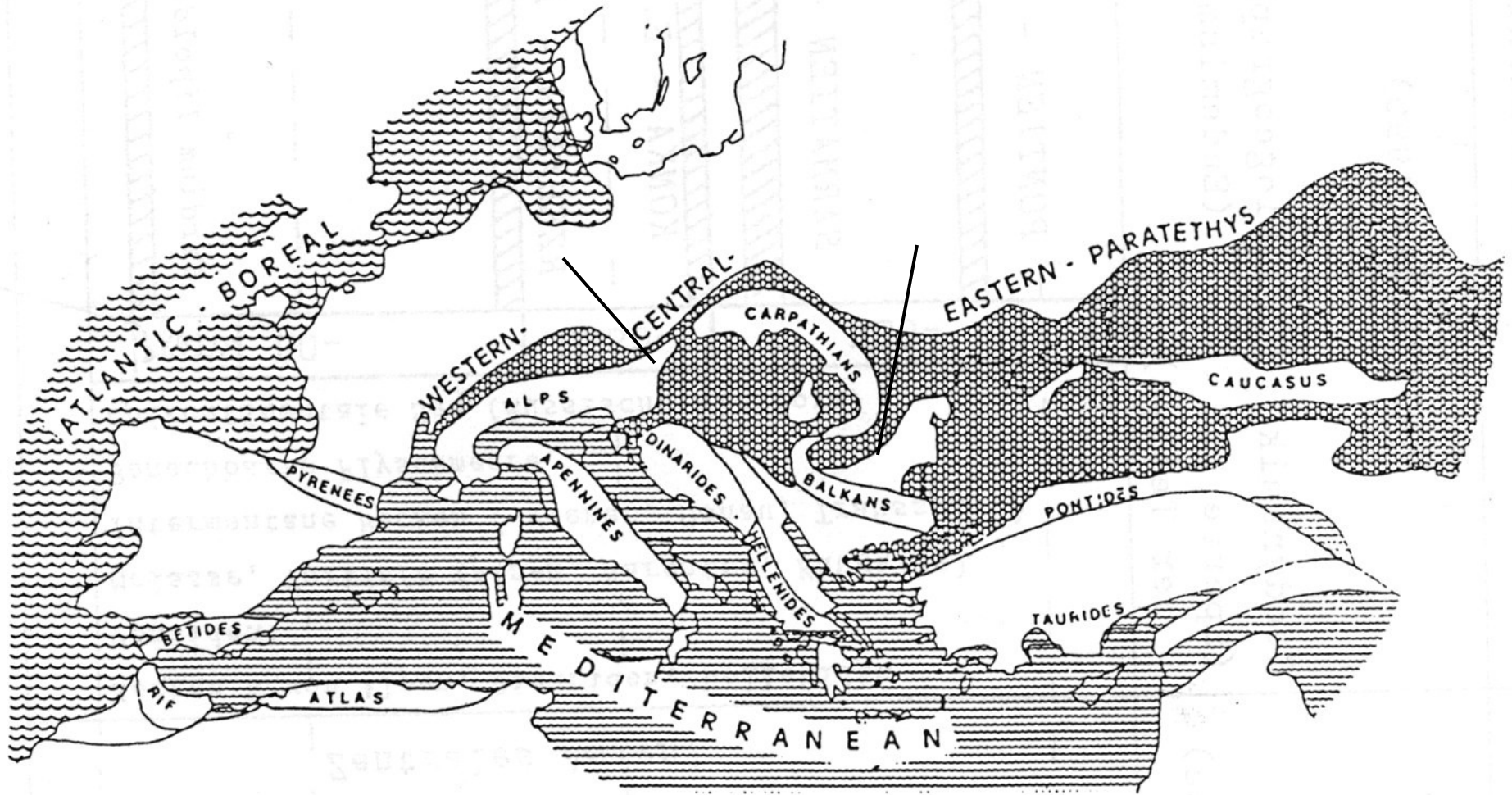
Zutritt		BIO- PALEO- GEOGRAPHIE				SEDIMENTOLOGIE		GEODYNAMIK + BIOGEOGRAPHIE	
		LASKAREV (1929)	SENEŠ (1959) ( Meer, faunistische und biogeographische Unterschiede)		Zeit	BÁLDI (1983-89) (Endemismus)	CICHA-KRYSTEK (1985)  (Flysch-Molasse)		NAGYMAROSY (1990)  Geodynamik (Sperr der Tethys)
Raum			Zeit						
Zeit		W	Z	Ö					
PLIOZÄN		BIOPROVINZ		"sea over different crustal structures"		PARATETHYS - ABLAGERUNGSRAUM (Ende der Flyschsedimentation)		PONTIEN - E.	
M I O Z Ä N		WESTLICHE (Rhône B., Alpine V.)		"Kaspisch-euxinisches Gebiet"		Molasse Becken (Rhône Tal- Alpine+Karpatische Molasse- Zentrales Asien)		SARMATIEN - E.	
Ober-		ZENTRALE (Karp. V., W.B., Intrak.B.)		EO- MESO- NEO-		Becken N von Alpen, Dinariden, Helleniden		KONKA - E.	
Mittel-		ÖSTLICHE		P A R A T E T H Y S		Pontiden:		RZEHAKIA - E.	
Unter-		(Kaspisch-euxinisches Gebiet)		BIOPROVINZ		Molasse, Vortiefe (Alpen, Karpaten, Kaukasus)		MESO-	
EGGENB.						Intermontane Becken (Wiener, Donau, Transsylv.)		EO-	
KARPAT.						Benachbarte Flyschmeere		PROTO-	
BADEN.						Epikontinentale See (Russische Plattform)		Cardium lipoldi-E.	
SARMAT.									
PANNON.									
PONT.									
OLIGOZÄN									
KISCELL.									
EOZÄN									

Vývoj pojmu Paratethys (Brzobohatý, Brussel 1992)

Russk (1988)

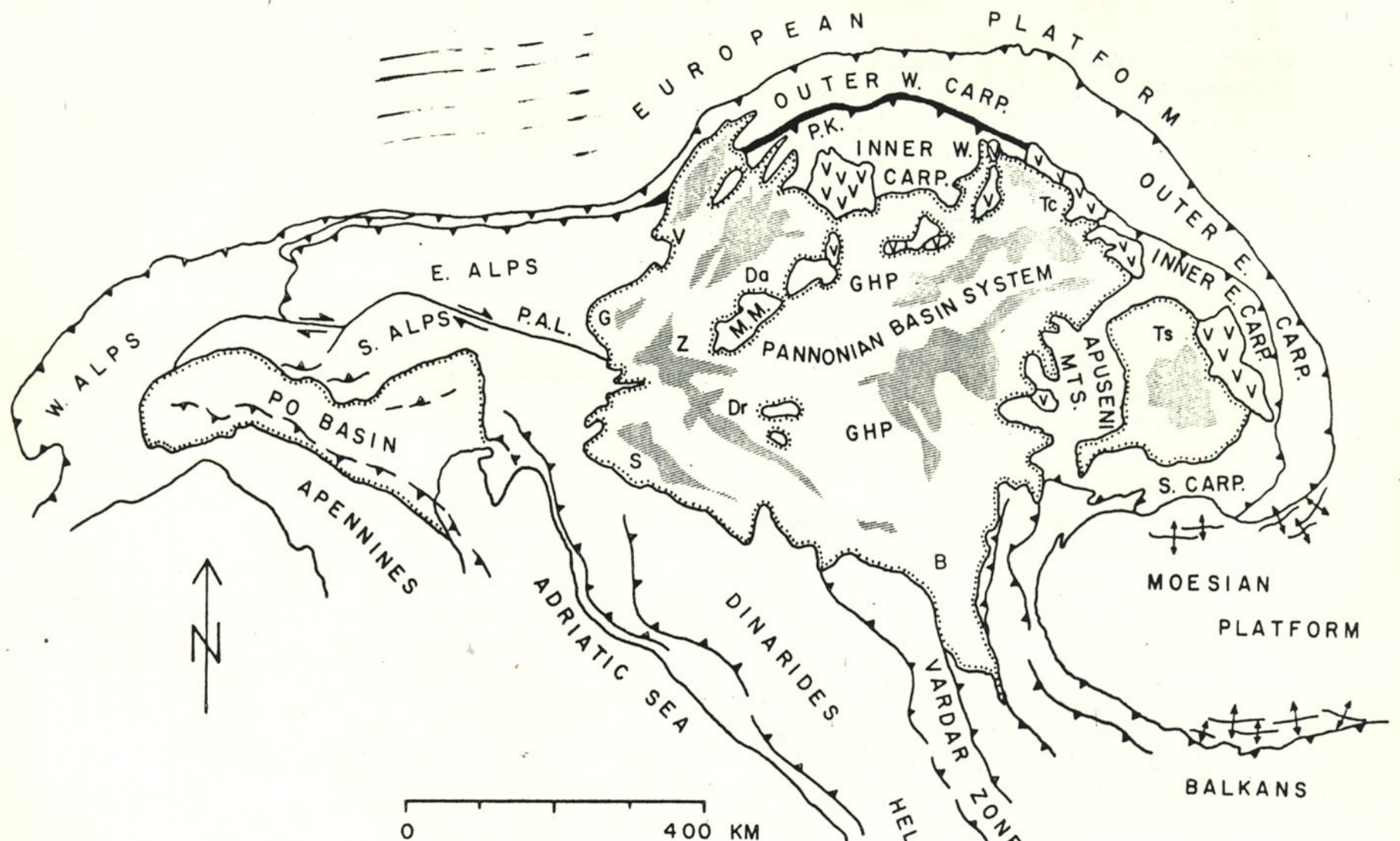


**Mořské bioprovincie v evropském neogénu (Seneš 1958)**



## Paratethys – paleogeogr. členění (východní, centrální, západní)

(upraveno podle Steininger et al. 1988)

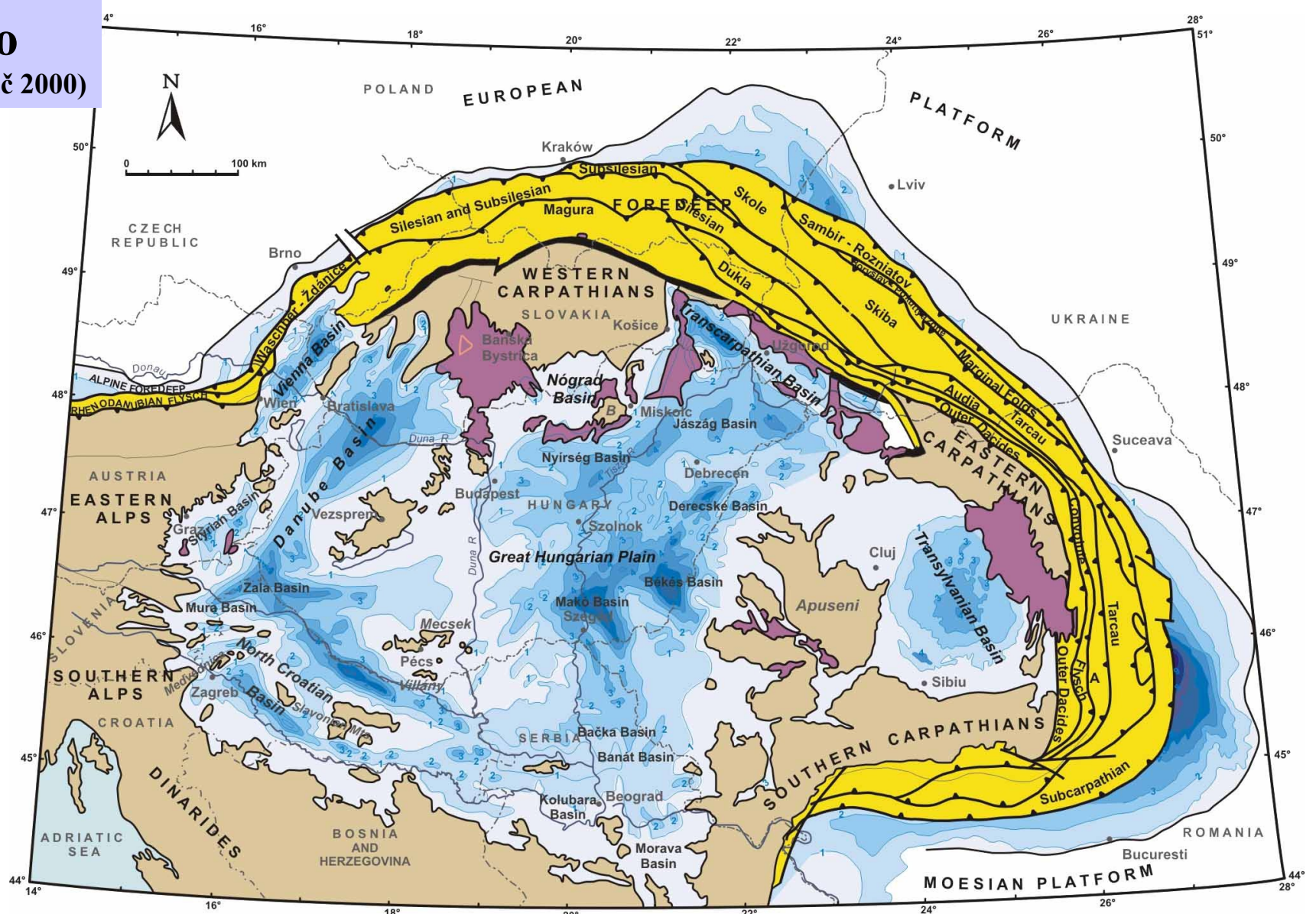


## Centrální Paratethyda a její nejvýznamnější dílčí pánve (Royden 1988)

V – vídeňská, G – štyrská, Z – sálská, S – sávská, Dr – drávská, Tc – transkarpatská, Ts – transylvánská, GHP - pannonská

# Dtto

(Kováč 2000)



- |   |                                |   |   |
|---|--------------------------------|---|---|
|  | European platform              |  | Pieniny Klippen Belt                      |
|  | Neogene basins                 |  | Alpine - Carpathian - Dinaride internides |
|  | thickness of Neogene           |  | Neogene volcanic areas                    |
|  | Alpine - Carpathian externides |  | main tectonic lines                       |





Legend Picha et al. (2006)

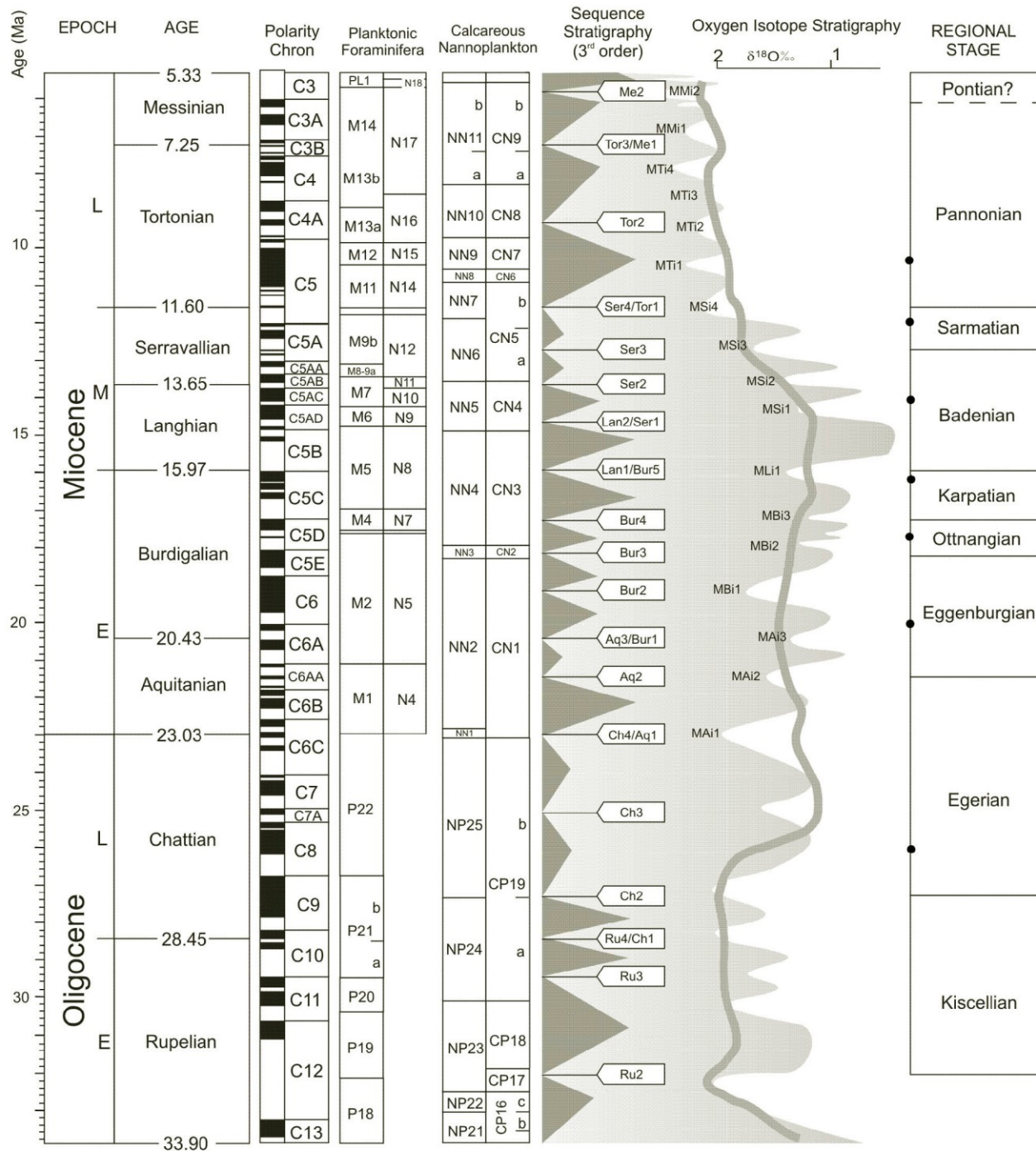
- |  |   |   |
|--|---|---|
|  Pannonian, Transylvanian (TB), and Vienna (VB) basins |  Neogene foredeeps     |  flysch belts  |
|  Pieniny Klippen Belt                                 |  inner orogenic zones |  neovolcanics |

Figure 1. Index map of the Carpathians and the surrounding regions (modified after Picha, 1996). AU = Austria; BH = Bosnia and Herzegovina; BU = Bulgaria; CR = Croatia; CZ = Czech Republic; GE = Germany; HU = Hungary; IT = Italy; MO = Moldova; PL = Poland; RM = Romania; SK = Slovakia; SL = Slovenia; SM = Serbia and Montenegro; TB = Transylvanian basin; UK = Ukraine; VB = Vienna basin.

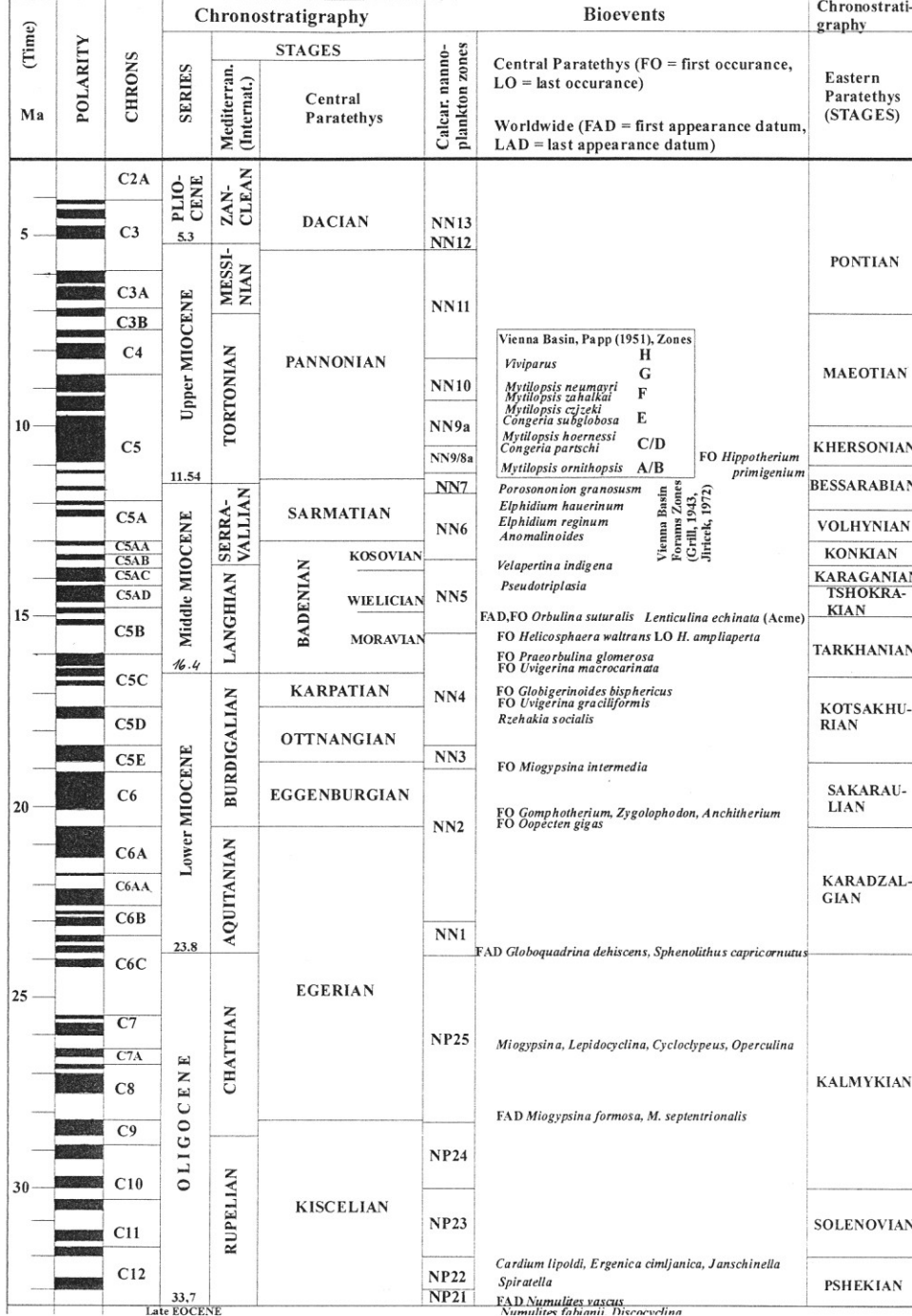
**Karpatsko-panonská oblast a její rozložení podle státních celků**



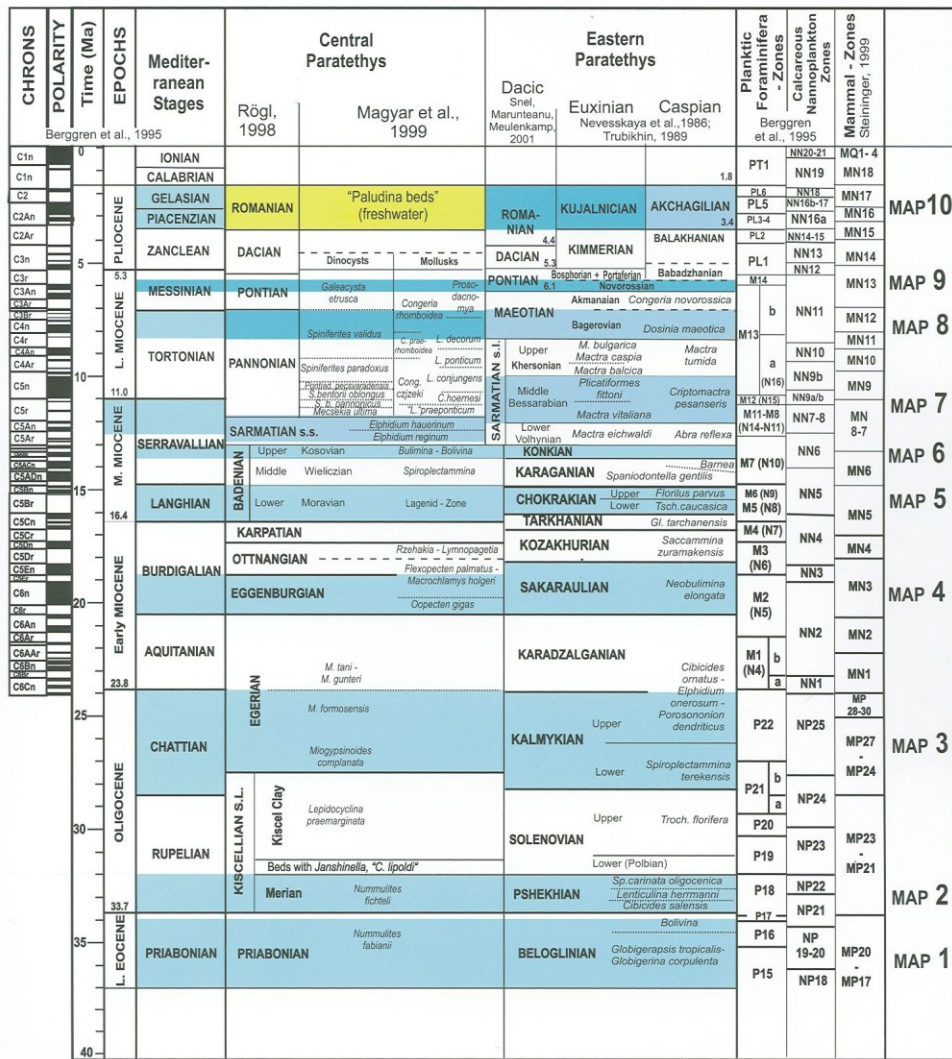
Terminologie chronostratigrafických jednotek používaná v západokarpatských pánvích cca 1870 až 1927		1927 až cca 1968		cca od 1968 (platná v současnosti) (regionální škála Centrální Paratethydy)		Mezinárodní stratigrafická škála (schválené české psaní)				
<b>pont</b> (Barbot d. Marny 1869)	<b>pont</b>				<b>ruman</b>					
					<b>dac</b>					
					<b>pont</b>					
<b>pannon</b> (Roth Telegdi 1879)	<b>pannon</b> (pannon s. s.)	z o n a c e v í d ě n s k é p. (P a p p, 1 9 5 1)	A B C D E F G H I J		<b>pannon</b>	z o n a c e v í d ě n s k á p. (P a p p)	H a ž A			
<b>sarmat</b> (Suess 1866)	<b>sarmat</b>				<b>sarmat</b>					
<b>II. mediterrán</b> (Suess 1867)	litavské vápence badenské tégly grundské vr.				<b>torton</b>				torton s. l.	svrchní torton (torton s. s.)
šlír vnělapské pánve	<b>helvet</b> burdigal	spodní torton	<b>wielic</b> (stř. baden)	<b>langh</b>						
		<b>karpat</b> (Cicha, Tejkal 1959)	<b>morav</b> (sp. baden)							
<b>I. mediterrán</b> (Suess 1867)	vrstvy hornské a eggenburgské oblasti	<b>helvet</b> burdigal	sp. helvet   helvet s. s.	svrchní burdigal	<b>ottnang</b> (Papp, Roegl 1968)				<b>burdigal</b>	
<b>aquitan</b> (M.Eymar 1858)	<b>chatt-akvitán</b>									akvitan
		<b>chatt</b> (Fuchs 1900)	chatt	<b>eger</b> (Báldi, Seněš 1968)						
<b>rupel</b> (Dumont 1849)	<b>rupel</b>				<b>kiscell</b> (cca 1975)				<b>rupel</b>	



● pozice historických stratotypů



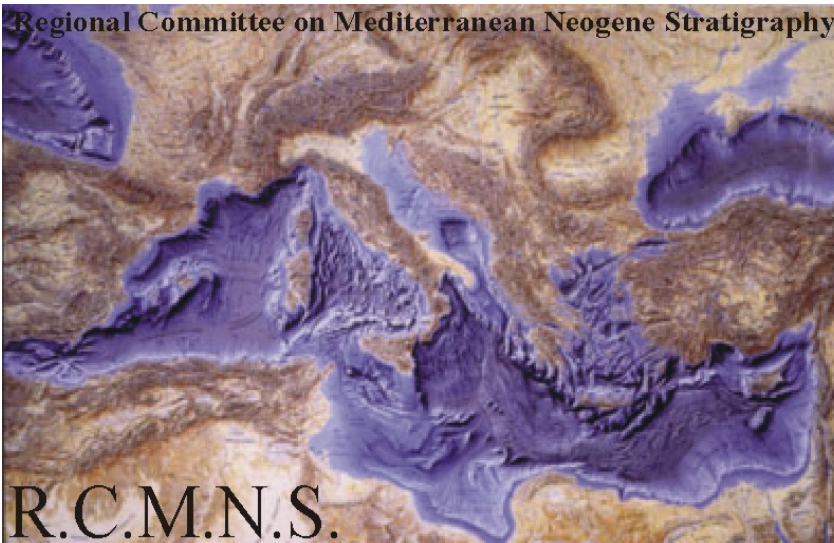
Stratigrafická tabulka C. a V. Paratethydy a významné bioeventy (upraveno podle různých pramenů, Brzobohatý 2004)



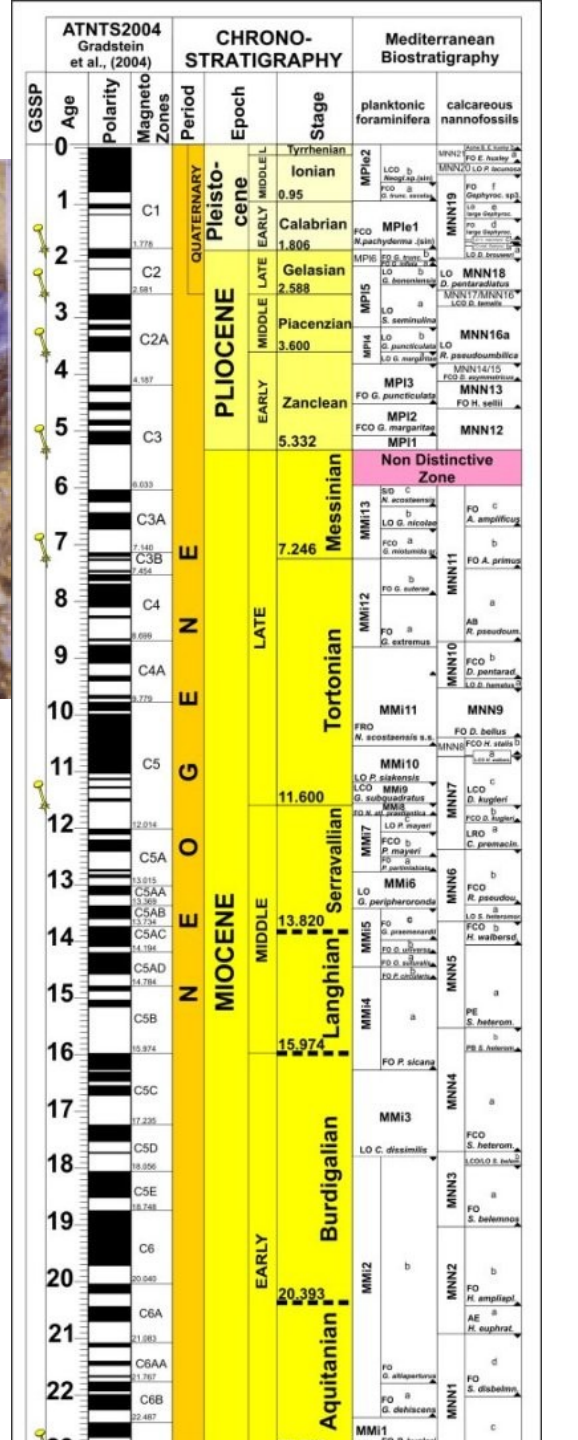
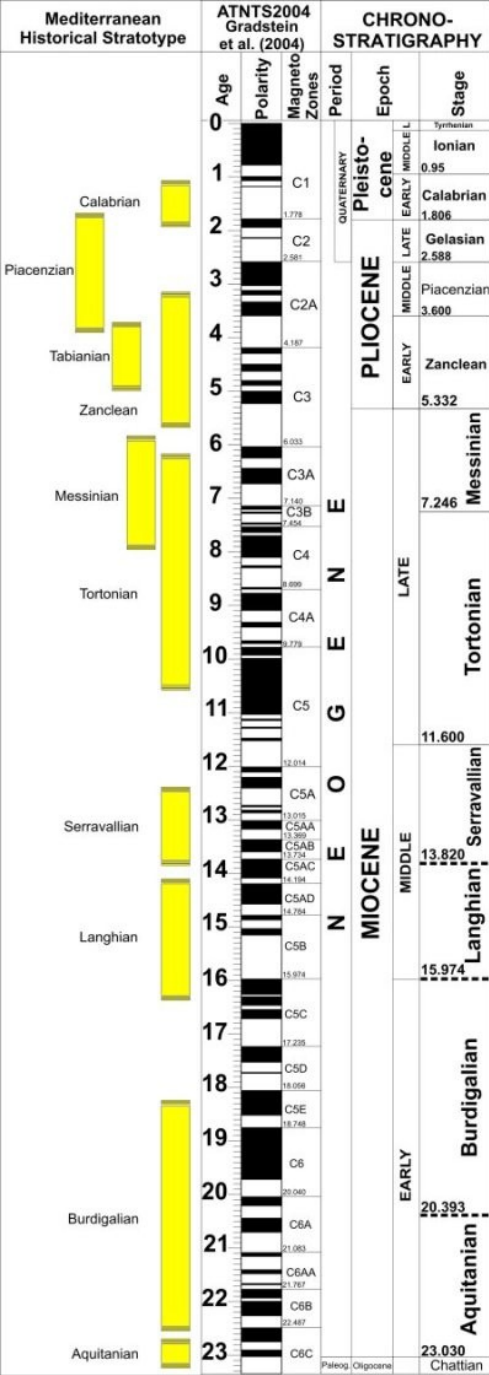


# Mediterranean

Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy



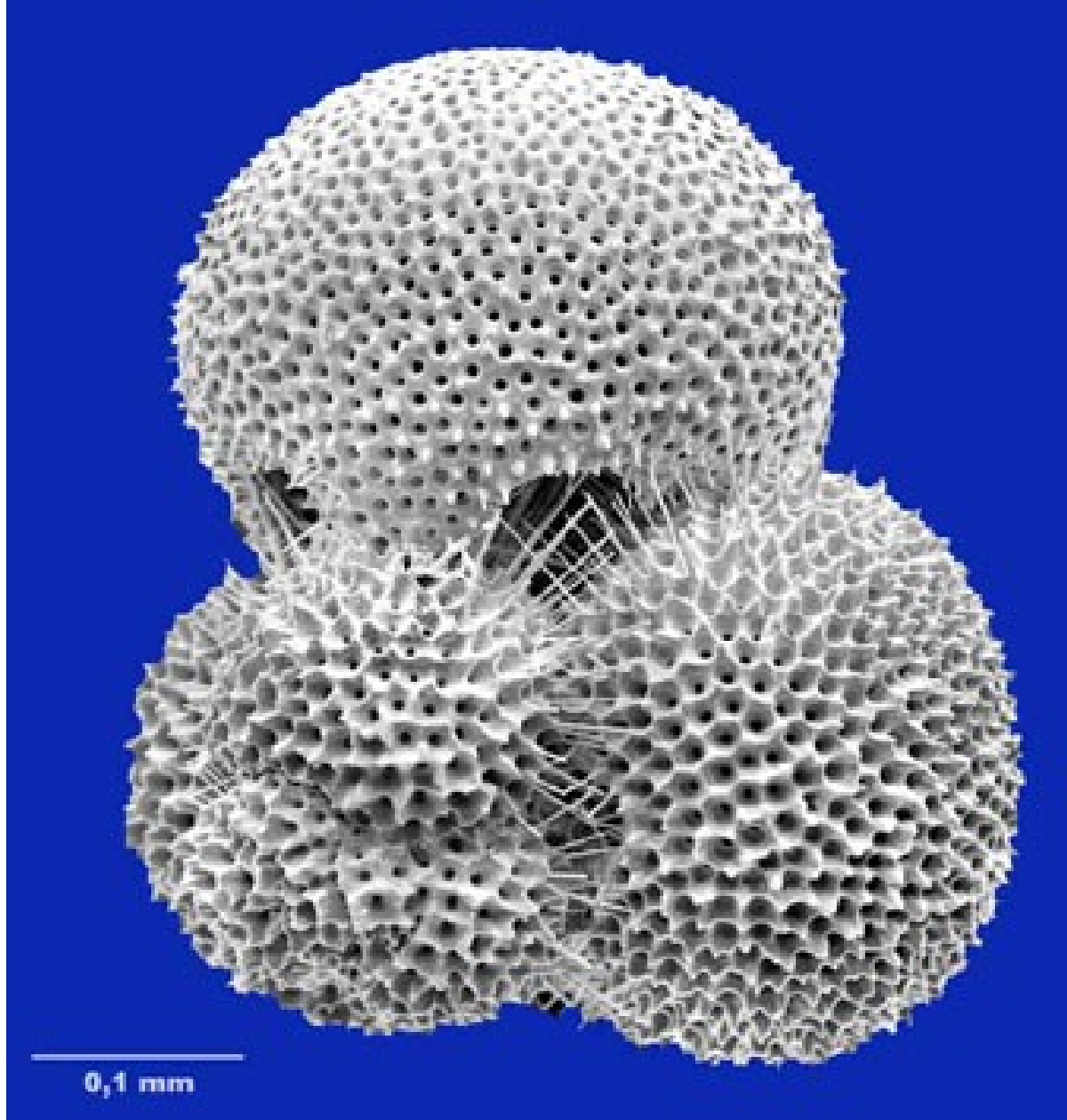
R.C.M.N.S.



Pozice historických stratotypů (Itálie, Francie)

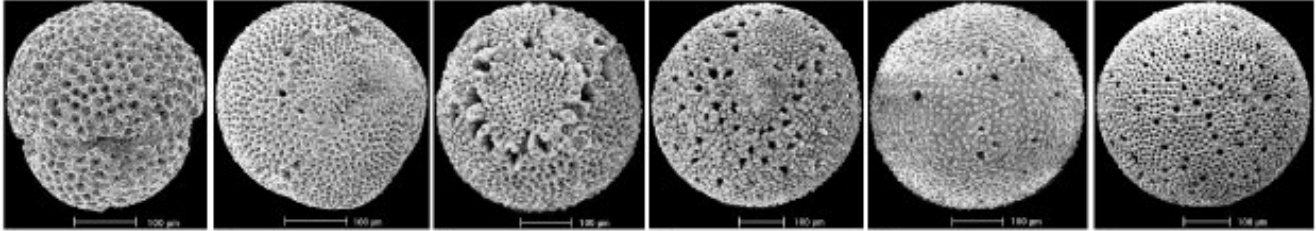
Mezinárodní škála





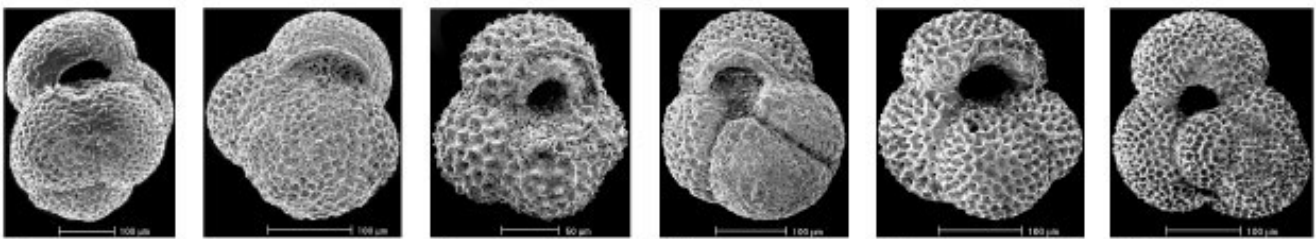
*Globigerinoides* sp., rec., Arabské moře, 1000 m, (podle Weiße 2007)



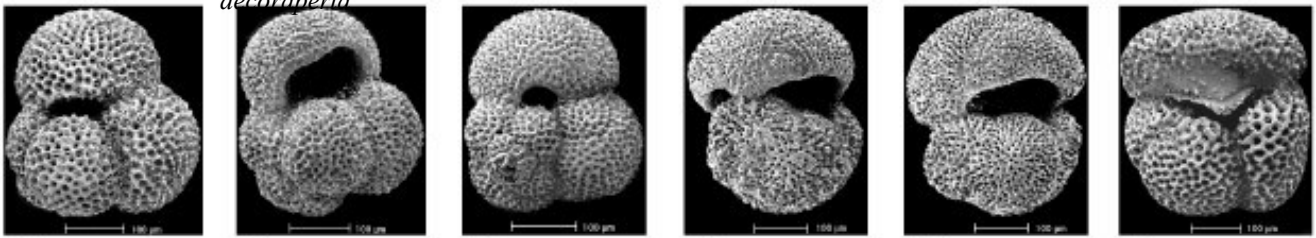


- 1. *P. sicana*
- 2, 3. *P. glomerosa* s.l.
- 4. *O. suturalis*
- 5, 6. *O. universa*

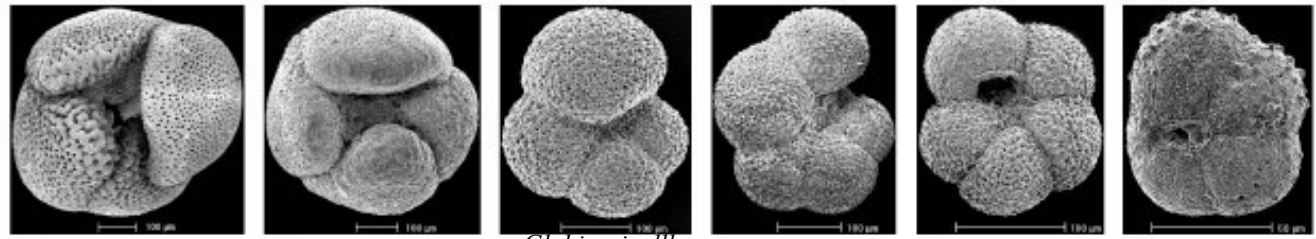
1 2 3 4 5 6



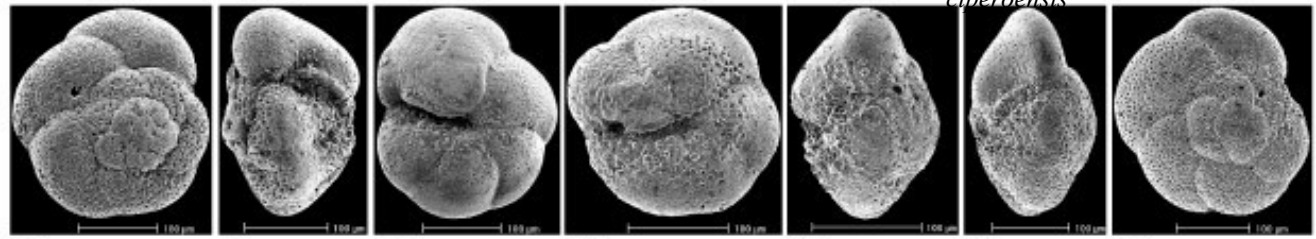
7 8 *Globoturbotalita decoraperta* 9 *G. rubescens* 10 *G. druryi* 11 *Globigerinoides* 12 *parawoodi*



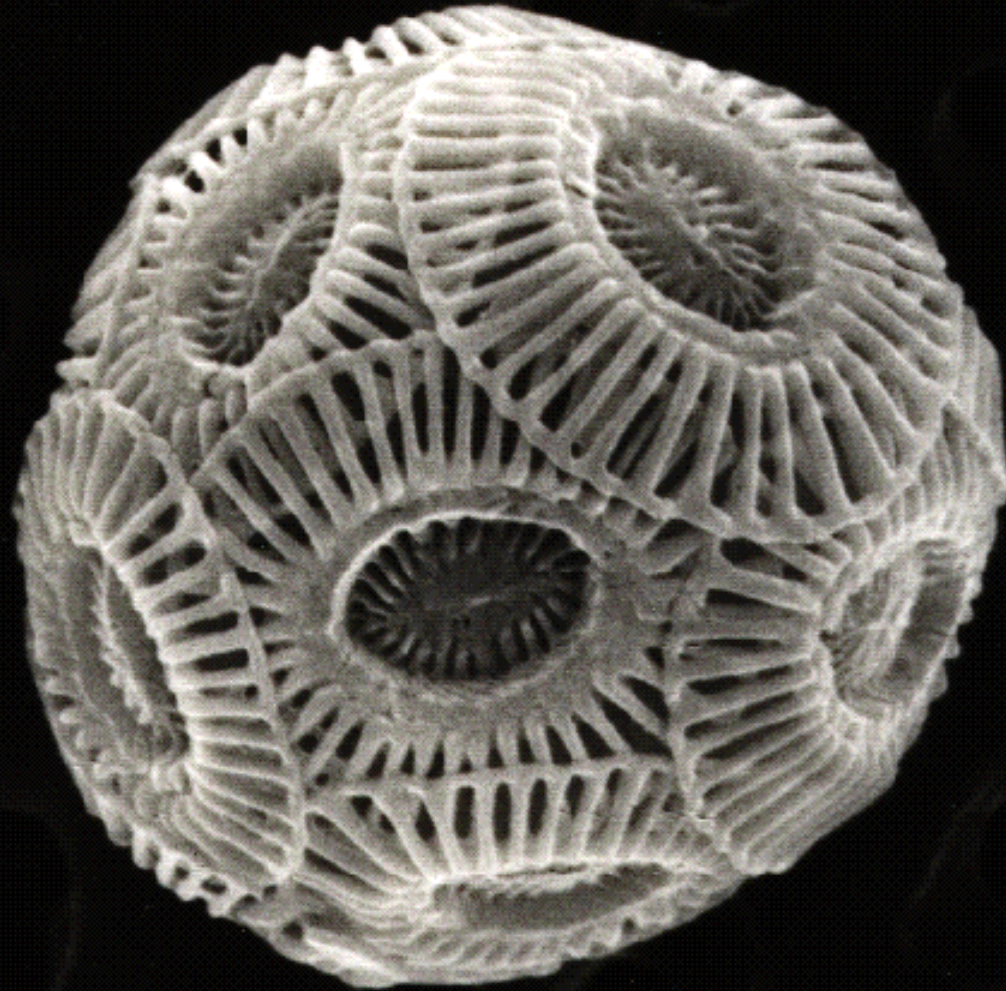
13 *G. quadrilobatus* 14 *G. obliquus* 15 *G. mitra* 16 *G. mitra* 17 *G. mitra* 18 *Globoquadrina dehiscens*



19 *G. venezuelana* 20 *Globigerinella obesa* 21 *Globigerinella obesa* 22 *Globigerina ciproensis* 23 *Globigerina ciproensis* 24 *G. quinqueloba*

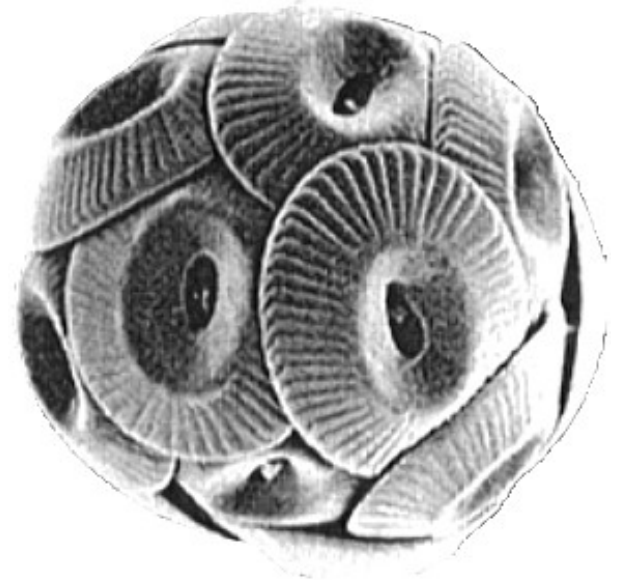
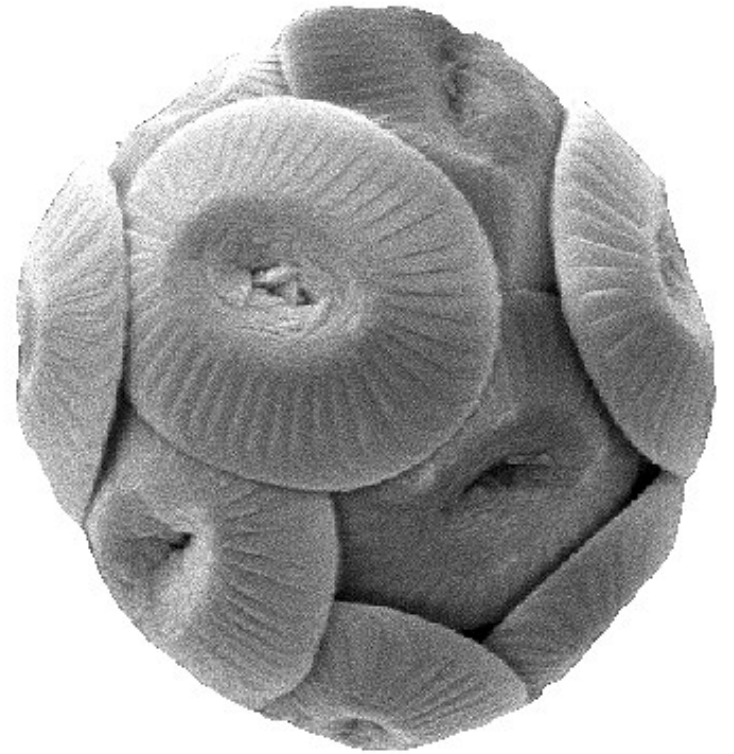
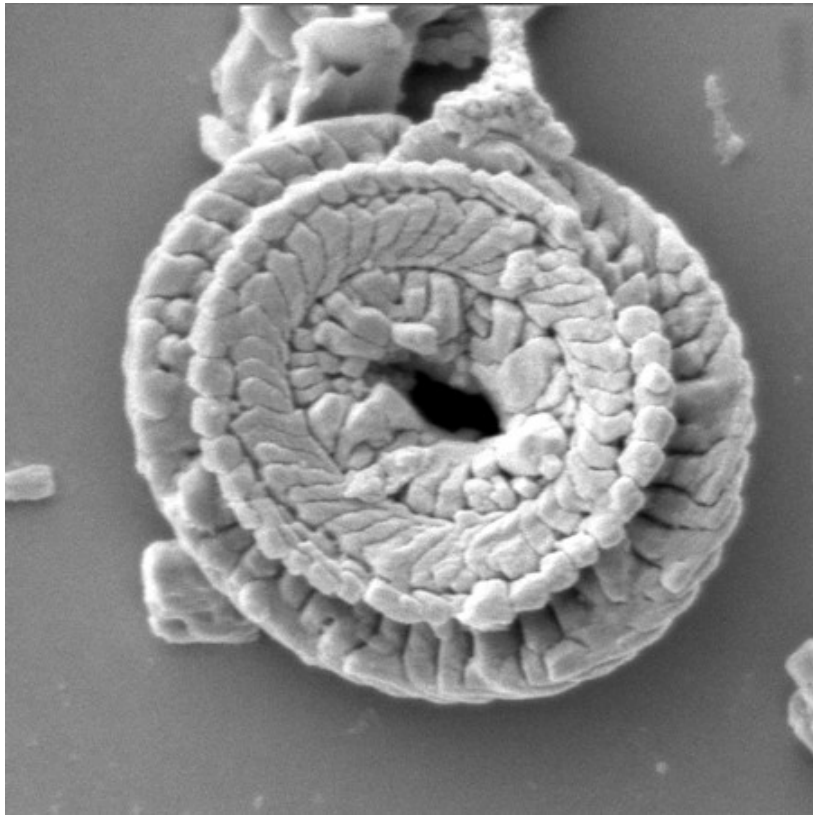


25 26 27 *Globorotalia* 28 *lenguanensis* 29 30 31



*Scanning electron photomicrograph of Emiliana huxleyi*

*Emiliana huxleyi* – recent



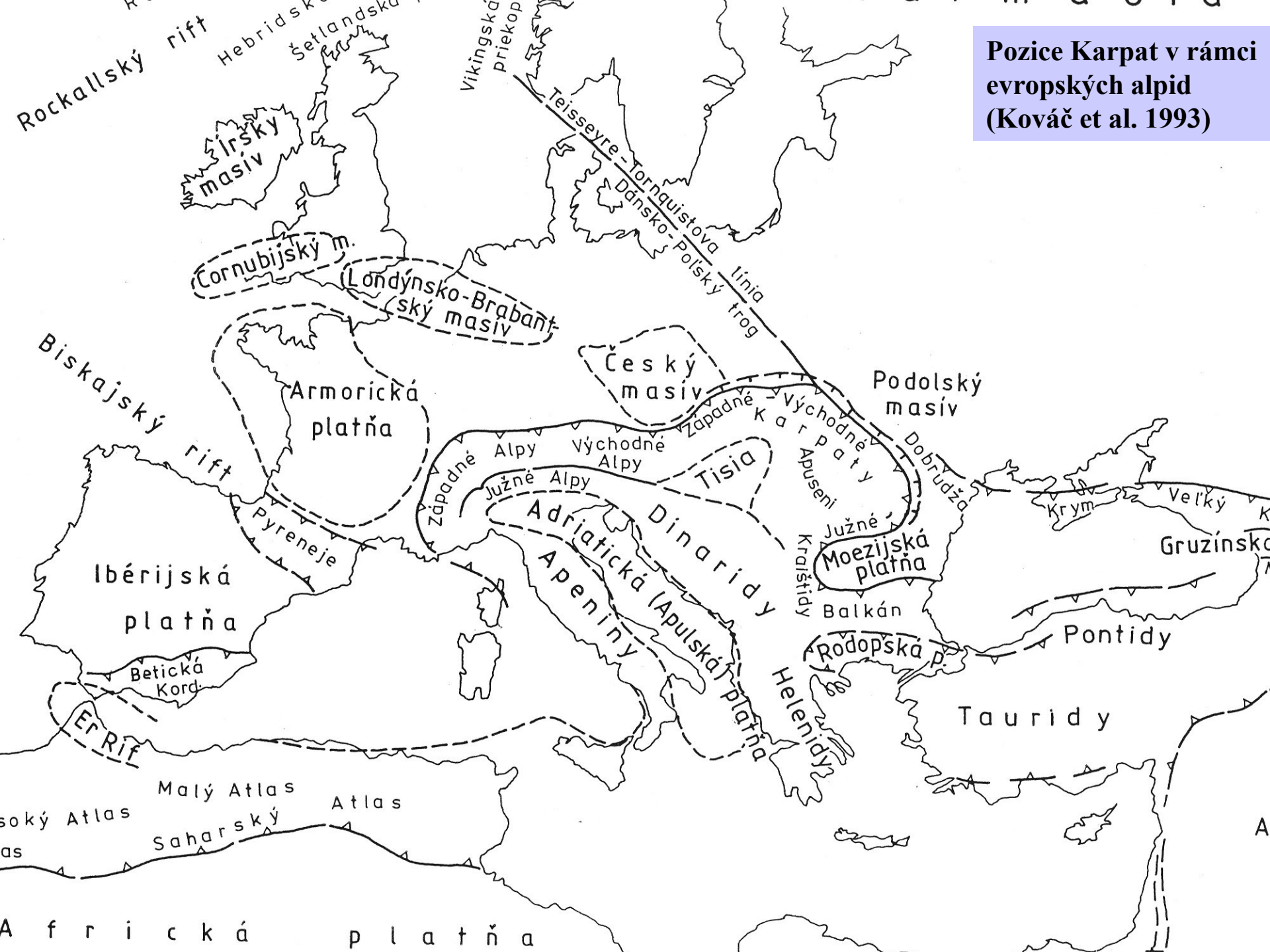
*Coccolithus pelagicus*



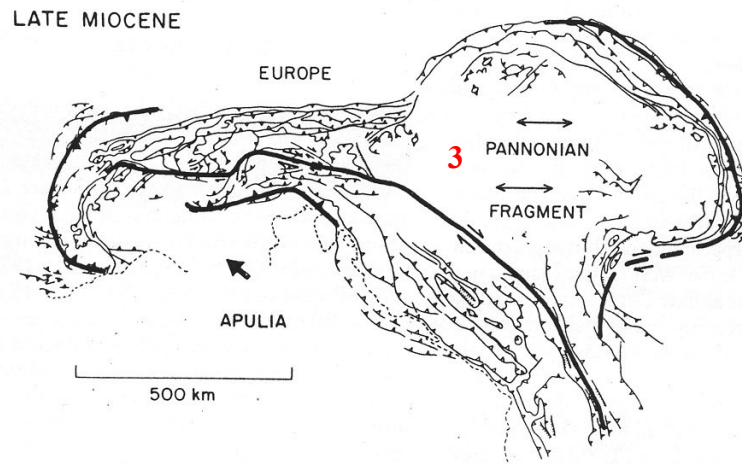
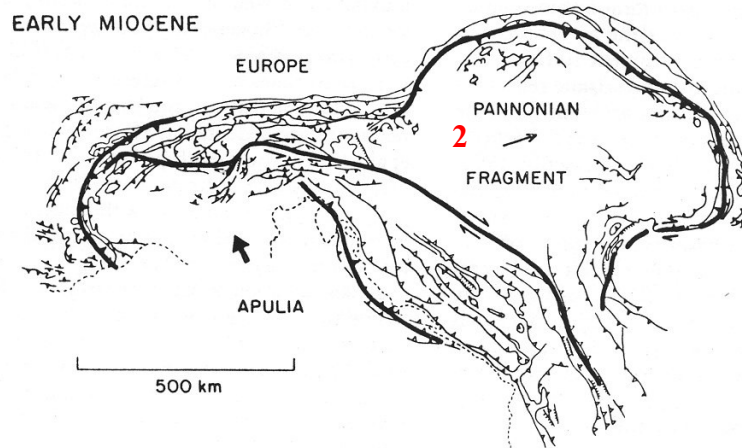
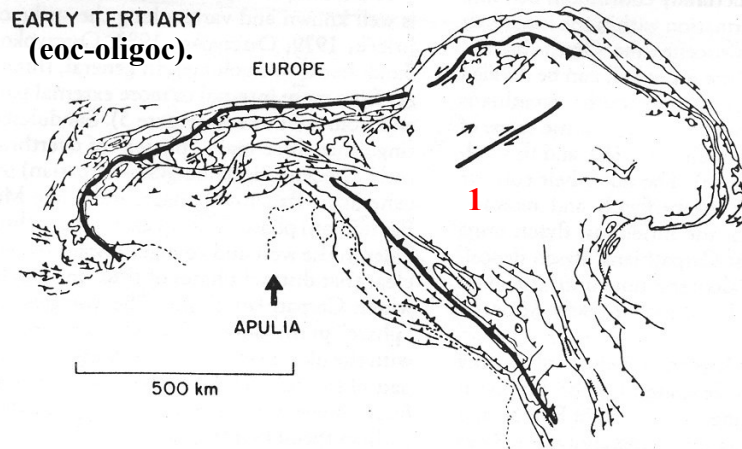
*Discoaster exilis* – stř. miocén

# **Tektonika, vulkanizmus**

**Pozice Karpat v rámci evropských alpid (Kováč et al. 1993)**

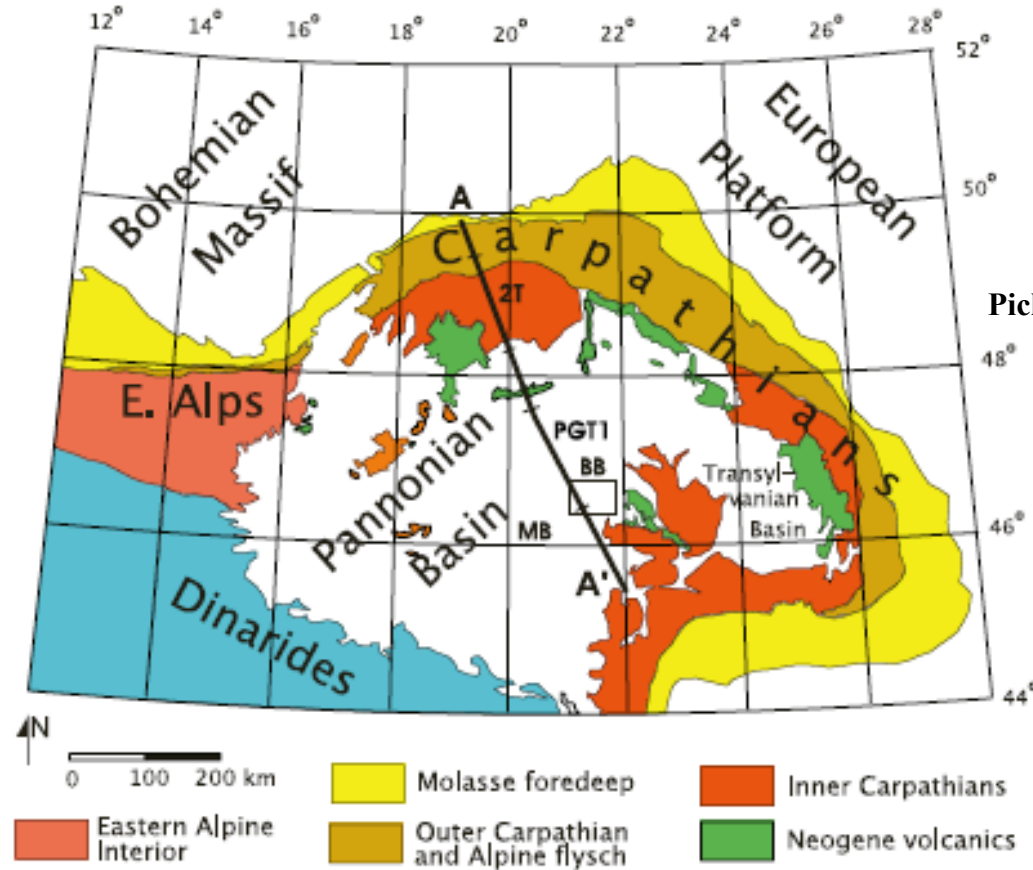


# Směry pohybu desek formujících prostor CP v paleogénu až neogénu (Royden 1988)



- jedna z nejsložitějších situací v Evropě,
- apulská deska (spolu s iberskou) oddělení od Afriky během křídý, pohyb k JV , poté generelně k S
- kolize s platformou v ZP a CP= kontinent:kontinent, v Alpách ortogonální, v Karpatech šikmá k SV,
- výsledek: subdukce platformy, vrásnění jižních jednotek a vznik příkrovové stavby
- v nesených jednotkách imbrikace prekenozoika do vnitřních jednotek = vnitřní Karpaty, Apuseni, Dinaridy,
- směřování Apulie se během kenozoika mění (viz obr.)
- vznikají (1) střižné zóny a strike-slip zlomy v pannonské oblasti + příkrovy s vergencí k SV (Karpaty) a JZ (Dinaridy) během eocénu-oligocénu, (2) poč. miocénu se pohybuje panonský fragment k SV, tvoří se další příkrovy v Karpatech, (3) dochází k zaobloukové extenzi v panonské oblasti (extenze kůry provázená diapirickým výzdvihem astenosféry), během ml. miocénu k tvorbě příkrovů i ve V. a J. Karpatech

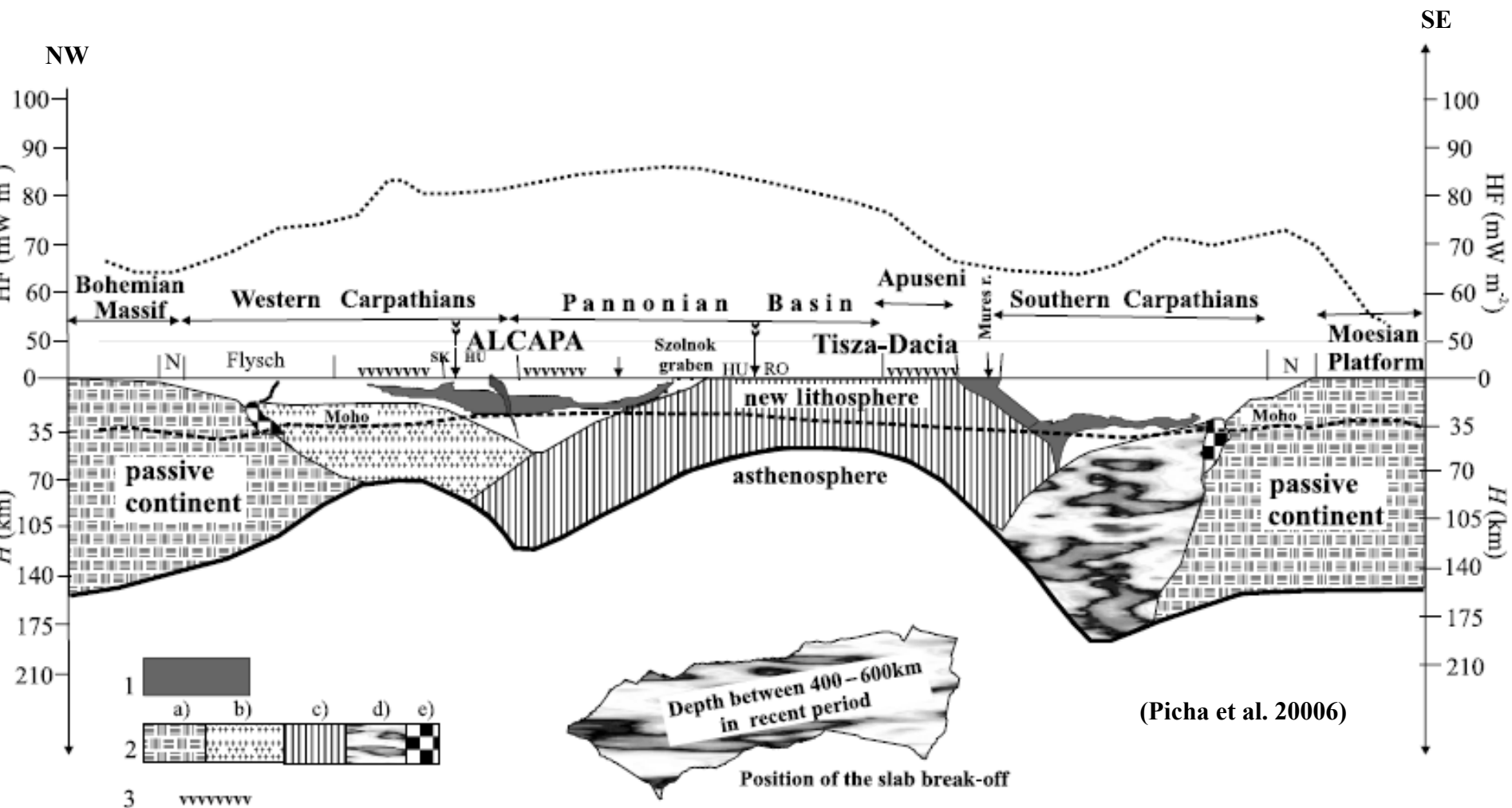
## Rozložení a vztah velkých jednotek ovlivňujících vývoj CP



Picha et al. (2006)

Figure 1. A simplified tectonic map of the Eastern Alpine – Carpathian – Pannonian Basin region (modified from Lillie et al., 1994). The cross section of profile AA' presented in this study is shown by the line. BB = Bekes basin; MB = Mako basin; PGT1 = Pannonian Geotransverse (after Posgay et al., 1995); 2T-profile (after Tomek et al., 1989). Figure reprinted with permission from Blackwell International, Adam and Bielik, 1998, their figure 2.



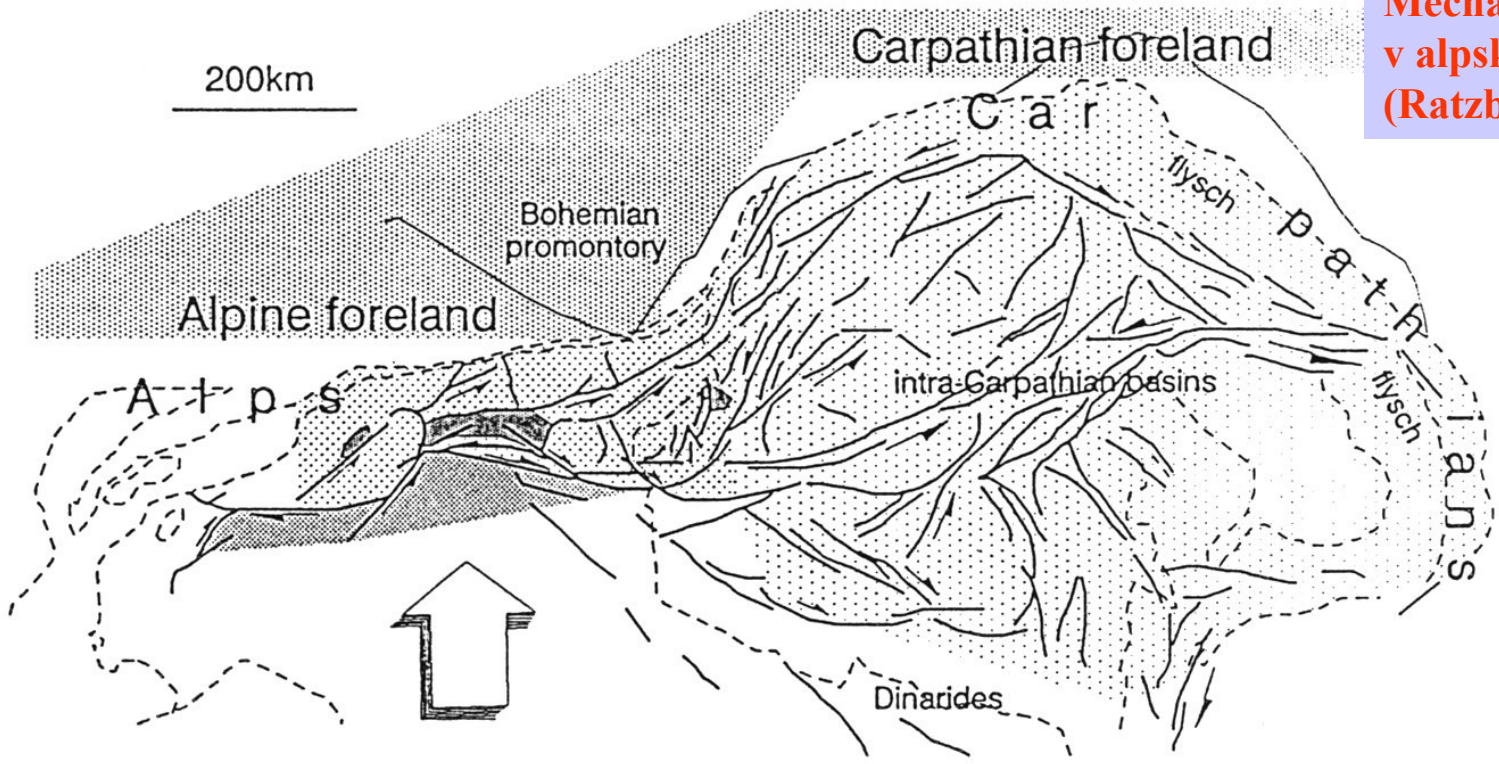







**Figure 7.** Simplified lithospheric profile through the Bohemian Massif, Pannonian Basin system, and Moesian Platform providing information about lithospheric composition and structure together with heat-flow curve. Green v letters = location of Neogene–Quaternary volcanics; N = sediments of the Neogene foreland basin; 1 = ophiolitic complex; 2 = lithospheric types: (a) continental (platform type, including Bohemian Massif); (b) transitional [underneath rCFB and adjacent to a)]; (c) new lithosphere of the Carpathian-Pannonian system; (d) broken-off and sunken oceanic crust and remnant of the oceanic crust attached to continental lithosphere; (e) high-conductivity zone interpreted as suture zone; 3 = Neogene volcanic ranges. Remnant of the oceanic lithosphere represents the interpretation of the velocity anomaly from the tomographic experiment of Spakman (1990) from a depth of 400 km (248 mi). HF line = heat-flow curve.

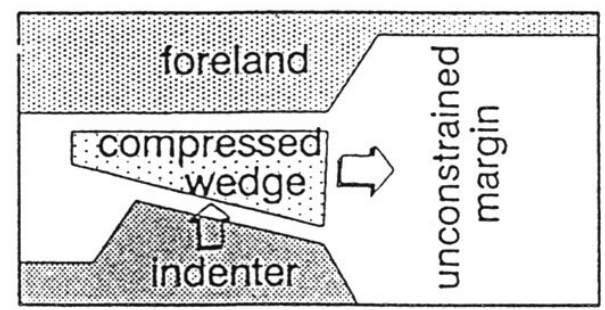
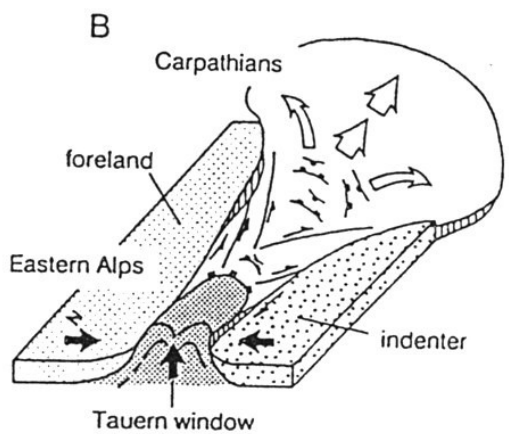
SK = Slovakia, HU = Hungary, N = Neogene, RO = Rumunsko

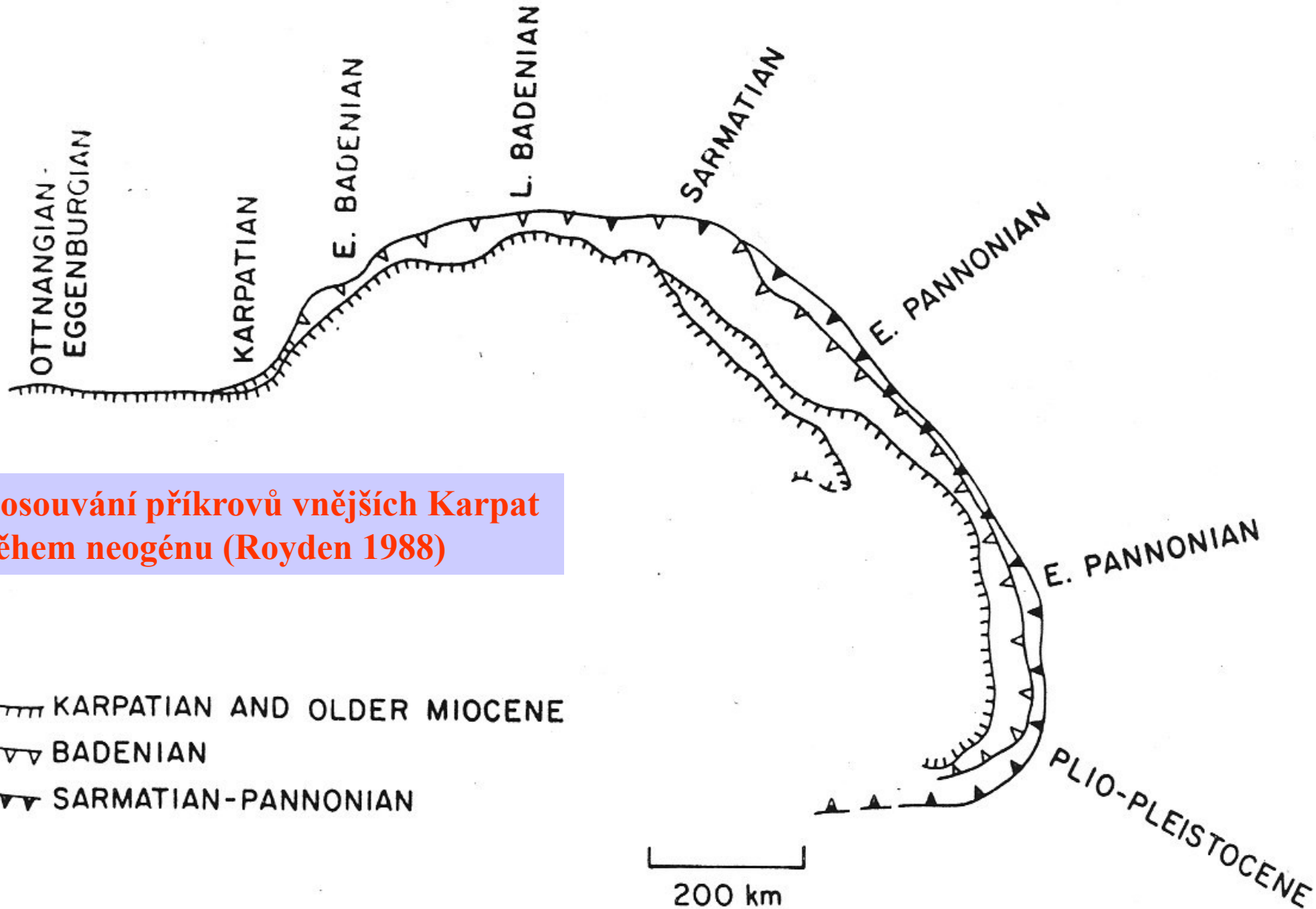
**Mechanismus desek  
v alpsko-karpatské oblasti  
(Ratzbacher et al. 1991)**

200km



-  Penninic windows
-  South Alpine indenter
-  Eastern Alpine orogen
-  unconstrained lateral margin
-  Alpine - Carpathian foreland



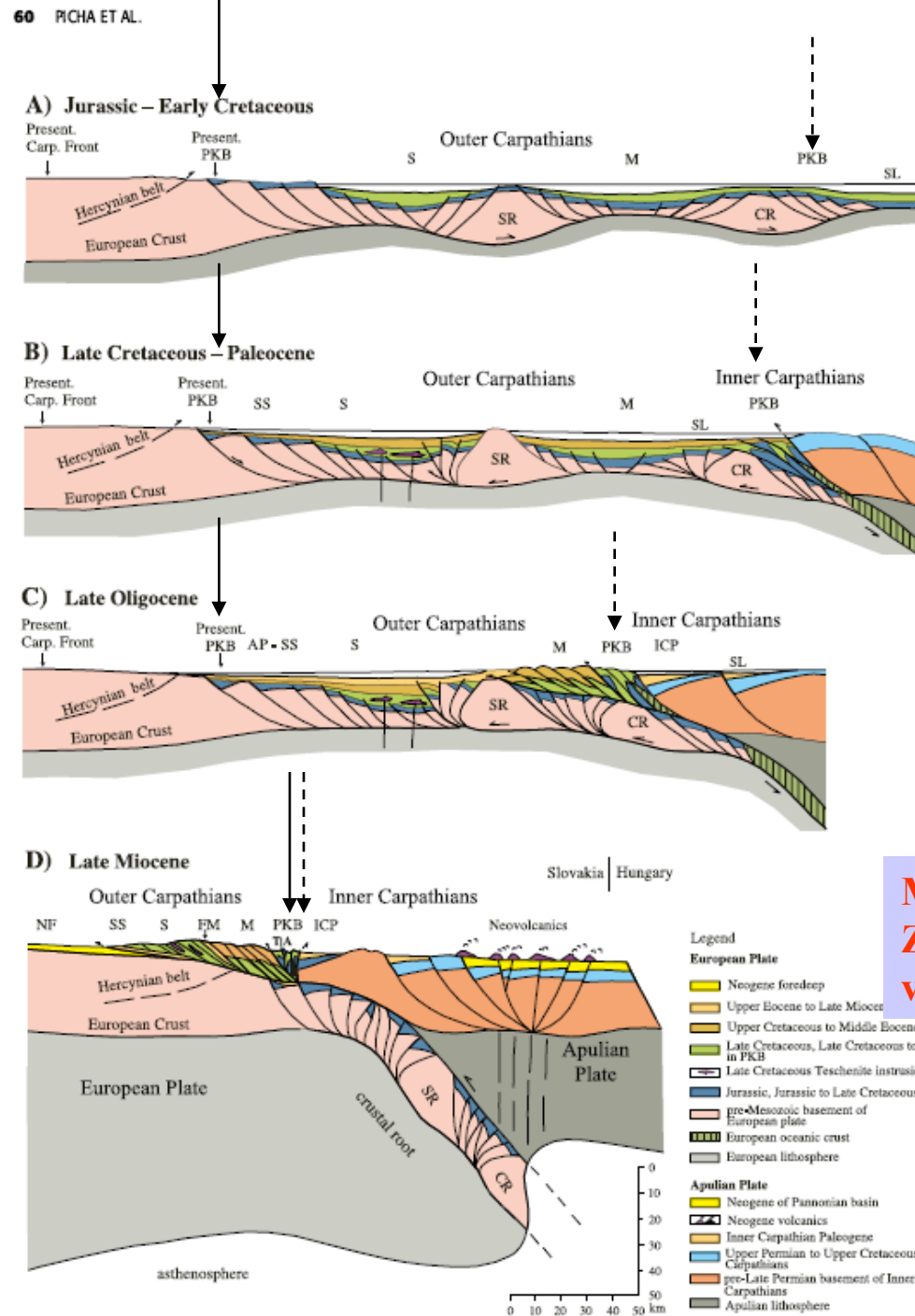


**Dosouvání příkrovů vnějších Karpat během neogénu (Royden 1988)**

- ▬ KARPATIAN AND OLDER MIOCENE
- ▽ BADENIAN
- ▲ SARMATIAN-PANNONIAN

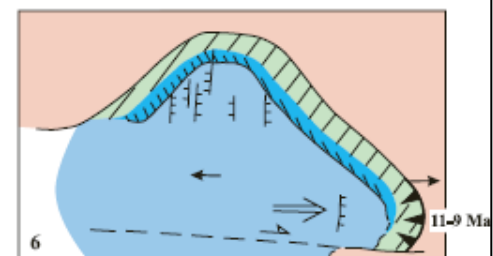
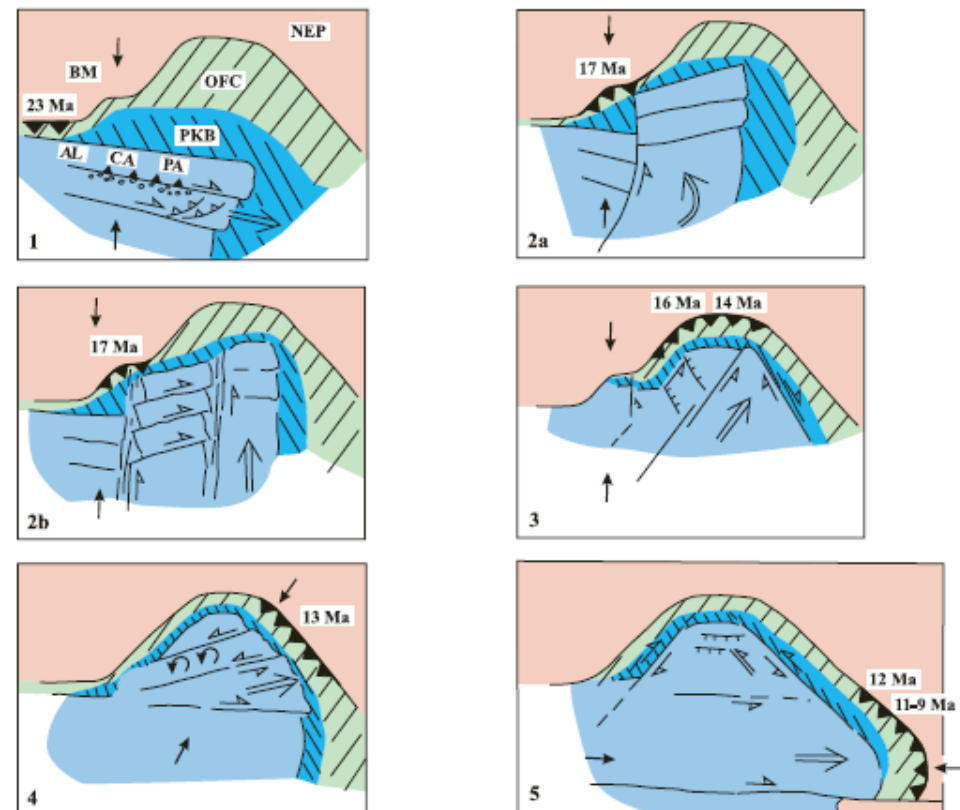
200 km

Zkrácení V. Alp (100 km), Karpaty (několik set km) => původní poloha Karpat cca X00 km k J a k Z od dnešní pozice, rychlost pohybů (posouvání depocenter) = cca 2.9-0.9 cm/rok (tardská oblast) 0.8-1.6 cm/rok (předhlubeň, sp. mioc.-sarmat)



PKB – Pienniny Klippen Belt  
S – Silesian Unit  
SS – Subsilesian Unit  
M – Magura Unit  
SL – Skole Unit  
AP – Autochtone Paleogene  
SR – Silesian Ridge  
CR – Czorsztyn Ridge  
ICP- intrakarpatský paleogén

**Model zkrácení prostoru Vnějších Západních Karpat v časovém úseku jura-miocén**

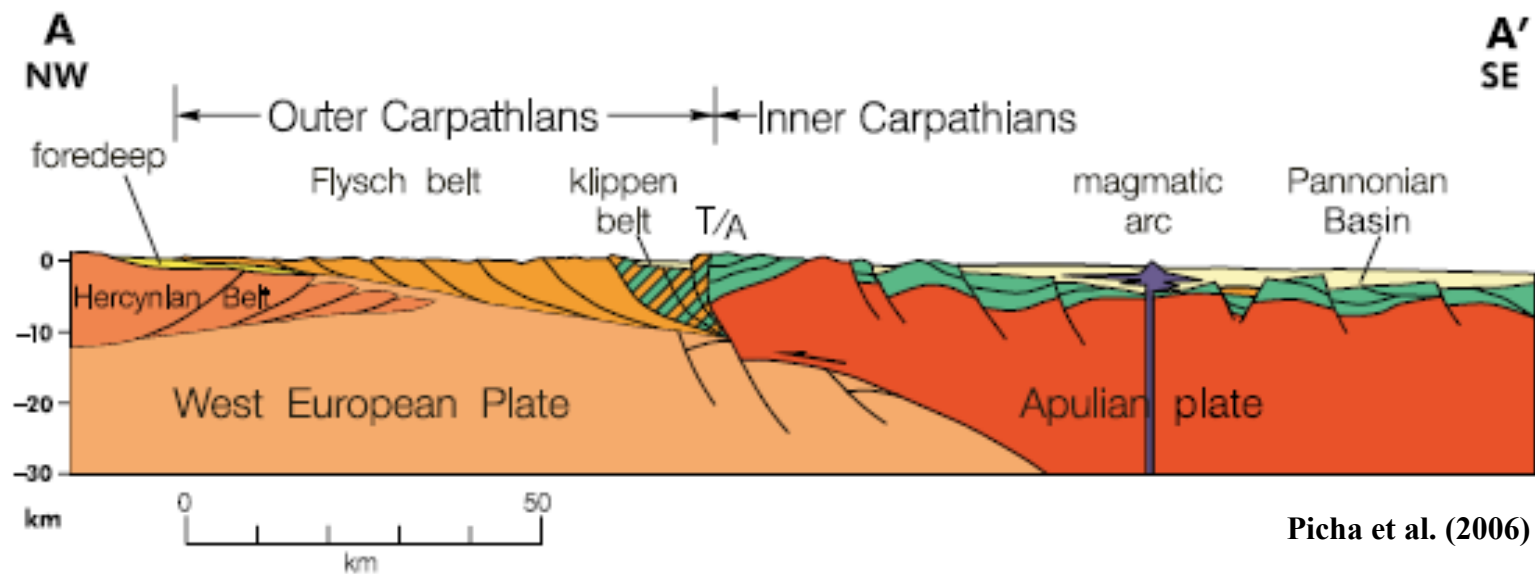


←→ direction of tectonic stresses  
 ⇨⇨ direction of block movement

— normal fault  
 — thrust fault  
 // strike-slip fault  
 ▲ roll-back thrust

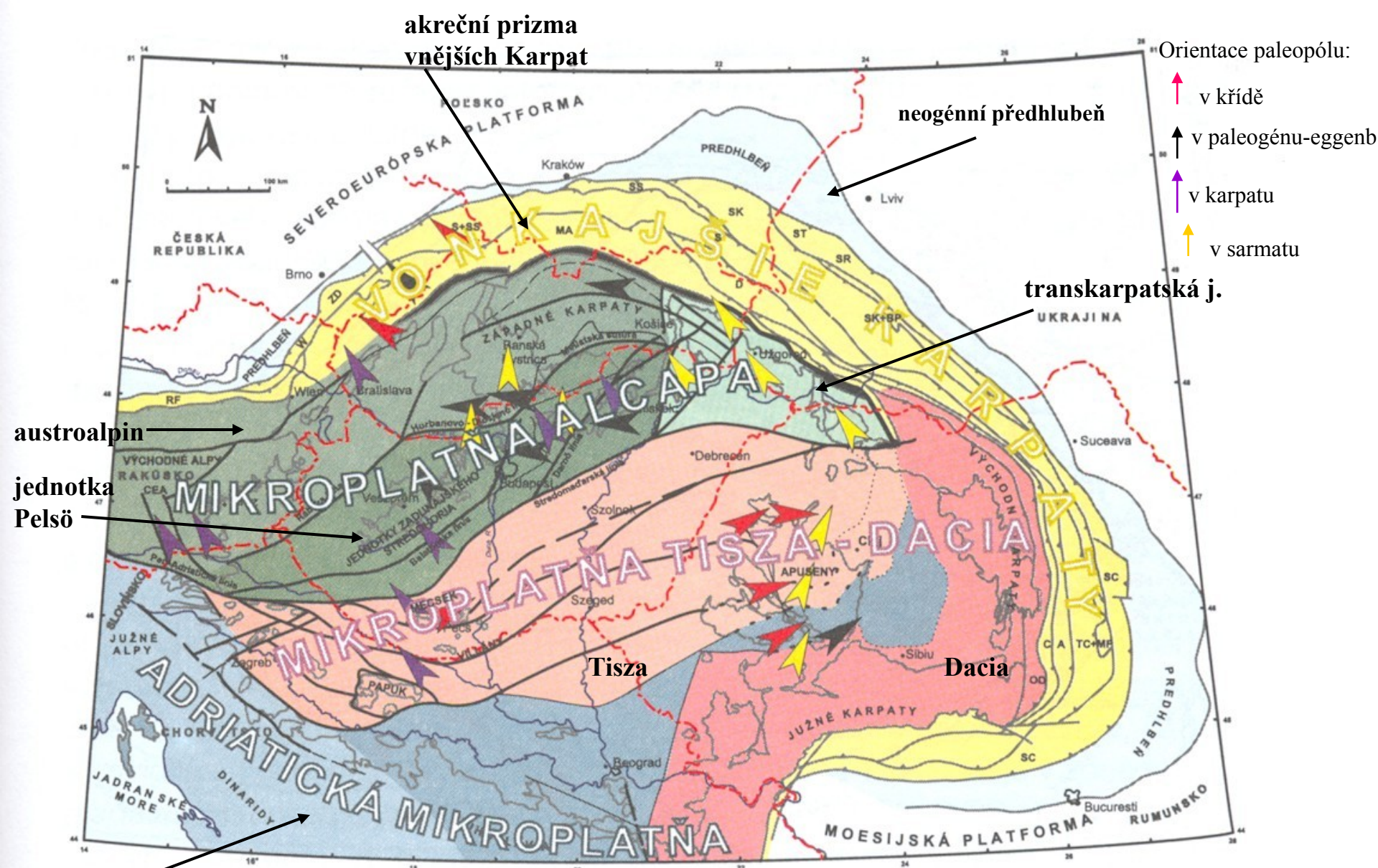
BM = Bohemian massif  
 NEP = North European platform  
 OFC = outer flysch Carpathians  
 PKB = Pieniny Klippen Belt  
 AL = Alpine  
 CA = Carpathian  
 PA = Pannonian

**Golonkùv (2006) tektonický model stavby  
 karpatsko-pannonské oblasti a její  
 proměna  
 během spodního miocénu až recentu**

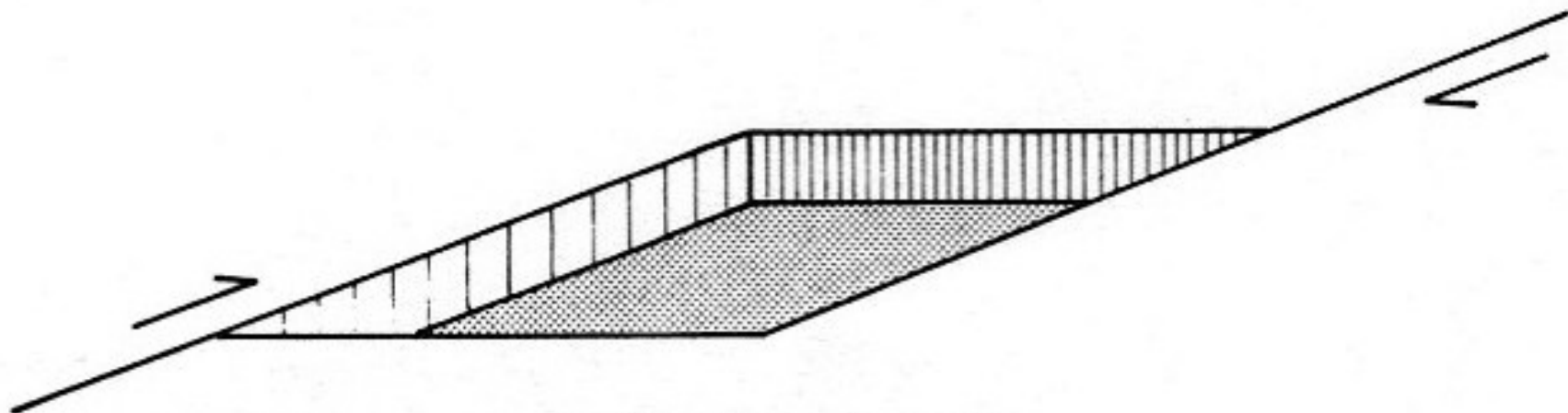


Picha et al. (2006)

Figure 2. Generalized crosssection through the Western Carpathians and their foreland. The term "Apulian plate" (Adria) is used here as a general name for microplates of the Carpathian region separated from North Africa. Location in Figure 1. Modified from Picha (1996).

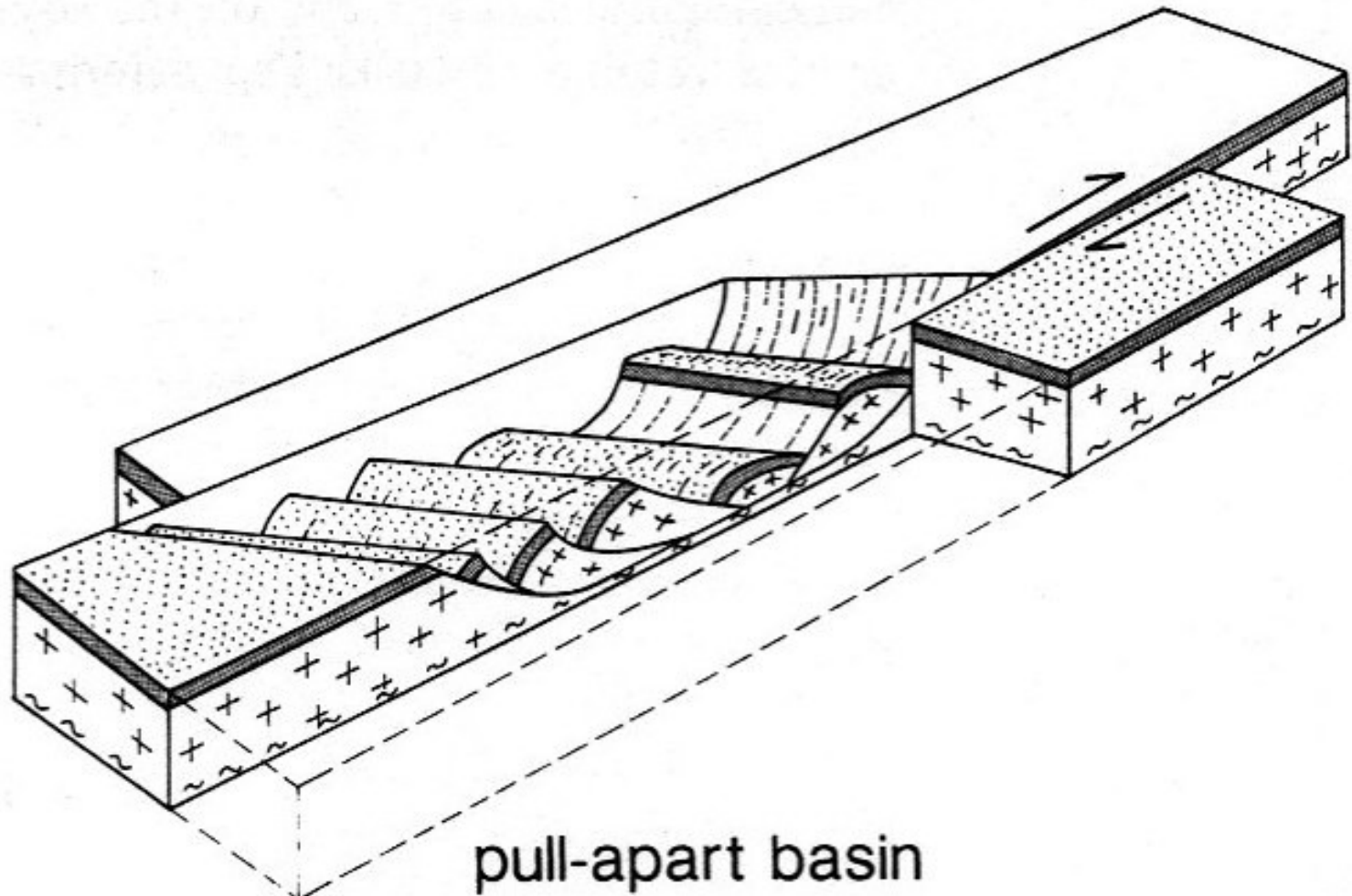


**Základní mikrotectonický karpatsko-panonského systému a jejich dělení na geologické jednotky (Kováč 2000, upraveno)**



pull-apart gap



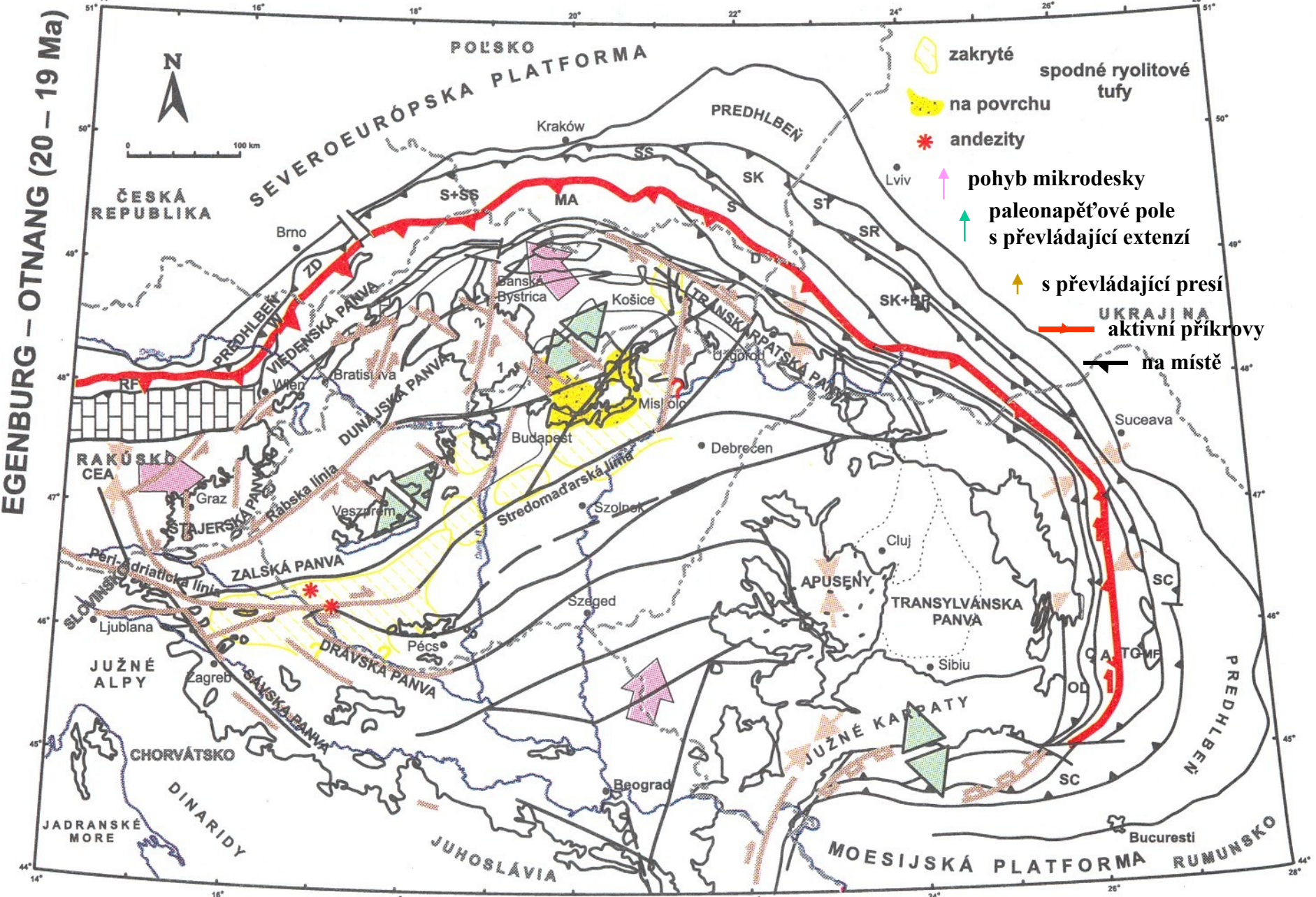


pull-apart basin

☐ poklesy

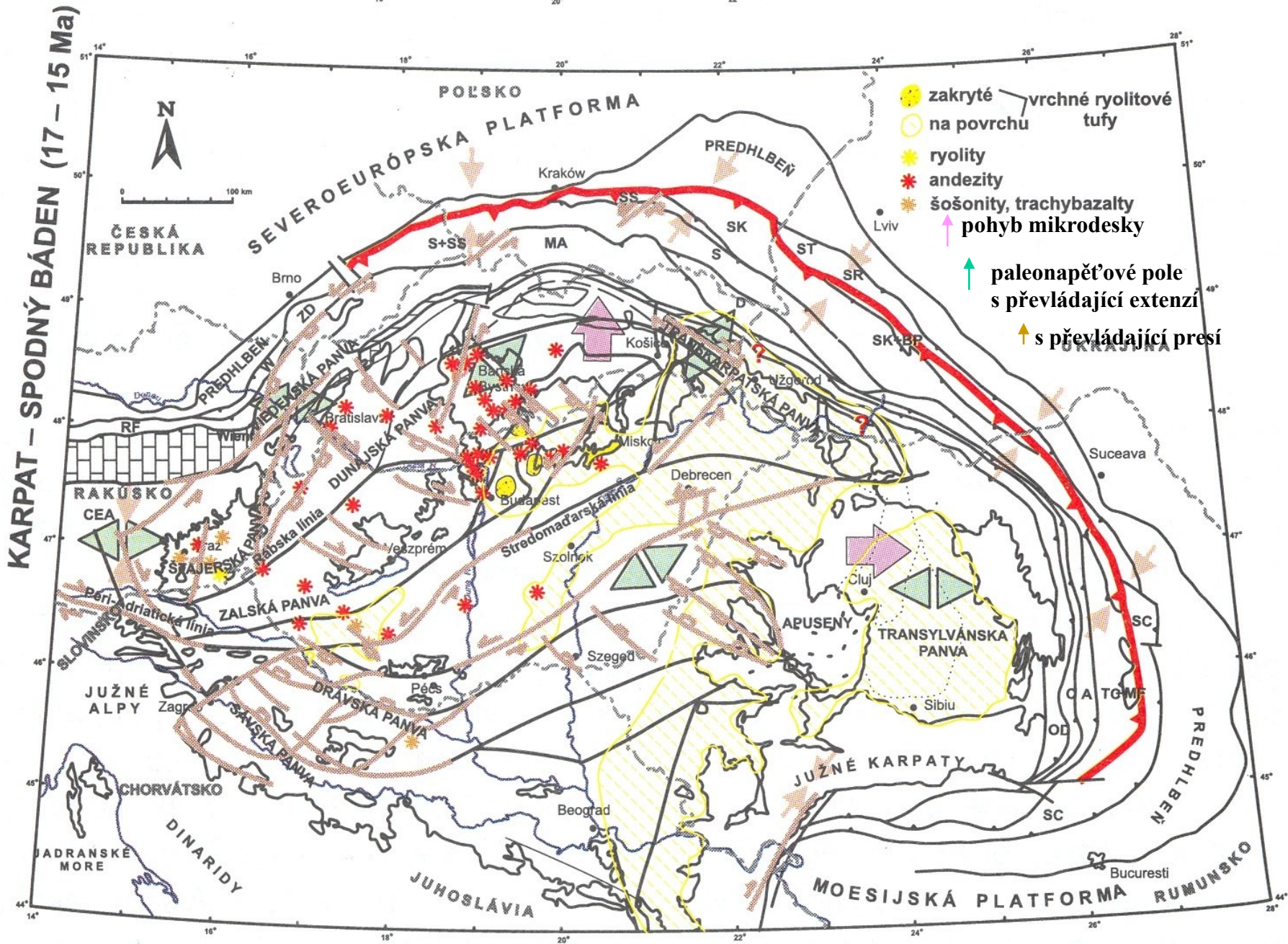
↔ horizontální posuny

— zlomové linie

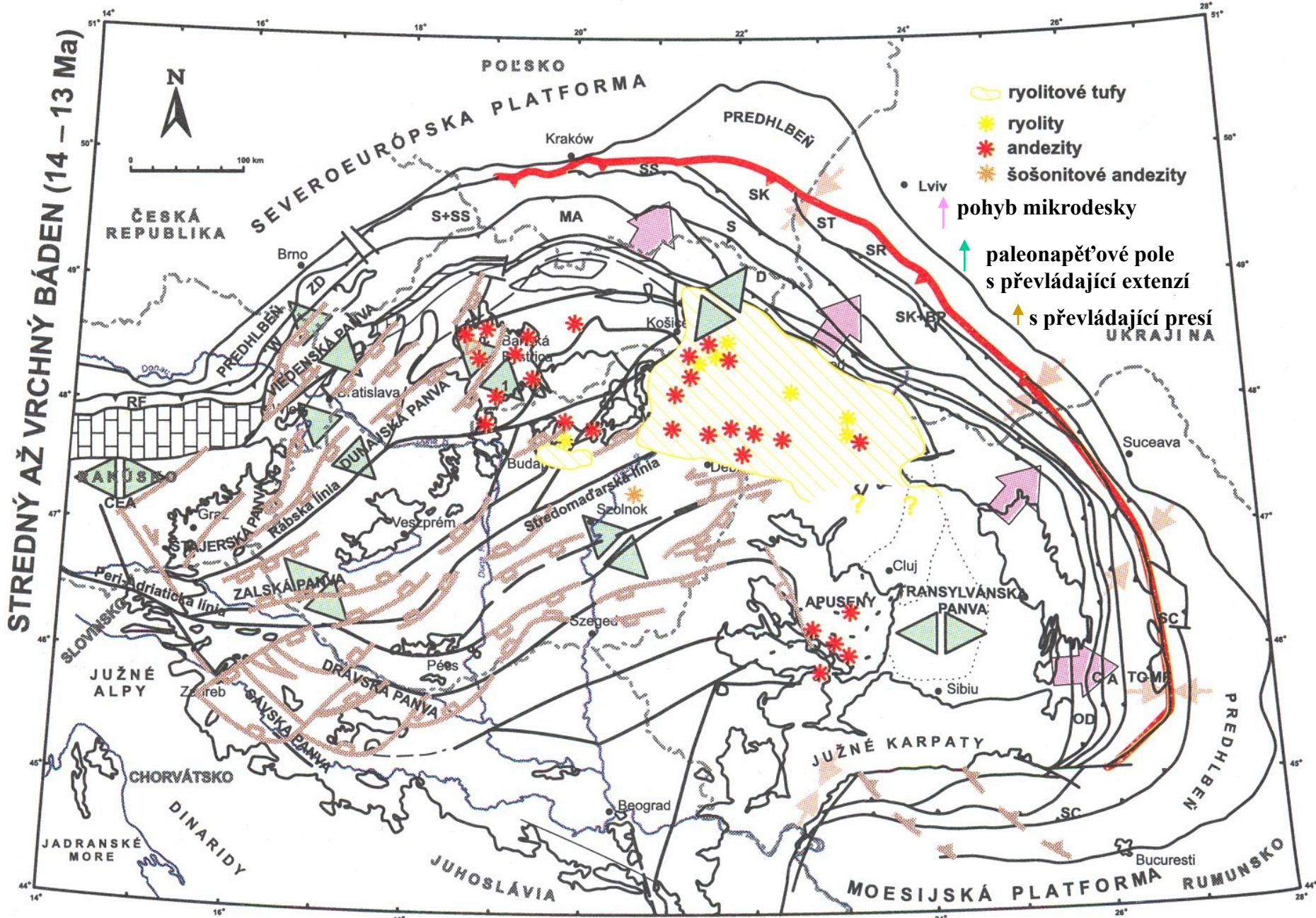


- ☐ zakryté
- ☐ na povrchu
- \* andezity
- ↗ pohyb mikrodesky
- ↗ paleonapětové pole s převládající extenzí
- ↗ s převládající presí
- ↗ aktivní příkrovy
- ↗ na místě
- ☐ spodné ryolitové tufy

**Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během eggenburgu-ottnangu (Kováč 2000)**

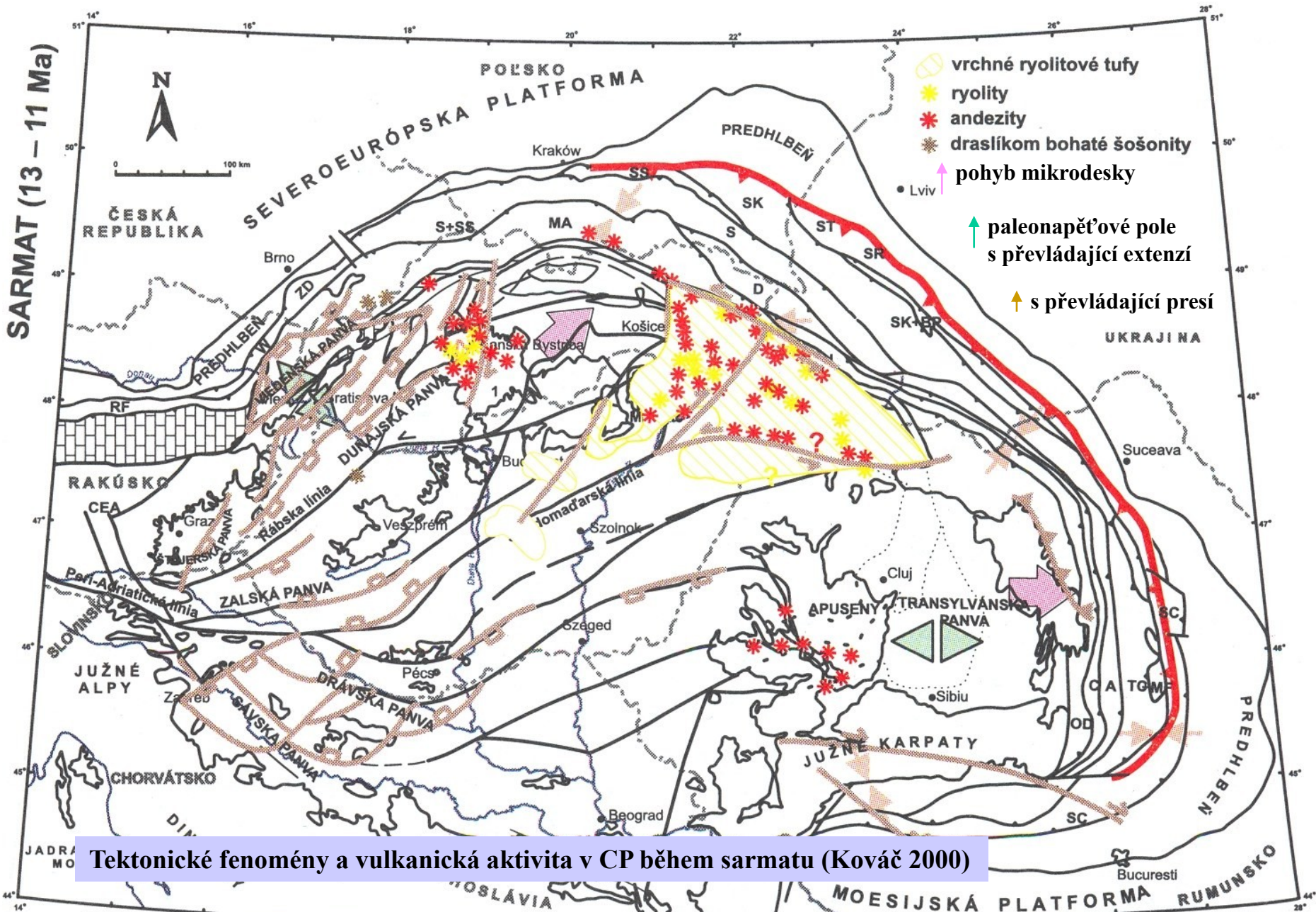


**Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během karpátu-spodního badenu (Kováč 2000)**

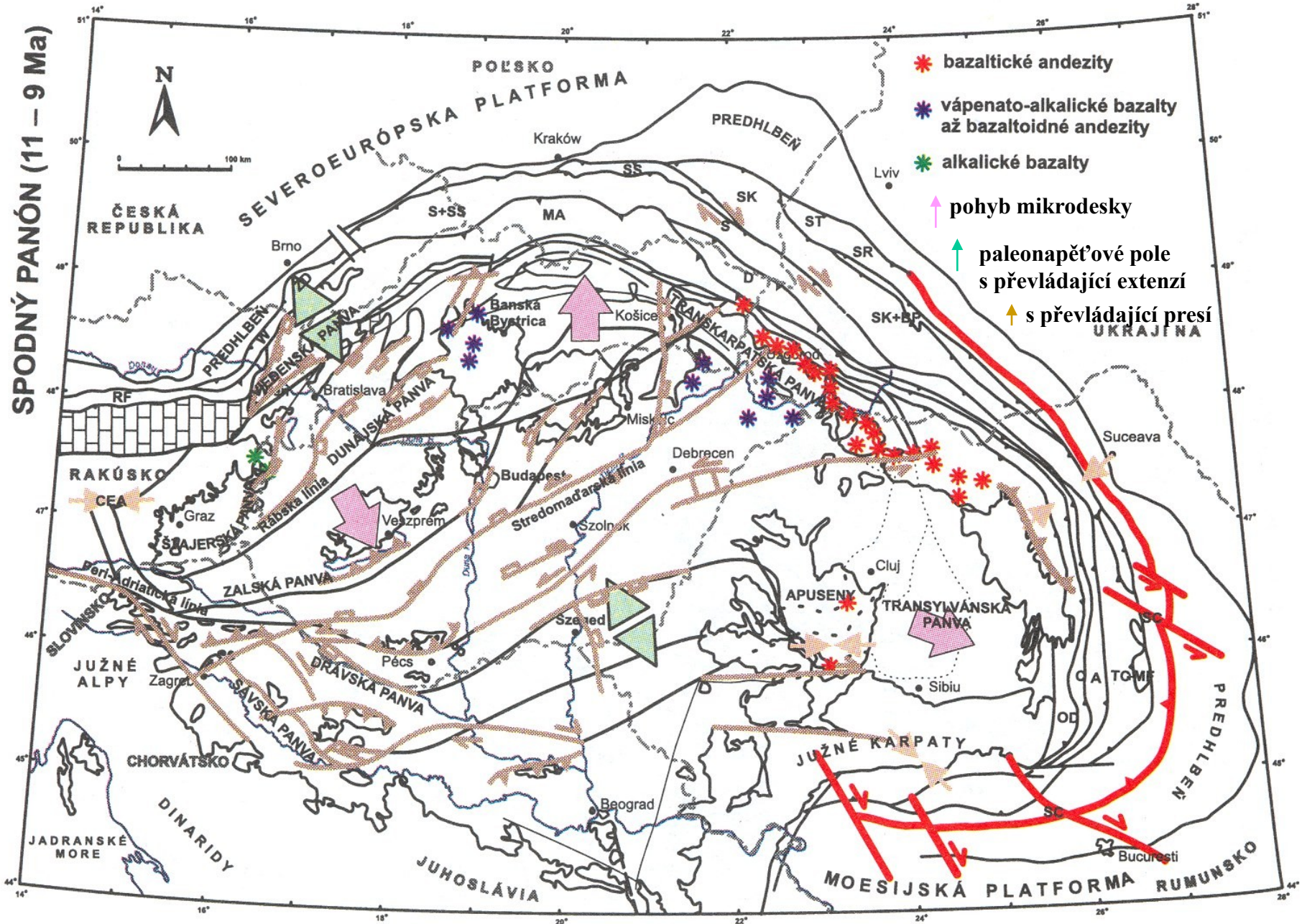


**Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během středního až svrchního bandenu (Kováč 2000)**

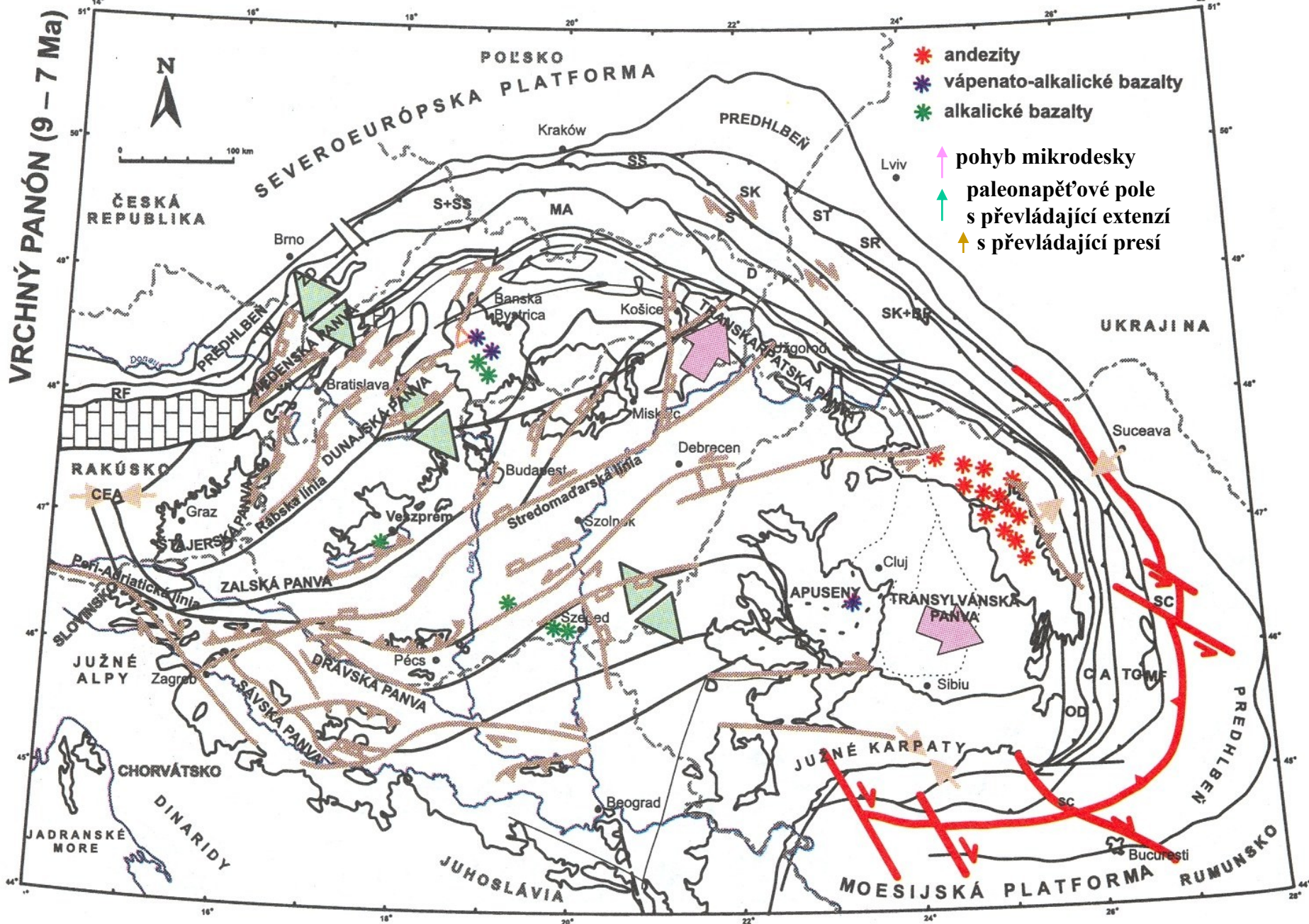
SARMAT (13 – 11 Ma)



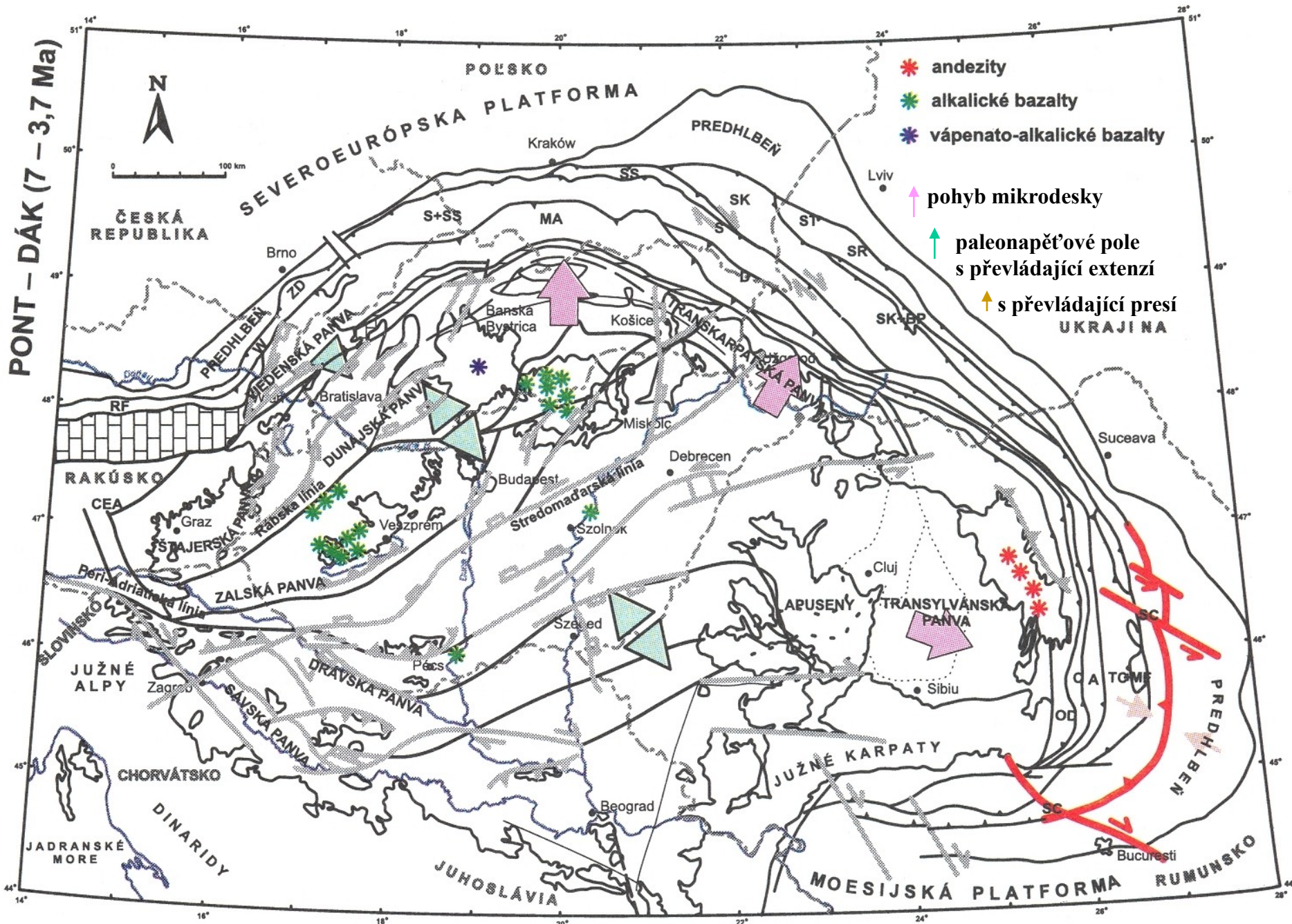
Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během sarmatu (Kováč 2000)



**Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během spodního pannonu (Kováč 2000)**

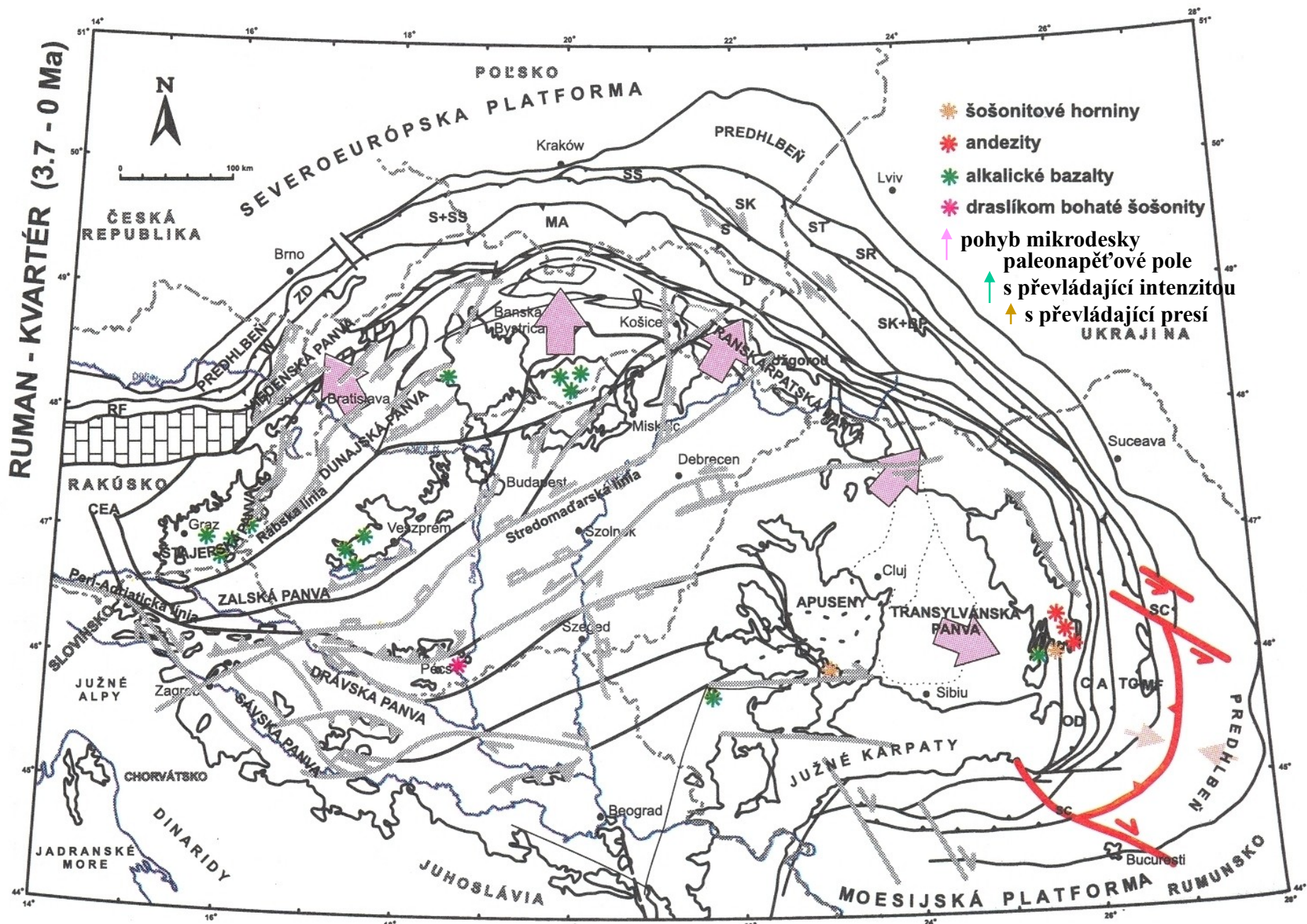


**Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během svrchního pannonu (Kováč 2000)**

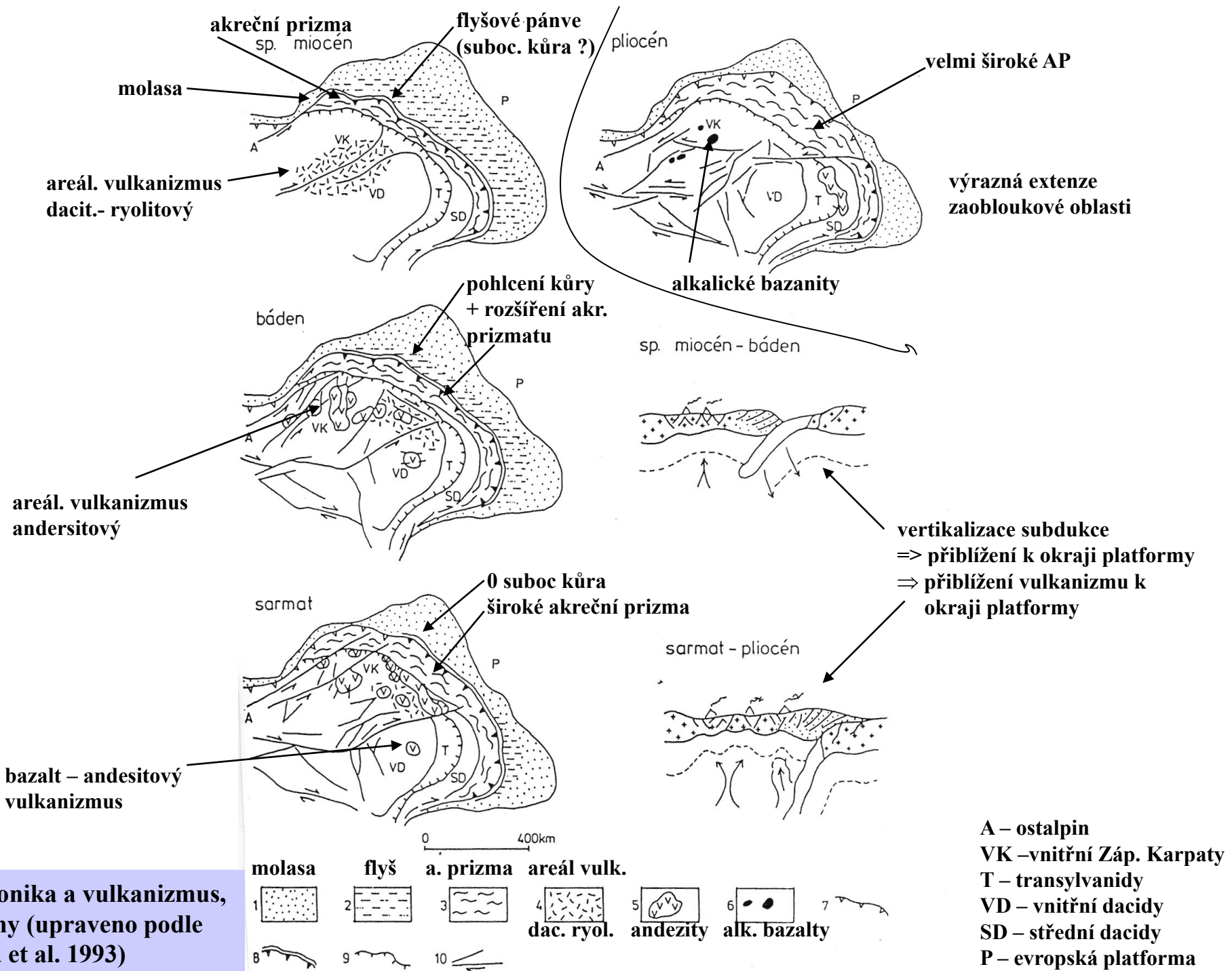


**Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během daku (Kováč 2000)**

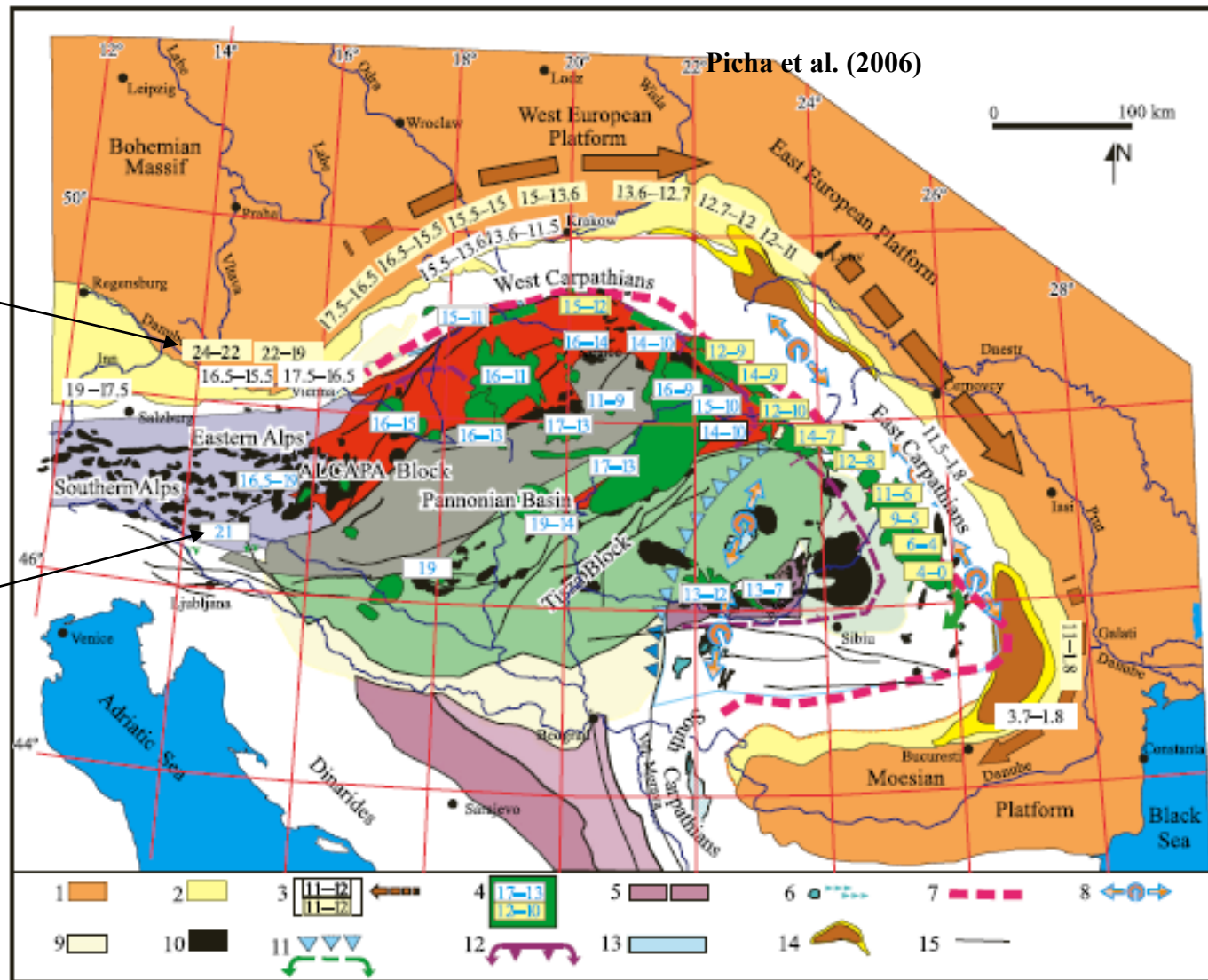




Tektonické fenomény a vulkanická aktivita v CP během rumanu-pliocénu-pleistocénu (Kováč 2000)



**Tektonika a vulkanismus, vztahy (upraveno podle Lexa et al. 1993)**



**Figure 6.** A summary figure with geophysical data, geological data, and speculative boundaries in the Carpathian–Pannonian region. Explanation: 1 = platform; 2 = Alpine and Carpathian foreland basin; 3a = last stage of foreland basin deposition (in Ma); 3b = last thrust movements of the Outer Carpathians (in Ma); 4a = age of intermediate calc-alkaline magmatics in Ma (Pecskay et al., 1995); 4b = age of linear volcanics in Ma (Pecskay et al., 1995); 5 = ophiolite complex; 6 = calc-alkaline magmatics (banatites; 90–60 Ma); 7 = location of the subducted passive continental margin indicated by magnetotellurics (Jankowski et al., 1979; Praus et al., 1981); 8 = platform area affected by isostatic rebound in reaction to slab break-off; 9 = hinterland areas affected by Neogene extension; 10 = magnetic anomalies of Alpine pre-Tertiary sources (Posgay, 1967; Airinei et al., 1983; Gnojek and Janak, 1986); 11 = zone of speculative slab break-off; 12 = marginal zone of thrust ophiolites in Carpathian basement (lower crust); 13 = remnant of the subducted oceanic lithosphere, including transitional lithosphere and adjacent part of passive continental margin in its northeast and south boundaries; 14 = maximal thickness of sediments; 15 = fault.

# **Paleogeografický vývoj Paratethydy**

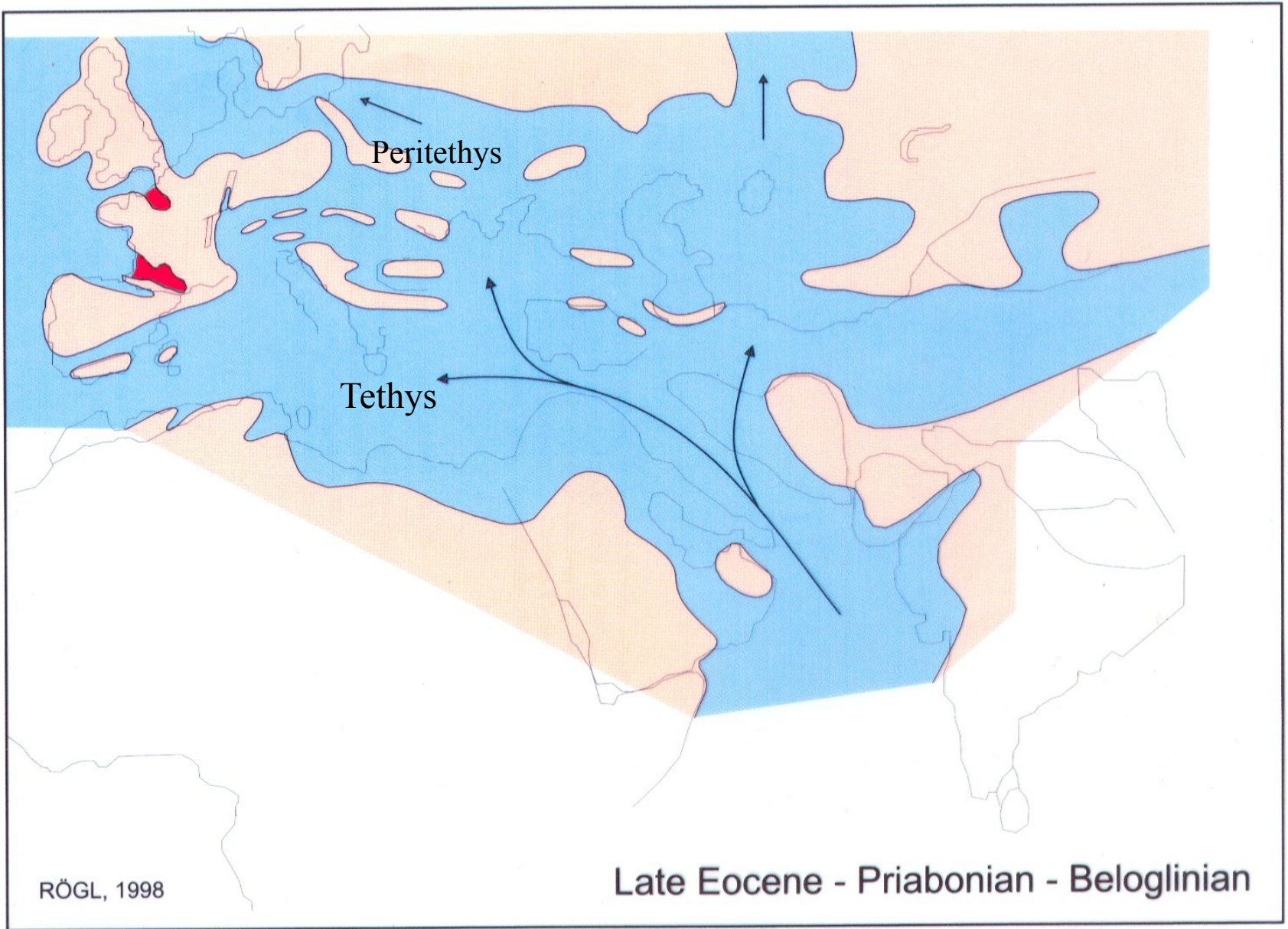
Eocén



**Eocene**

*spreading*





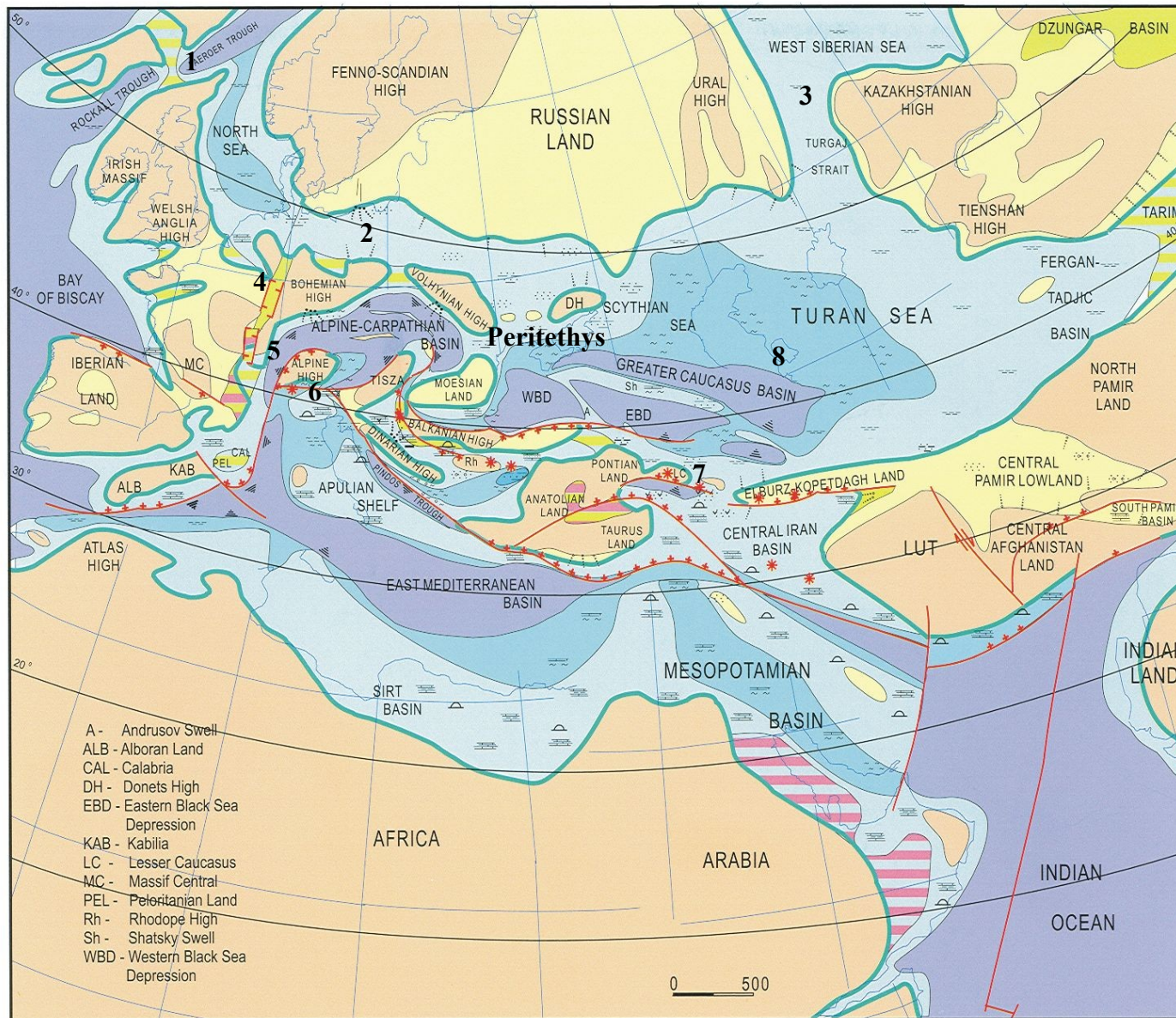
NP 18 – NP 20

priabon-beloglin

Late Eocene

37-34 Ma

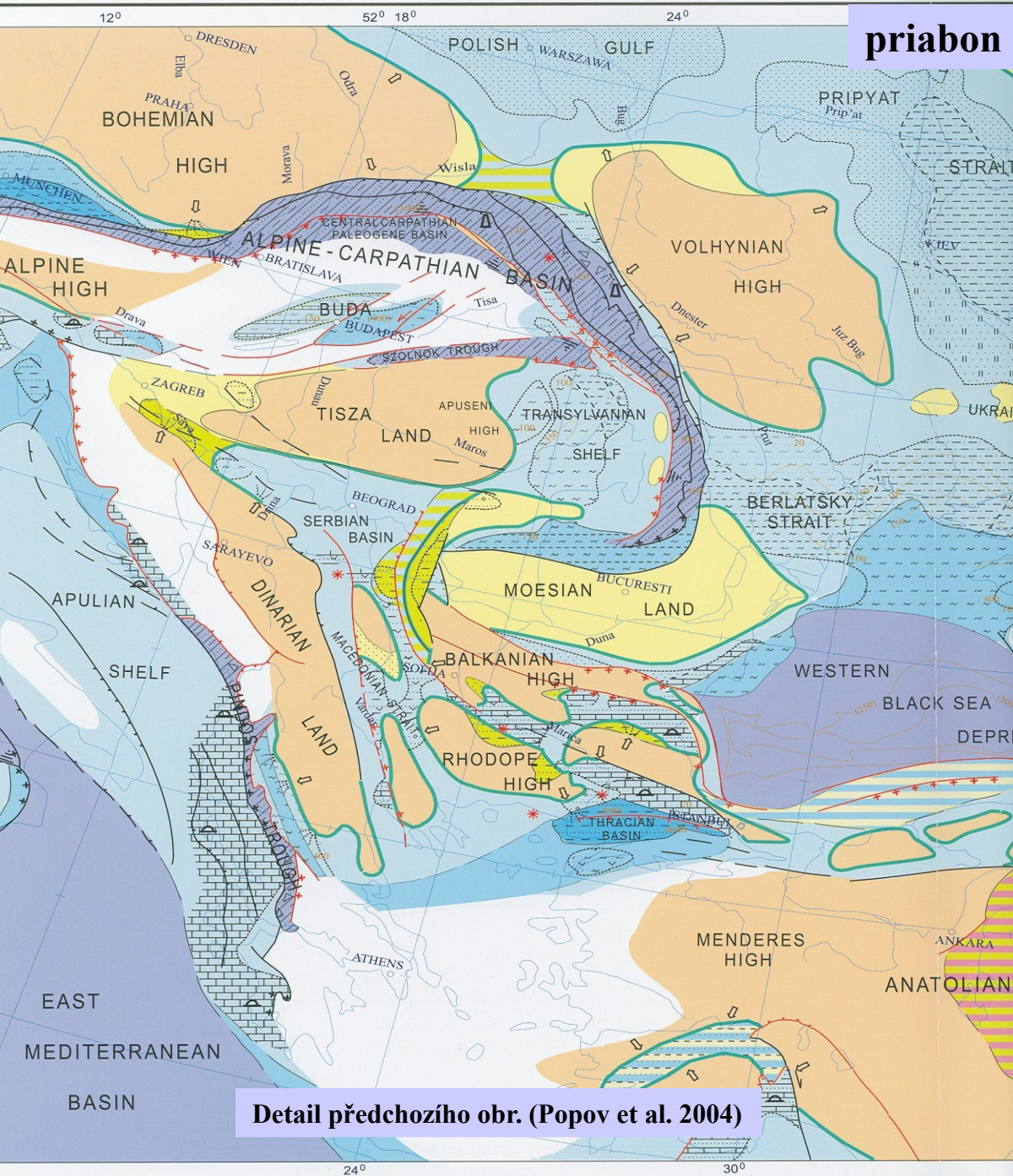
- 1 – žádné spojení Sev. moře – Atlantik
- 2 – pripjatská cesta
- 3 – turgajská cesta
- 4 – rýnský příkop, počátek rozevírání
- 5 – předalpské spojení
- 6 – slovinský koridor
- 7 – oblast rozsáhlé písčito-karbonátové sedimentace s nummuly (šelf Pontidy-M. Kavkaz-Elbruz-Kopet Dag)
- 8 – belogilinská p., trop. měkkýši



**V mediterránu:**  
kolize, korové zkrácení, pyrenejská fáze, řetěz ostrovů A-K-P-K, sedimentace: Záp. Předalpy, gosauská p., Karp. Flyš, helvetikum

**V závěru eocénu = eustatický pokles hladiny svět. oceánu**

- šelfové deprese
- mělký šelf
- hlubší šelf
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority



Paleogénní alpsko-karpatká pánev = hluboké trogy +/- oddělených dílčích pánví budoucích flyšových jednotek, flyš. sed malých mocností, nejvyšší eoén – karbonátová sed. = šešorské slíny, flyš. pánev v Karpatech = 200-500 km šířka, koncem eocénu začíná vrásnění (pohyb ALCAPA k SV podél transformních zlomů)

Jižně od této pánve ležela hlubokovodní pánev centrálně karpatského paleogénu a szolnocká pánev.

Budská paleogénní p. = severní část apulské šelfové zóny

transylv. p. = zaplňovaná vápencovou sedimentací (biogenní) + komunikace se srbskou p.

Předkarpaty široce propojené s Předkavkazím

Na Moravě: Žj- šešorské slíny („globiberinové“) - teplomilný foram.plankton

Pj – hnědé pouzdřanské slíny (čocky moutnických vápenců – *Solemya bachmayeri*, *Modiolus subcarinatus moutnicnesis*) – ekvivalent šešorských slínů

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority





**numulitový vápenec – charakteristická hornina  
eocénu mediterrání oblasti**



***Nummulites cf. fabianii* – svrchní eocén, typická mikrofosílie**

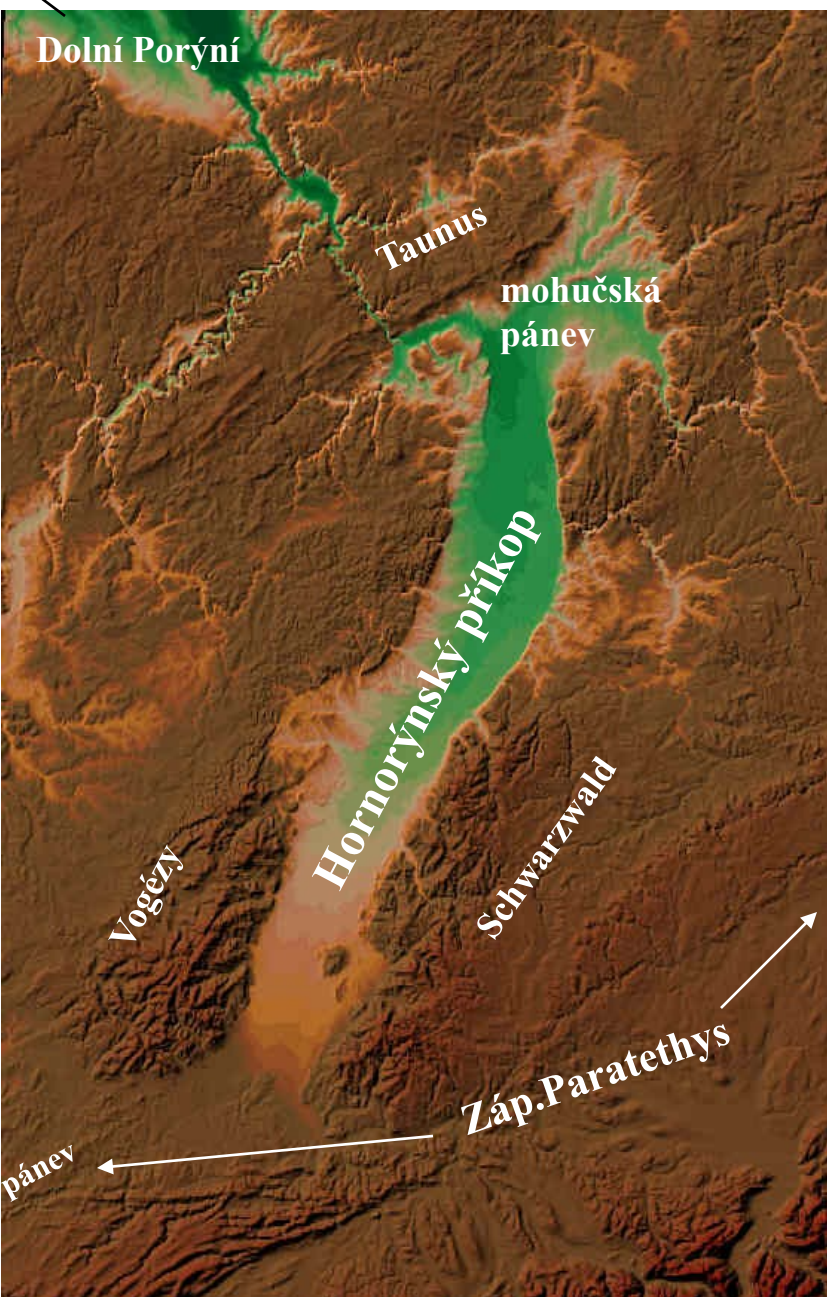
Oligocén



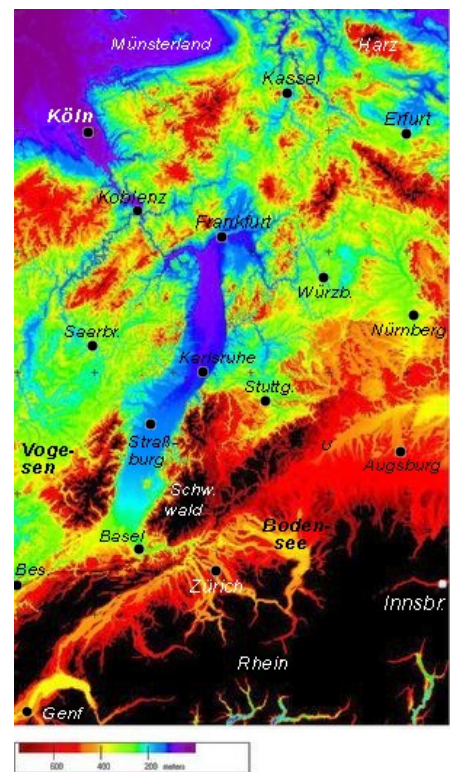
Im älteren Tertiär, vor ca. 35 Millionen Jahren, ragen bereits weitflächige Teile der Alpen aus dem Meer, während die Karpaten noch nicht zu Tage treten. Die Paratethys, das Molassemeer, reicht von der Rhônemündung in weitem Bogen über den Genfer See und das Alpenvorland in Bayern und Österreich nach Osten. Es bestehen breite Verbindungen zwischen Paratethys und Mittelmeer.

nach Rögl/Repp

Severní moře



Středozevní moře



C. Paratethys

**Hornorýnský příkop,  
významná evropská  
komunikace v oligocénu  
a spodním miocénu  
(severomořská pánev –  
mediterrán – C. Paratethys)**

# Early Oligocene

NP21/NP22

sp. rupel – sp. kiscell - pšek

34-32 Ma

-pokračuje výzdvih Alp, zúžení vodních cest (předalpské, slovinské), vyschnutí pripjatské a turgajské cesty, otevírání Rp pokračuje (spojení ZP se sev. mořem, ochlazení západní Evropy, migrace savců (MS)), „Grande Coupure“

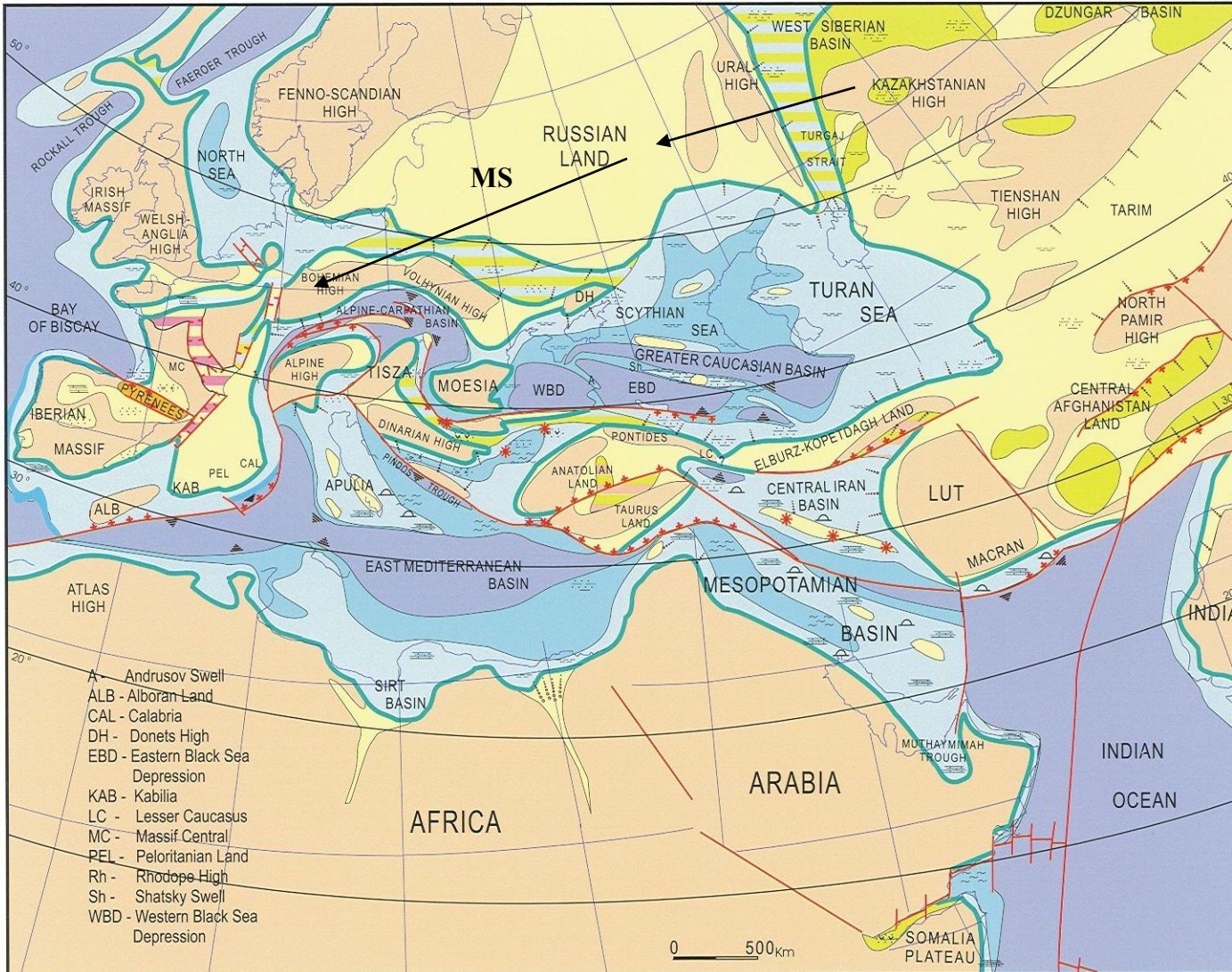
-separace Paratehydy,

-ochlazení, humidní klima s intenzivními srážkami => převaha estuariové cirkulace vod + prohloubení pánví => stagnantní vody = dysoxické až anoxické sedimenty

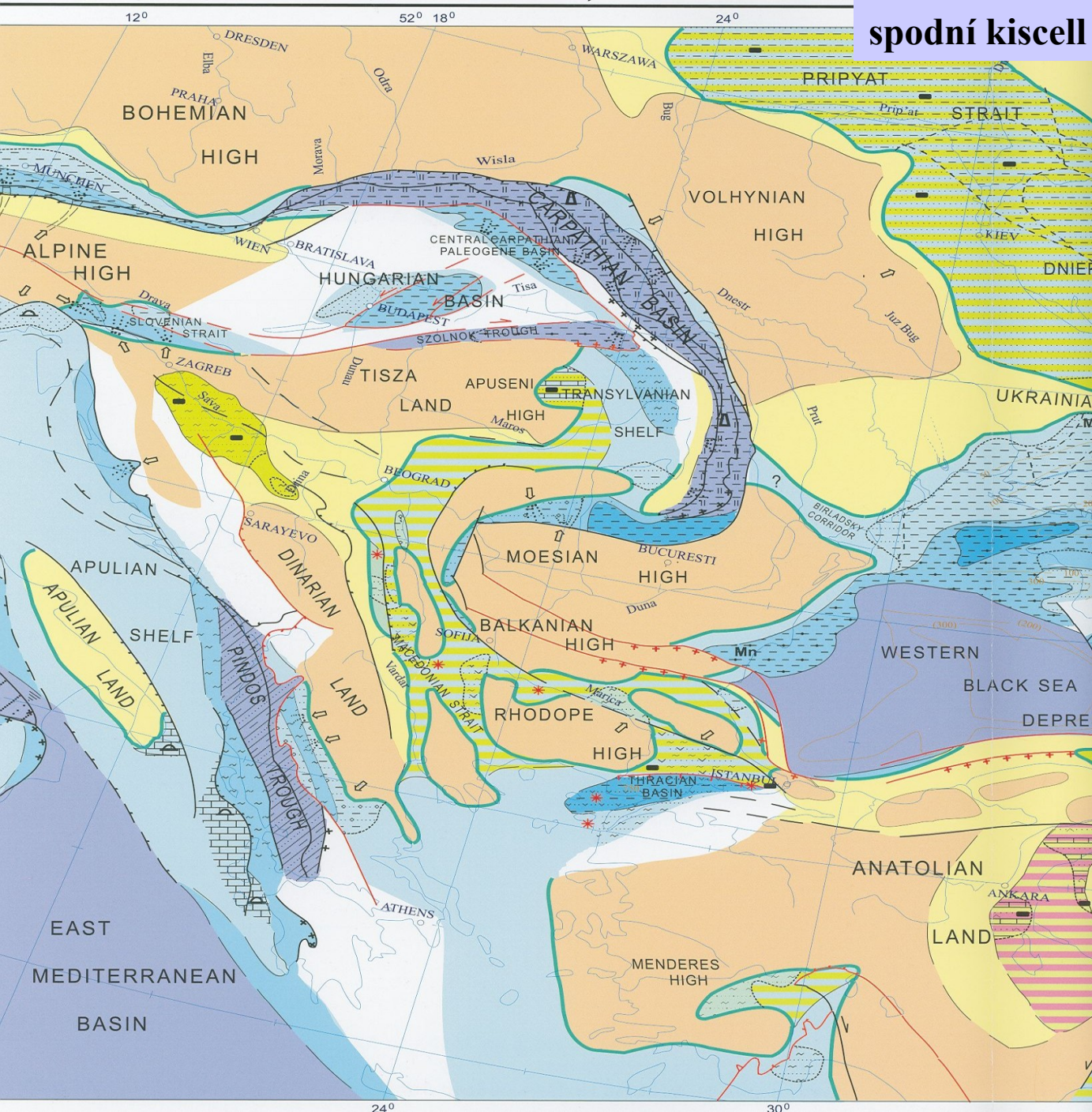
CP  
↓  
VP

menilitová + majkopská facie

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority



# spodní kiscell



-dysaerobní podmínky, v pánvích sedimentují:

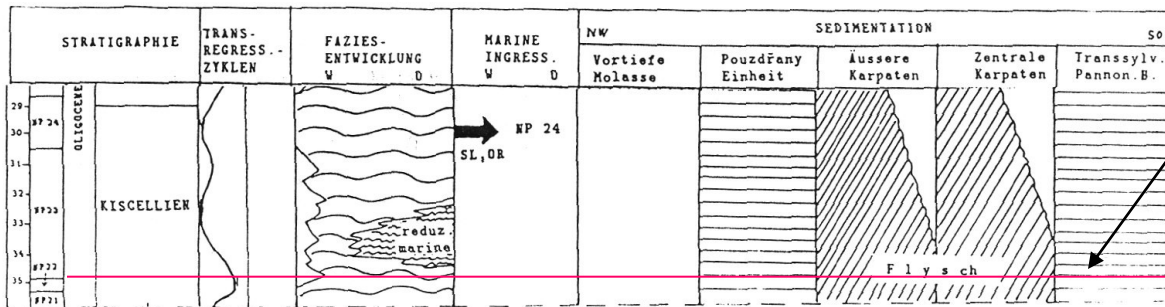
**ZP:**  
melettové vrstvy (Předalpy), tmavé břidlice s pyritizovanými nikrofos. glarnské vrstvy (Šv., Rak.-ropa)

**CP:**  
pouzdránské vrstvy  
menilitové souvrství (Mor., Pol.)  
dysodilové břidlice (Rum.)

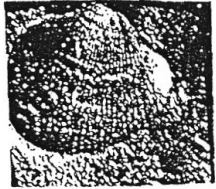
tardské jíly (Maďarsko) se 2 horizonty pteropodů

**VP:**  
pšeská pánev (chadumské s., laminované jíly + rybí zbytky), dysaerobní podmínky + siřníková kontaminace vod = obrovské koncentrace Mn rud, endemismus měkkýšů

-  mělký šelf
-  hlubší šelf
-  šelfové deprese
-  k. svah a dna pánví
-  brakická oblast
-  sladkovodní oblasti
-  nížiny
-  výšiny
-  hory
-  evapority



První výrazná izolace Paratethydy („*C. lipoldi* event“ v tardských jílech Maďarska)



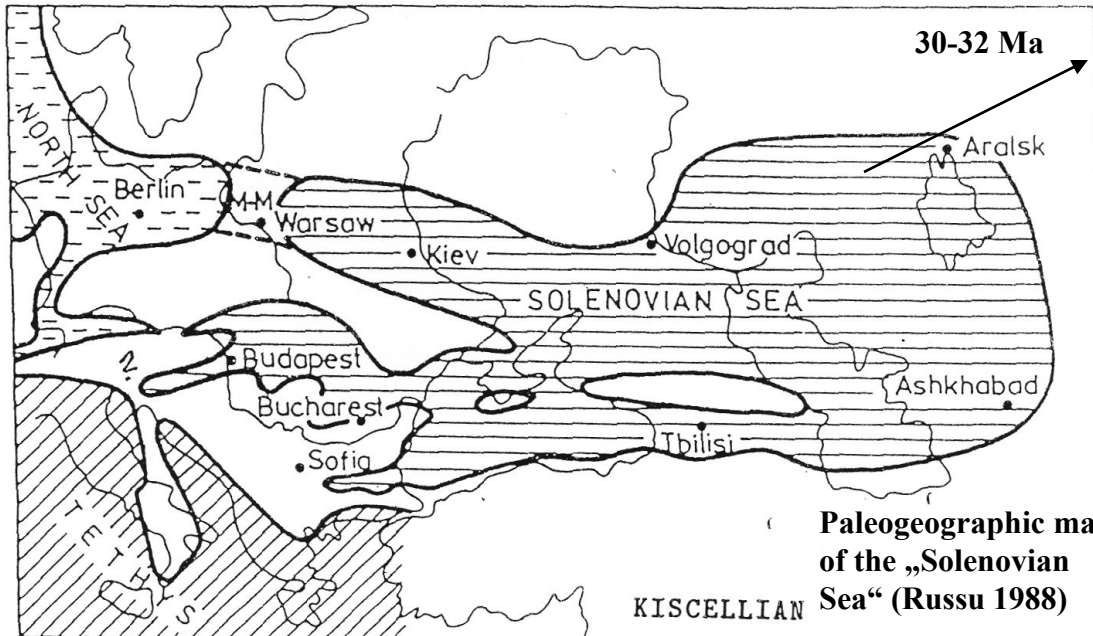
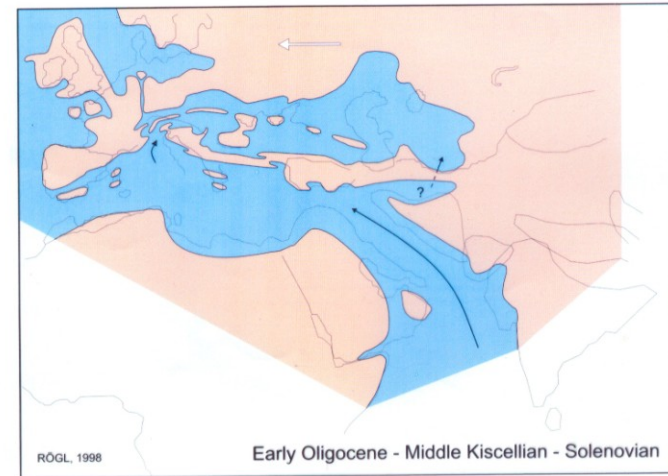
*Cardium lipoldi*  
Rolle



*Kiscellima cancellata*  
Hofmann



*Ergenica cimlanica*  
Popov



Vrcholí izolace P, spojení Mediterránu s Indopacifikem nepřerušeno, solenovské moře, ve VP anoxie (tmavé nevápnité jíly s endemickými mlži – *Ergenica*, *Janschinella*, *Nucula*). CP komunikuje omezeně jen na západě (?), předalpská pánev v Savojsku s mediterránem a krátce dochází i k transgresi přes hessenskou, mohučskou pánev a rýnský příkop, pokračují dysaerobní podmínky => pokračuje ukládání melettových vrstev, menilitového souvrství (stratifikace vodního sloupce, vliv sladkých vod) i tardských jílu, obdobné podmínky i v transylvánské p.ánvi (= slovinský koridor uzavřen (?))



V celé P podmínky redukované salinity, chladných vod a dysaerobního prostředí u dna



**Late Oligocene-  
Early Miocene**







Gegen Ende des Alttertiärs, vor 25 Millionen Jahren, fällt das westliche Molassebecken vorübergehend trocken, das Meer reicht von Osten her ungefähr noch bis München.

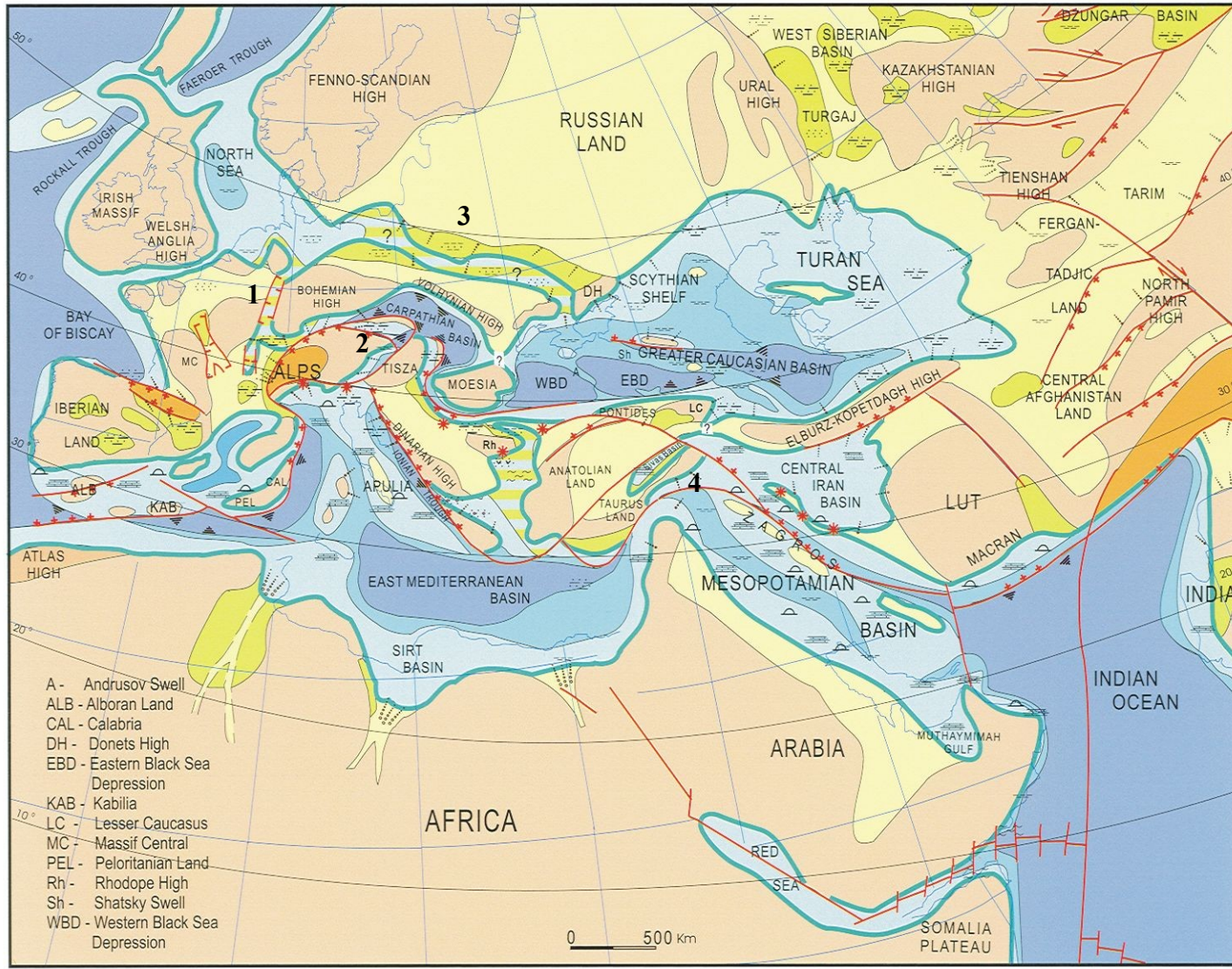
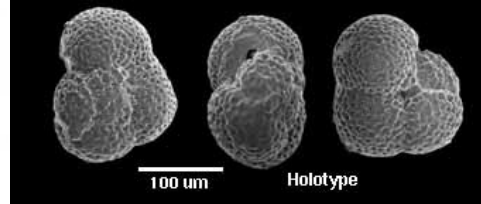
nach Rögl/Repp.

# NP24-NP25

# Late Oligocene

Sv. rupel – chatt, sv. kiscell – sp. eger, kalmyk

29 - 24 Ma



*Globorotalia opima opima*  
*Miogypsina septemtrionalis*

- 1-rýnský příkop
- 2-slovinský koridor
- 3-pripjatská cesta- uzavřena
- 4 – spojení s Indopacifikem

-obnovení mořské sedimentace,  
-lepší okysličení pánví,

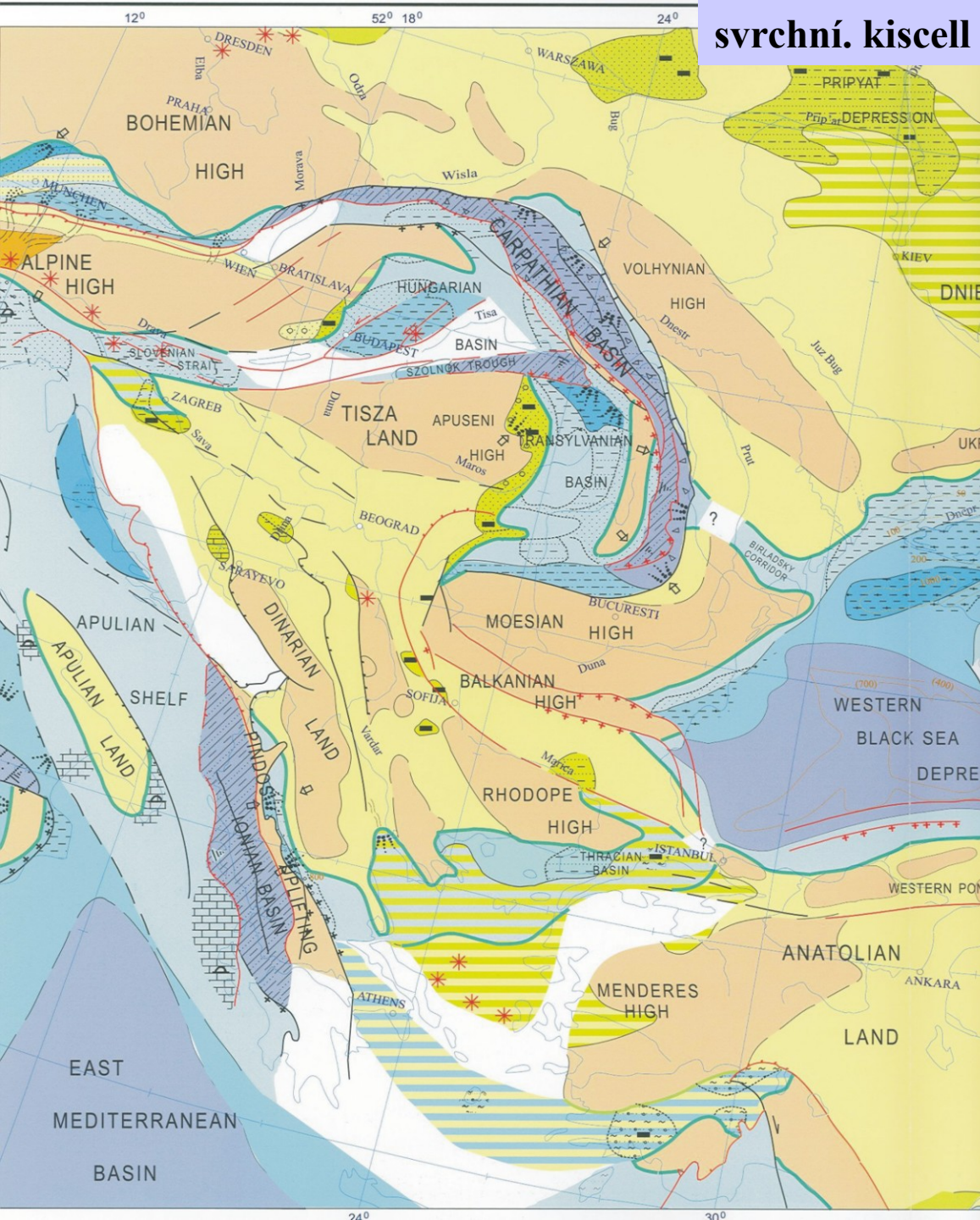
Závěrem oligocénu končí komunikace šv. a bav. molasy = paralicke uhelná pánev + sedimentace tzv. spodní sladkovodní molasy

VP – stále silná izolace=  
pokračování majkopské f.

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory

0 500 Km

## svrchní. kiscell



### Karpaty:

Závěr sedimentace menilitového souvrství a nástup krosněnské facie (obnovení flyšoidní sedimentace)

V maďarské pánvi nasedají transgresivně na tardské jíly kiscellské jíly a sedimentace pokračuje nepřerušene až do egerského souvrství. Vliv mediterránu je doložen faunou velkých foraminifer (*Miogypsina*, *Lepidocyclina*) a mlžů (*Flabellipecten*, *Glycimeris*).

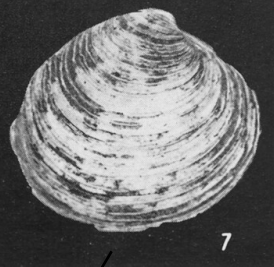
Podél středomaďarské linie nastupuje andesitový vulkanismus

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory

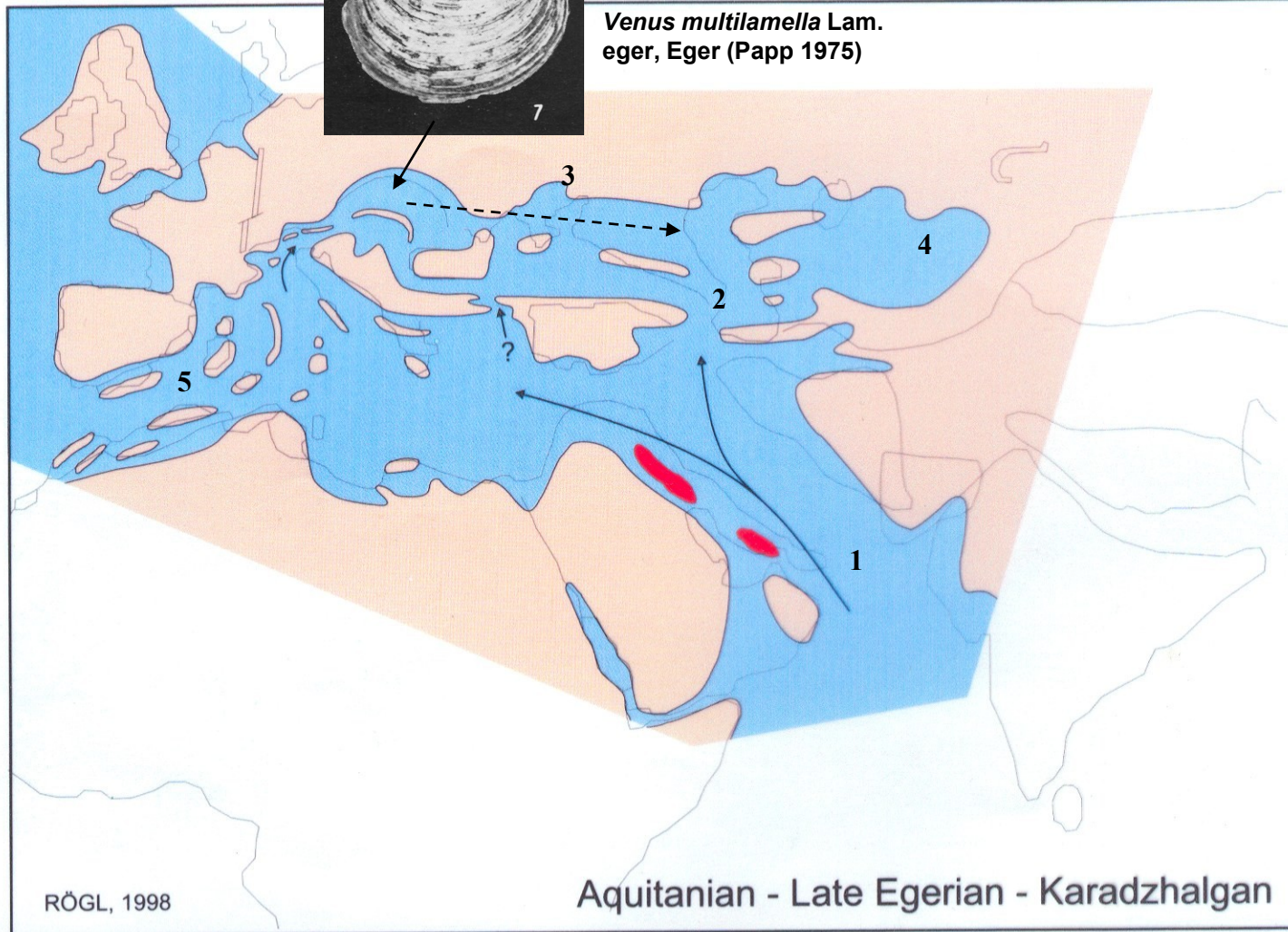
Miocén

Eger

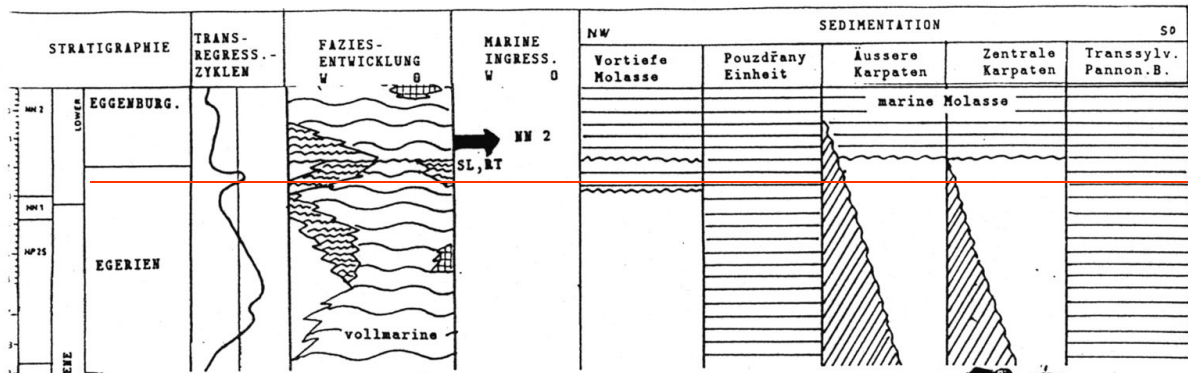
NN1– NN2 23.8 – 20.5 Ma



*Venus multilamella* Lam.  
eger, Eger (Papp 1975)



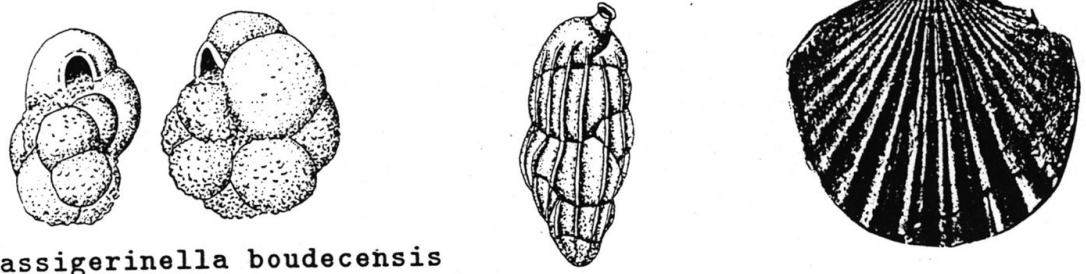
Široké spojení Mediterrán-Paratethys-Indik (1) => rozšíření teplomilné fauny. Podél zlomu Rudého moře vznikají hluboké grabeny, rozevívá se i cesta k severu do VP (2, mělkovodní sedimenty s miogypsinami a amphisteginami). VP – transgrese i do dněpersko-doněcké pánve (3) a k V do Kyzylkumu a Turkmenie (4). Žádné severní vlivy v celé P. Četní immigranti ve VP jsou podobní egerské fauně CP (např. *Venus multilamella*)  
V Apeninské oblasti rotace ve směru hod. ruč. + tvorba příkrovů. Záp. Mediterrán = tvorba protáhlého ostrovního řetězce (5).



CP:

- problém egeru jako stupně,
- klastická sedimentace bez přerušení z oligocénu
- biogenní vápence bretského souvrství (jižní Slovensko) – *Miogypsina gunteri*, *Lepidocyclina morgani* (akvitánské stáří)

Měkkýší fauna uniformní od molasových pánví až do Transylvánie (*Pecten*, *Venus*, etc.)



*Cassigerinella boudecensis*

Pokorný

*Uvigerina hantkeni*

C.-E.

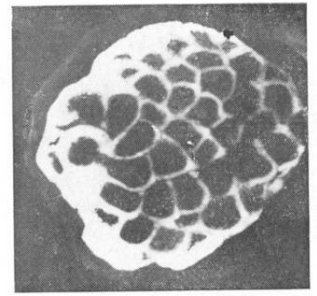
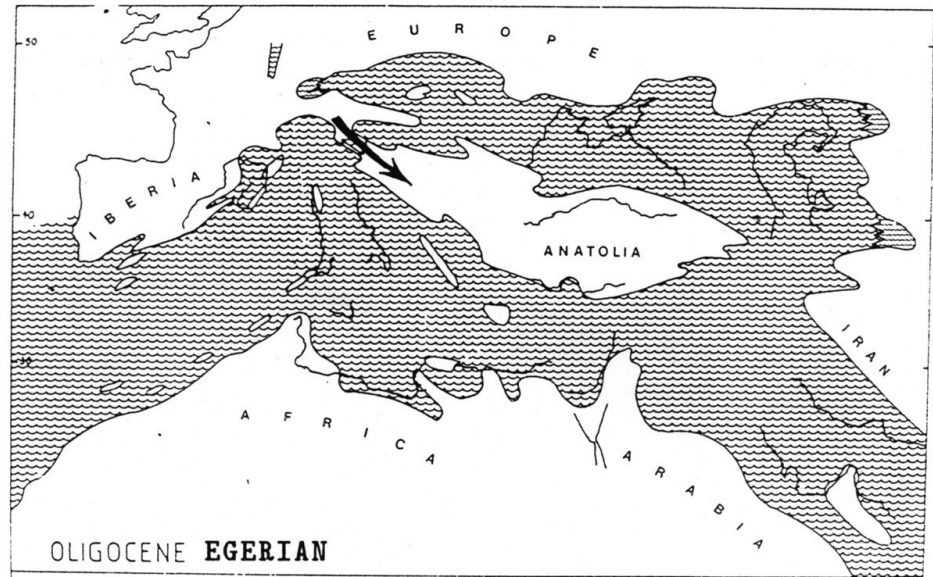
*Pecten burdigalensis*

Lam.

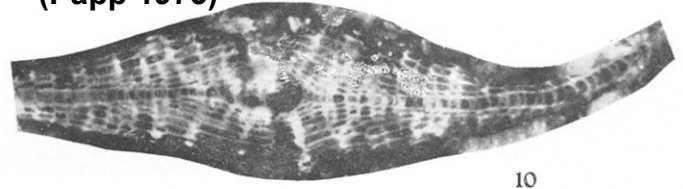
Morava: Závěr flyšové sedimentace ve zvedajících se trozích, konec pelitů menilitového s., nastupuje krosněnská facie (slezský prostor – krosněnské souvrství, podslezský – ženklavské s. ždánický – ždánicko-hustopečské s.)

V pouzdřanském prostoru – uherčické s. a boudecké s. – neflyšové vývoje.

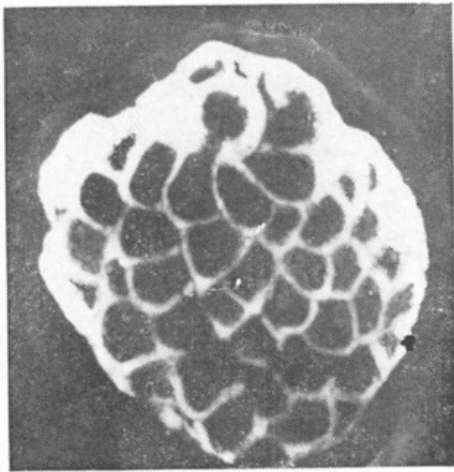
Kp – malešovické v., ? žerotické v.



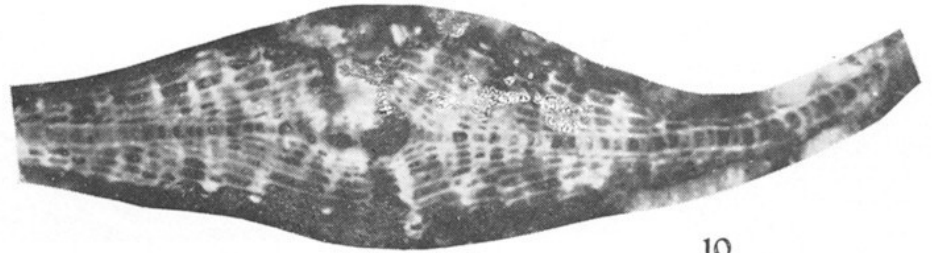
*Miogypsina gunteri* Cole, eger, Bretka (Papp 1975)



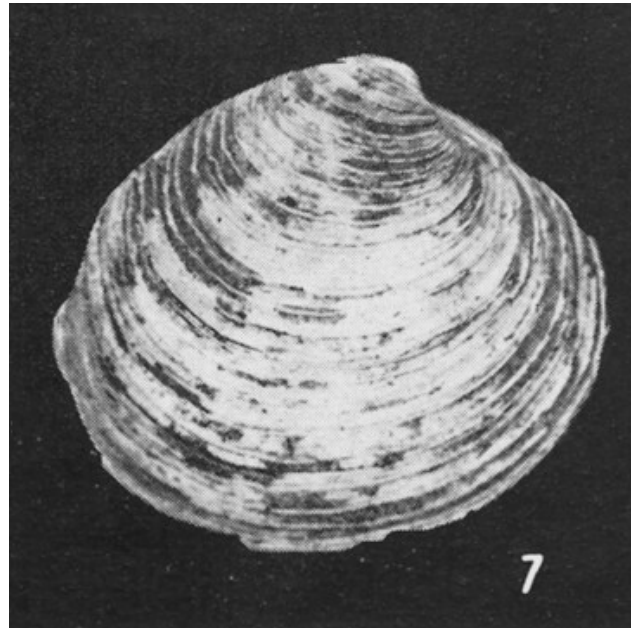
*Lepidocyclina morgani* Lem. et Douv. eger, Bretka (Papp 1975)



*Miogypsina gunteri*<sup>5</sup>  
Cole, eger, Bretka  
(Papp 1975)



10  
*Lepidoccyliina morgani* Lem. et Douv.  
eger, Bretka (Papp 1975)



7  
*Venus multilamella* Lam.  
eger, Eger (Papp 1975)

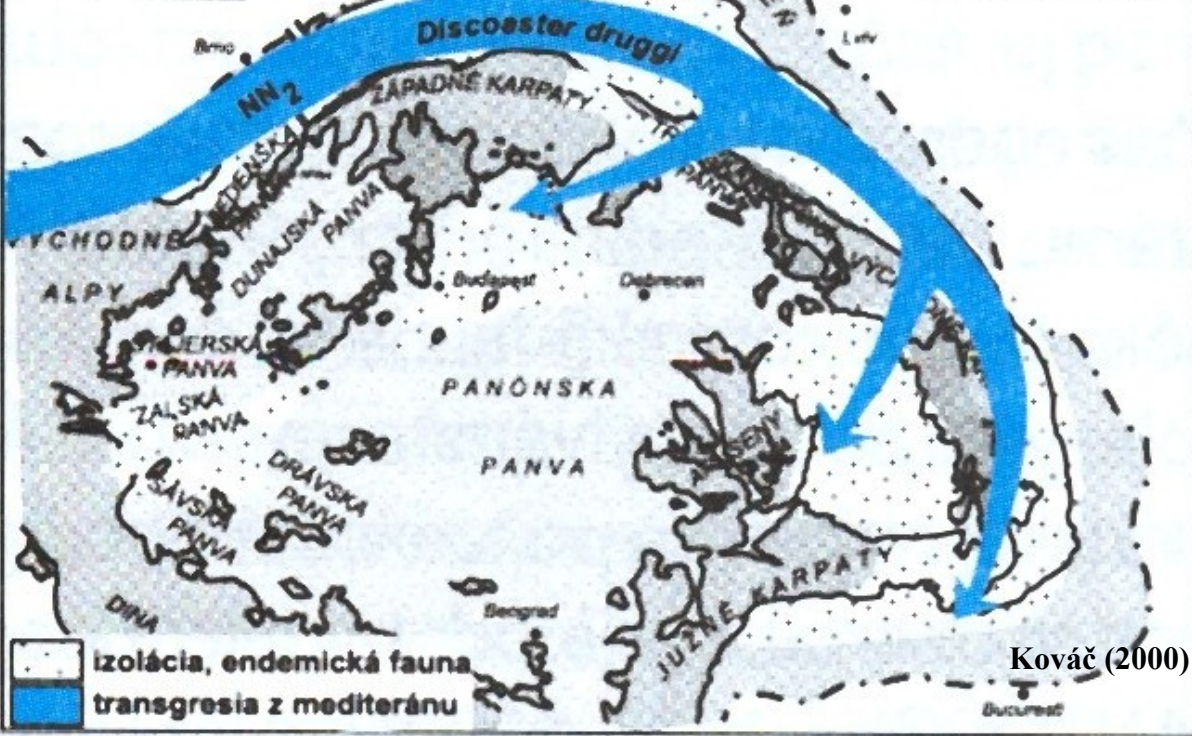
vrchný eger - spodný egenburg  
( 23 - 21 Ma )



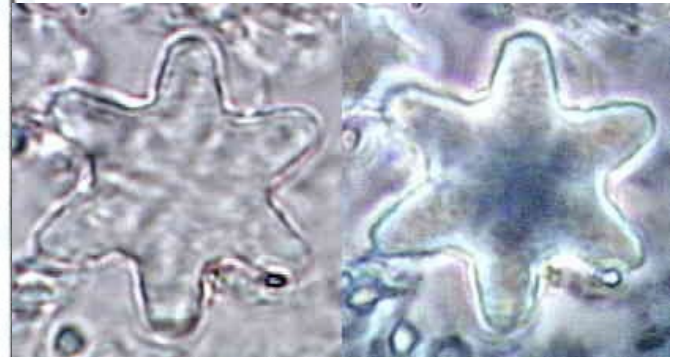
0 100 km

NN<sub>1</sub> - izolácia  
NN<sub>2</sub> - spodná časť

*Discoaster druggi*



Kováč (2000)



*Discoaster druggi* Braml. et Wilc., miocén,  
Mexický záliv (Foto: Crystal Calcite Palace,  
2007)



eggenburg



Noch einmal besteht nördlich entlang des ganzen Alpenbogens über das Rhôneetal eine Verbindung des Molassemeeres zum Mittelmeer bei Marseille.

nach Rögl/Repp

# Early Miocene

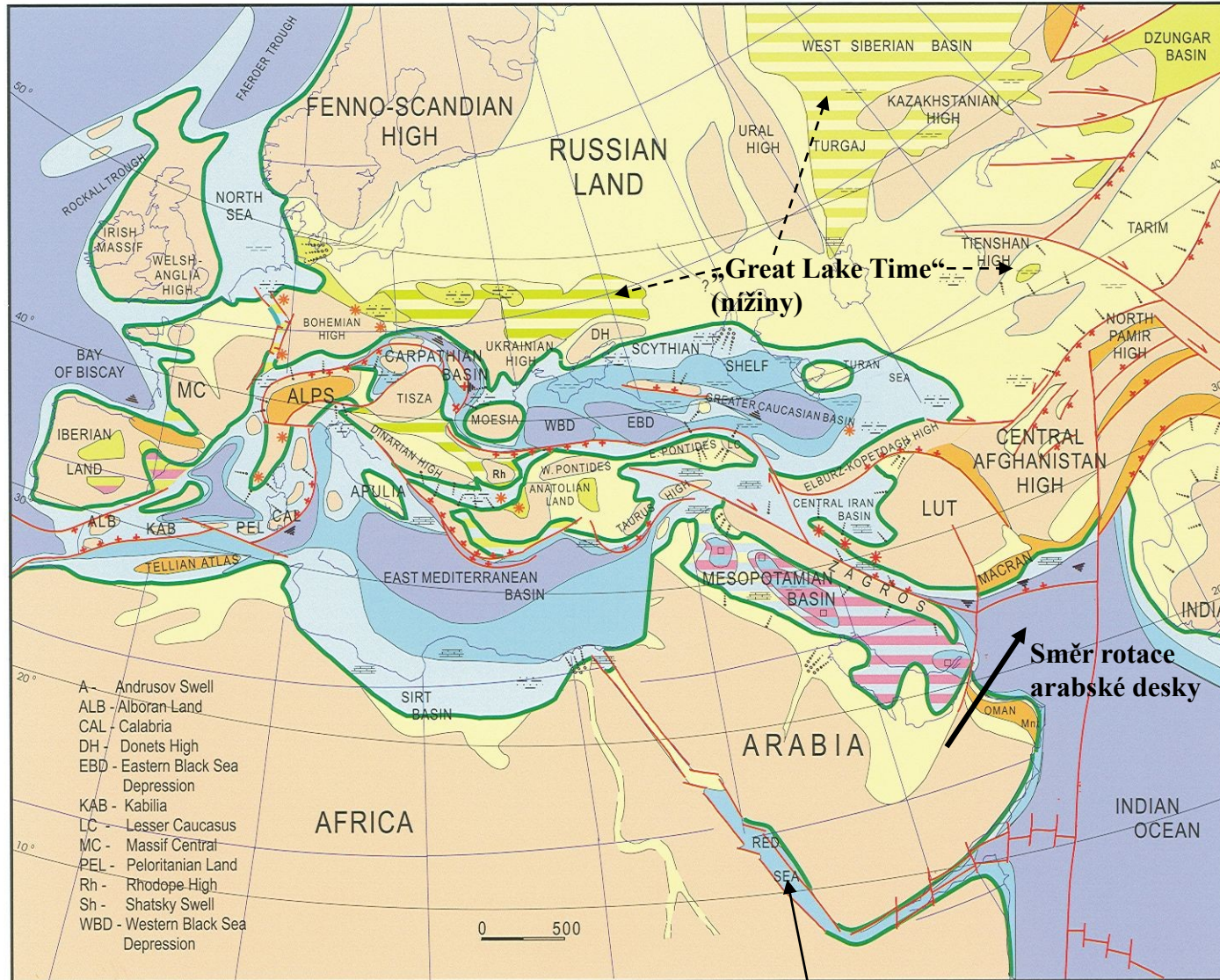
20,5-19 Ma

NN2/NN3

sp. burdigal – eggenburg - sakaraul

Teplé klima (Mi-1), plně marinní sekvence v celé CP, spojení s Indikem, (vztahy měkkší fauny: Mediterrán-CP-Irán, korály asmarských vápenců v Iránu: Mediterrán-Indik )  
 ⇒ Od Gruzie do transylvánské p. přes CP do bavorské molasy – horizont s *Chlamys gigas* (je uváděn dokonce i z Pacifiku)  
 ZP- konec spodní sladkovodní molasy a marinní sedimentace i v rhonské pánvi

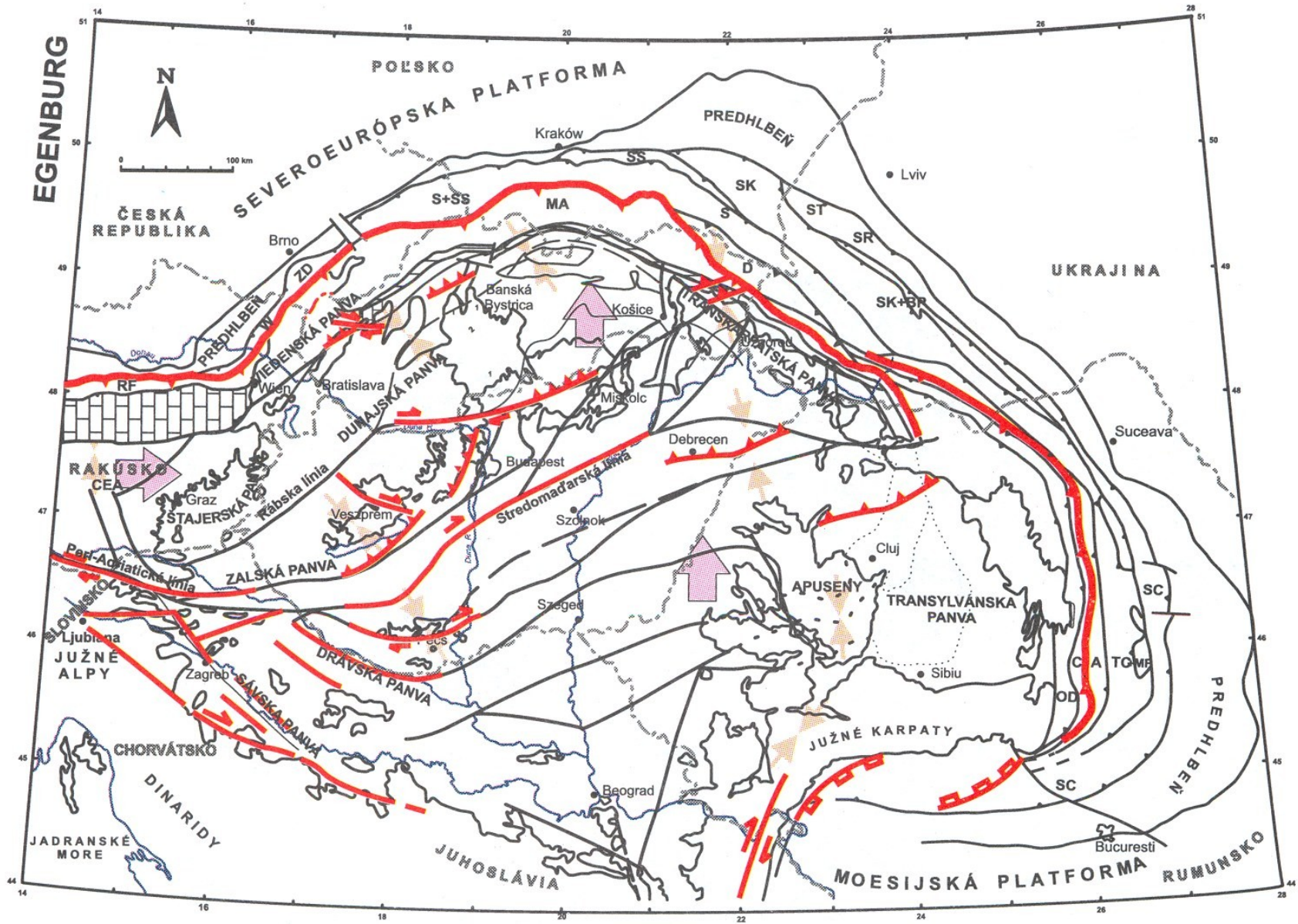
Ekvivalenty:  
 svrchní mořská molasa (ZP) boudecké + poljanické + svrchní krosněnské s. (CP vnějšík) sp. lužické s. (Vp)



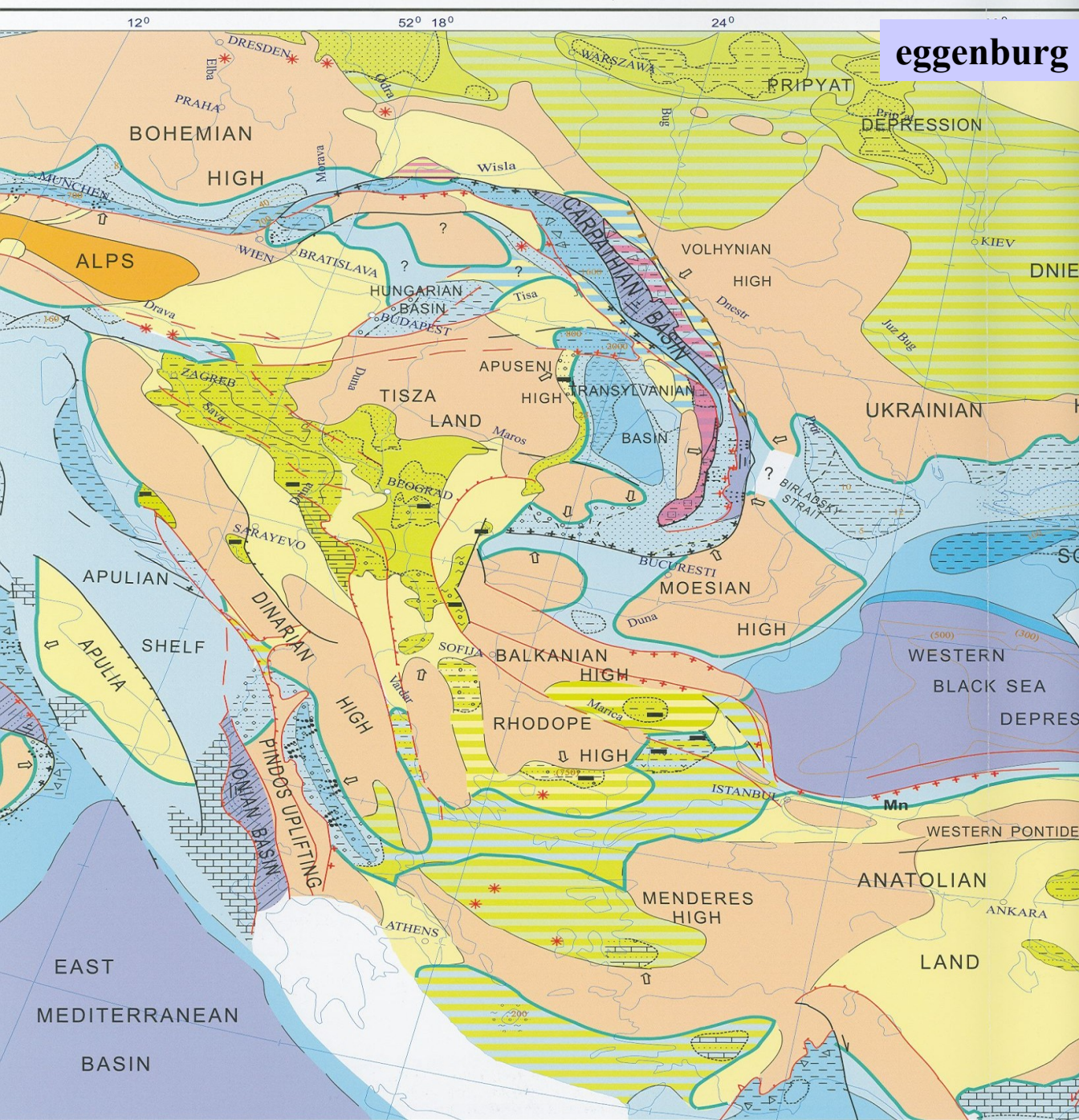
- A - Andrusov Swell
- ALB - Alboran Land
- CAL - Calabria
- DH - Donets High
- EBD - Eastern Black Sea Depression
- KAB - Kabilia
- LC - Lesser Caucasus
- MC - Massif Central
- PEL - Peloritian Land
- Rh - Rhodope High
- Sh - Shatsky Swell
- WBD - Western Black Sea Depression

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánvi
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

otevírání Rudého moře



Hlavní tektonické fenomény karpatsko-panonské oblasti v eggenburgu (Kováč 2000)



## eggenburg

ZP:

Konec sedimentace spodní sladkovodní molasy, propojení ZP-VP podél Alp

CP:

Ve svrchním eggenburgu silné atlantské vlivy (mechovky, imigranti ze západu),

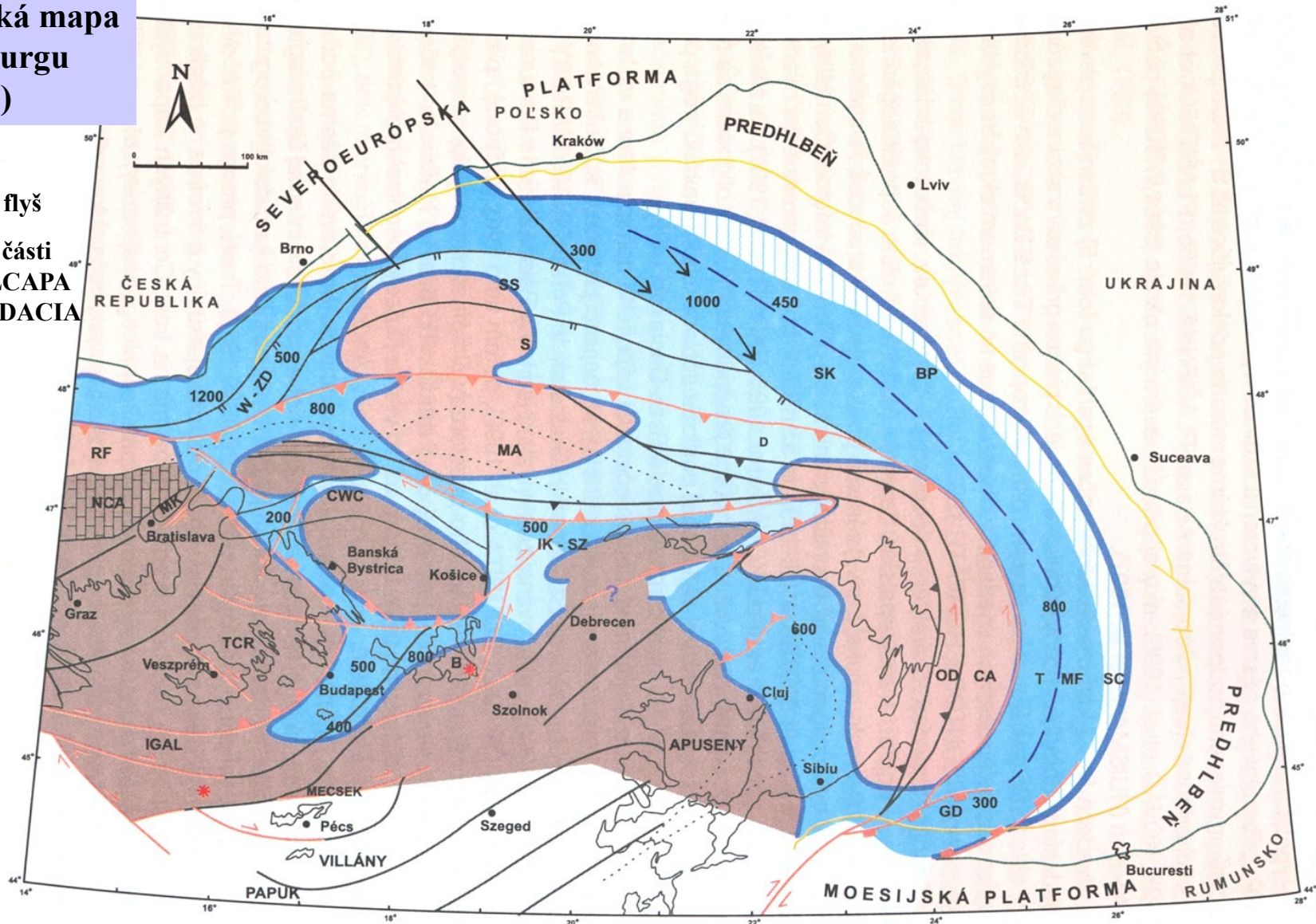
V karpatských pánvích dozívá flyšová sedimentace (krosněnská fac.) trogy se zvedají – Žj (šakvické s.), Pj –závěr sedimentace boudeckých slínů

Vzniká Kp na Moravě (Znojensko-dunajovické p., čejkovické p., dobropolské j.), jednotný sedimentační prostor s Vp (sp. lužické s.) a Dp = nedokonalá separace pánví

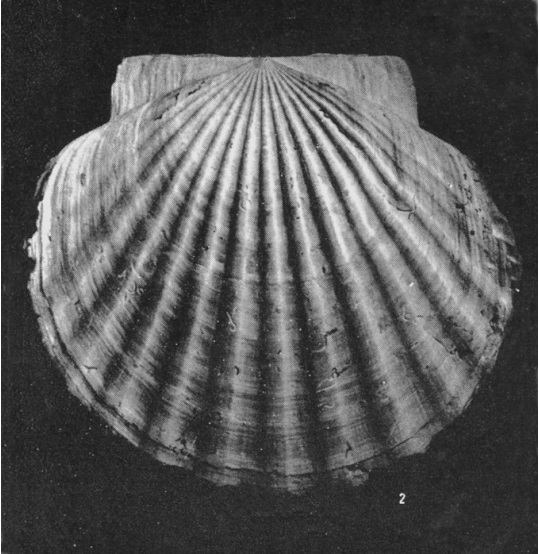
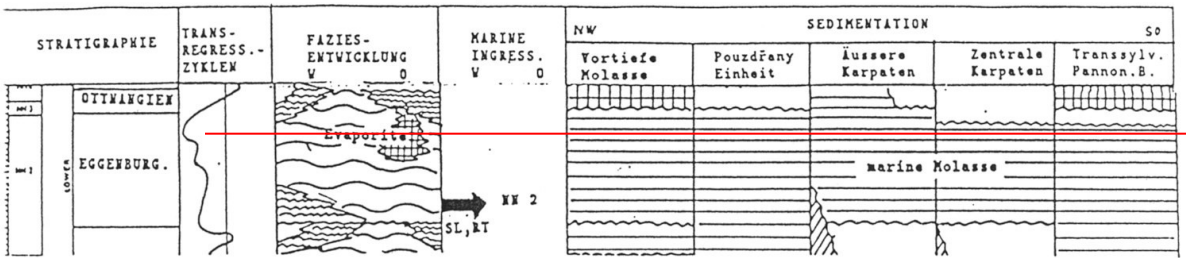
- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

# Palinspastická mapa CP v eggenburgu (Kováč 2000)

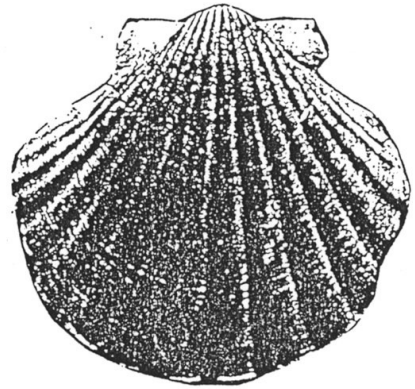
- moře
- vynořený flyš
- vynořené části  
desek ALCAPA  
a TISZA-DACIA



- Viz: - M + S + SS jednotky vynořené  
 - jižní poloha Centrálních Západních Karpat  
 - předhlubeň na Moravě a Vp. nejsou individualizovány (waschbersko-ždánická oblast nevynořena)



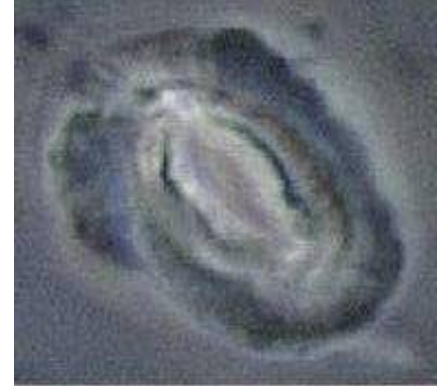
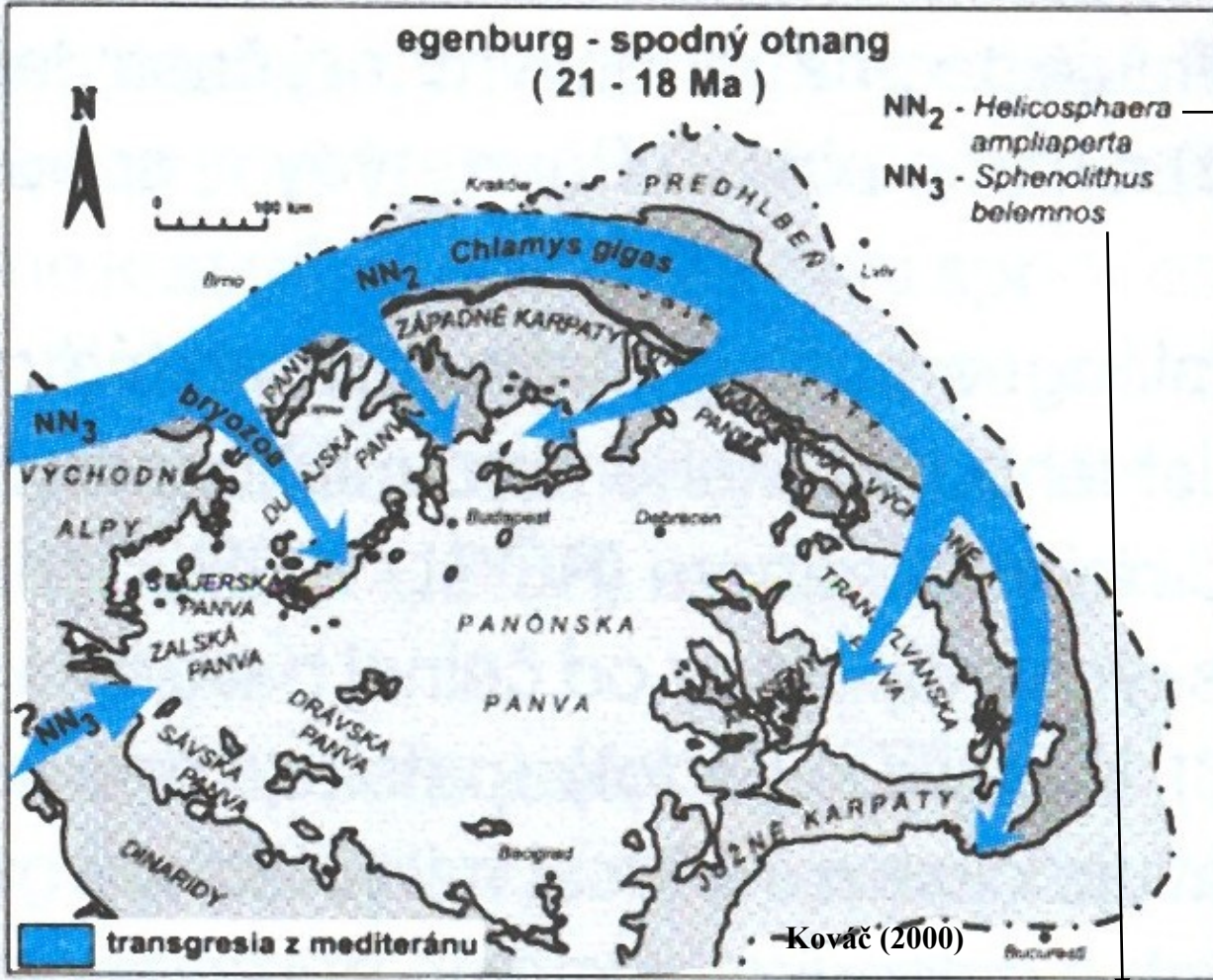
*Chlamys holgeri inaequicosta*<sup>ta</sup> Sch.



*Pecten pseudobeudanti* D.-R.

*Oopecten gigas* (Schloth.)  
Loibersdorf, eggenburg  
(Steininger et al. 1971)



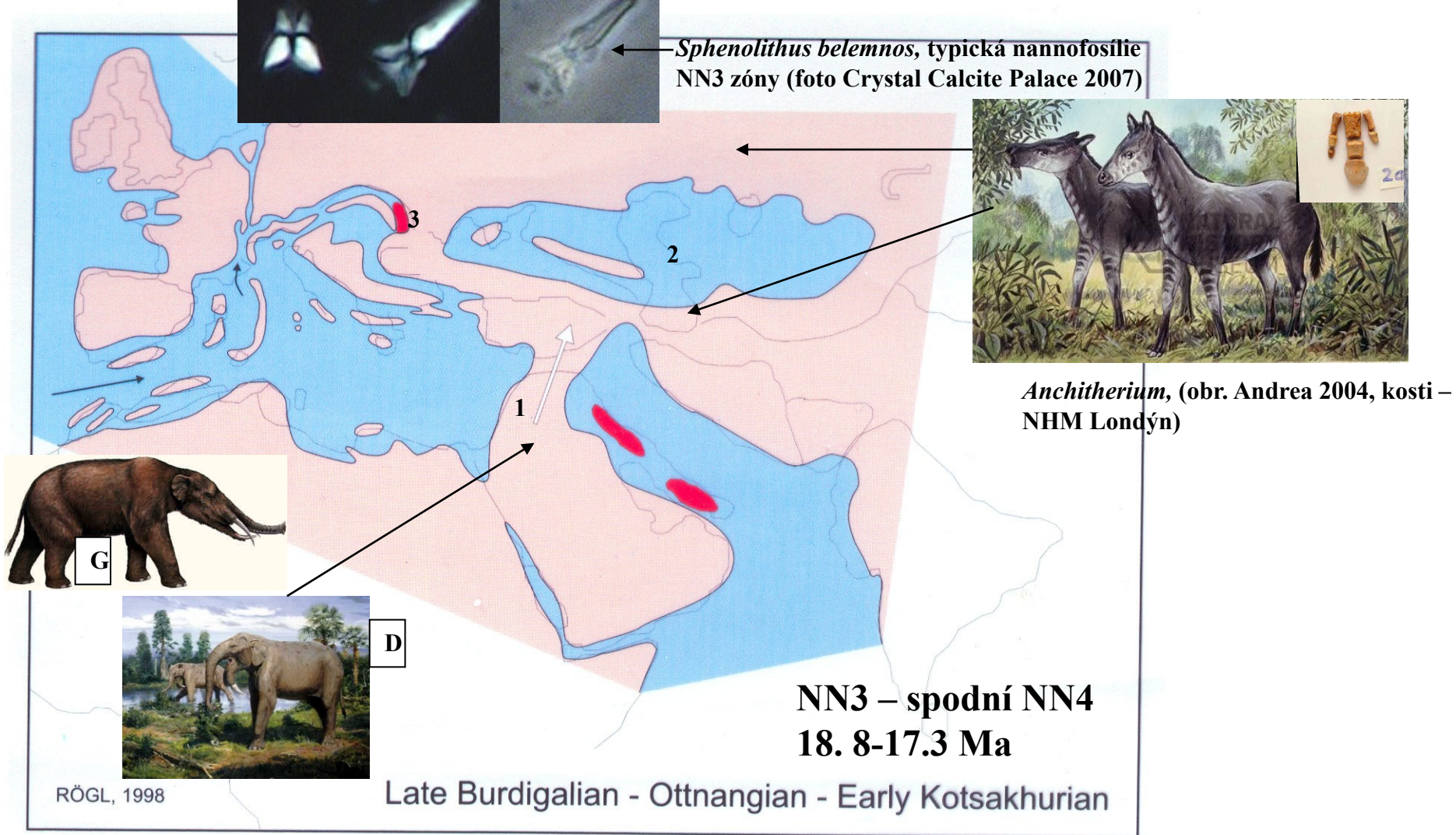


*Helicosphaera ampliaperta*  
(sp.-stř. miocén)  
(podle The Calcite Palace 1999)

*Sphenolithus belemnus*,  
typická nannofosílie  
NN3 zóny  
(foto Crystal Calcite Palace 2007)

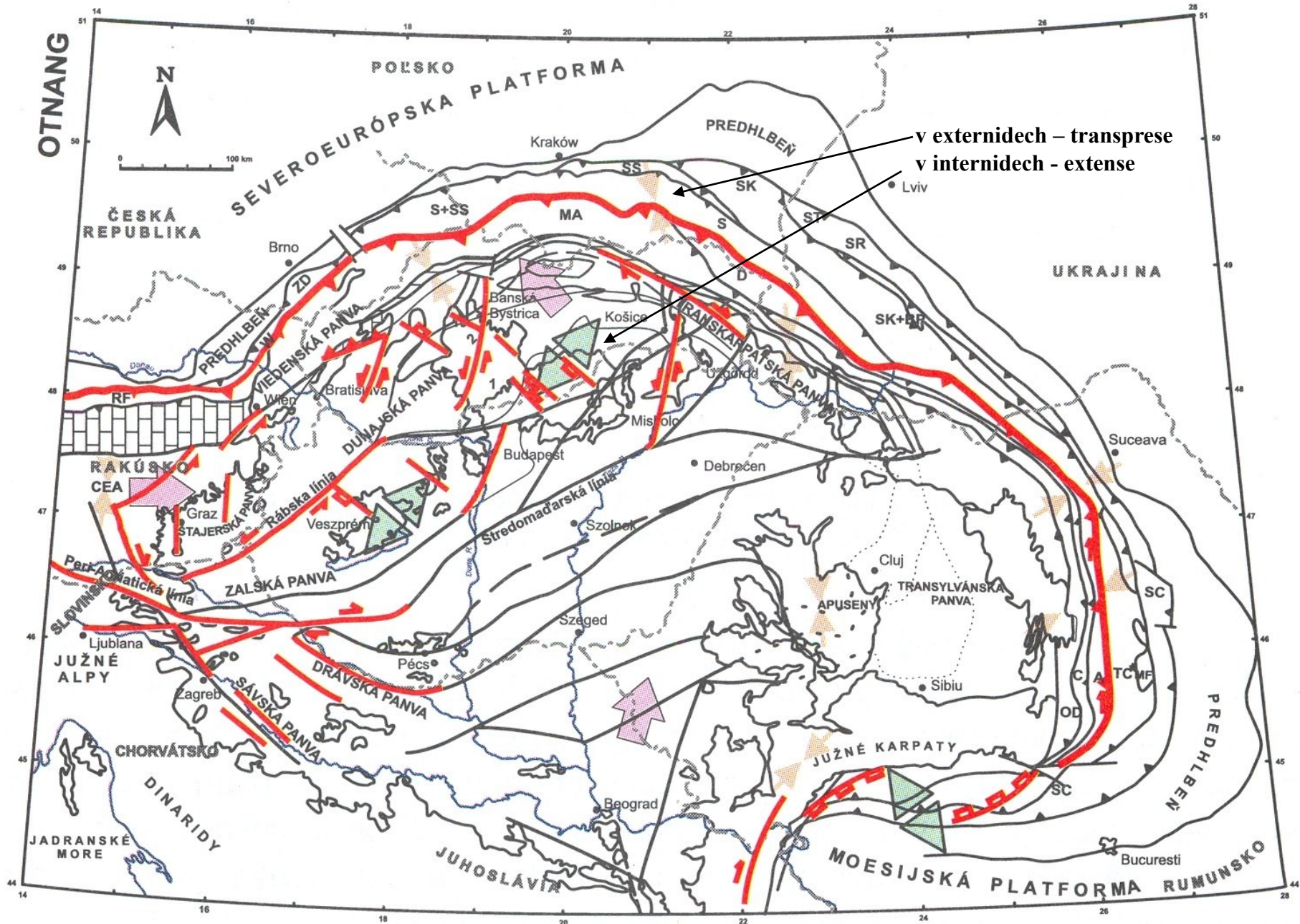


ottnang

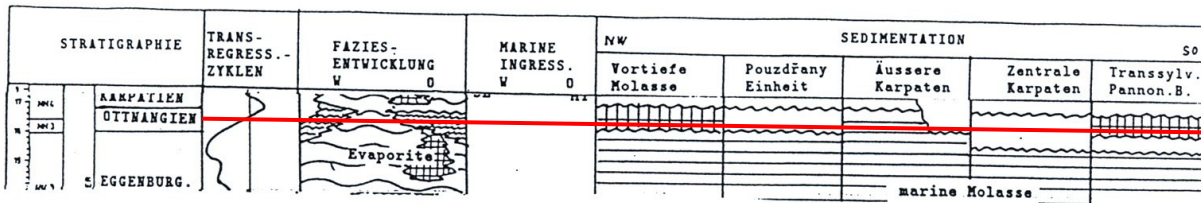


Zesiluje pohyb arabské desky k SV – kolize s anatolskou (1), spojení s Indikem uzavřeno – migrace savců (chobotnatců) do Eurasie (*Gomphotherium* – G, *Deinotherium* – D) a opačně (*Dicerorhinus*), VP izolována od CP a Mediterránu (2) – redukce pánví, zvláště v euxinské oblasti. Sedimentace završuje v nejhlubších depresích majkopská facie. Rozvoj endemických společenstev – *Rzehakia dubiosa*, *Eoprosodacna*, *Cerastoderma*, *Lenticorbula*, *Siliqua*, salinita zhruba jako dnešní Kaspik.

CP- komunikace s Mediterránem přes bavorskou molasu a rhonskou pánev, slovinský koridor, s boreálem přes Rýnský příkop.  
ZK- tektonické zdvihy – Kp – rzehakiové v. (od Bavorska do Maďarska), Vp – mělkovodní marinní svrchní lužické v., ve VK –evapority (3)



Hlavní tektonické fenomény karpatsko-panonské oblasti v ottnangu (Kováč 2000)



rozsáhlá izolace a endemita

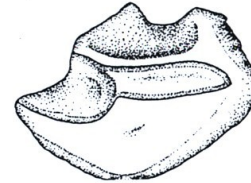
Rzehakiové v.:  
*Congeria andrusovi*, *Limnopageta*,  
*Melanopsis impressa*



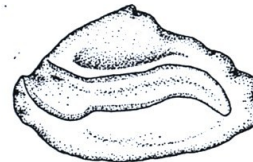
Ctyrokia conoidea (Kr.)



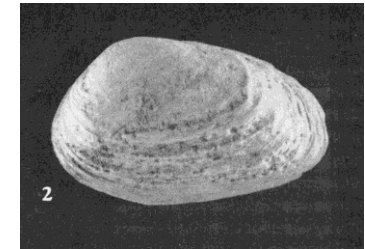
Rzehakia socialis (Rz.)



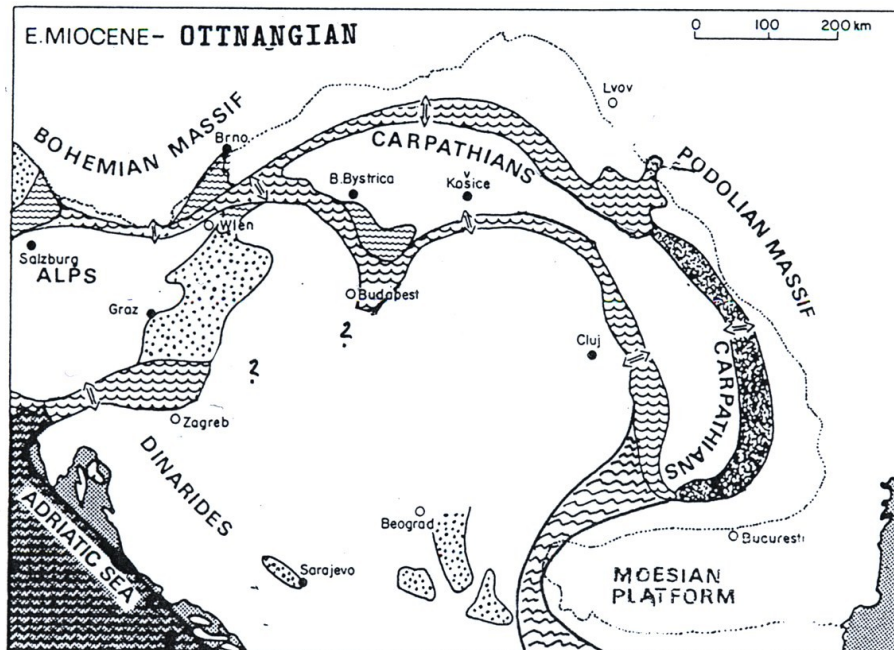
Dapalis crassirostris (Rz.)



Channa rzehaki (Brz.)



*Rzehakia socialis socialis* (Rzehak)  
Maršovice-Jezeřany, rzehakiové vr.,  
ottnang (Steininger et al. 1973)

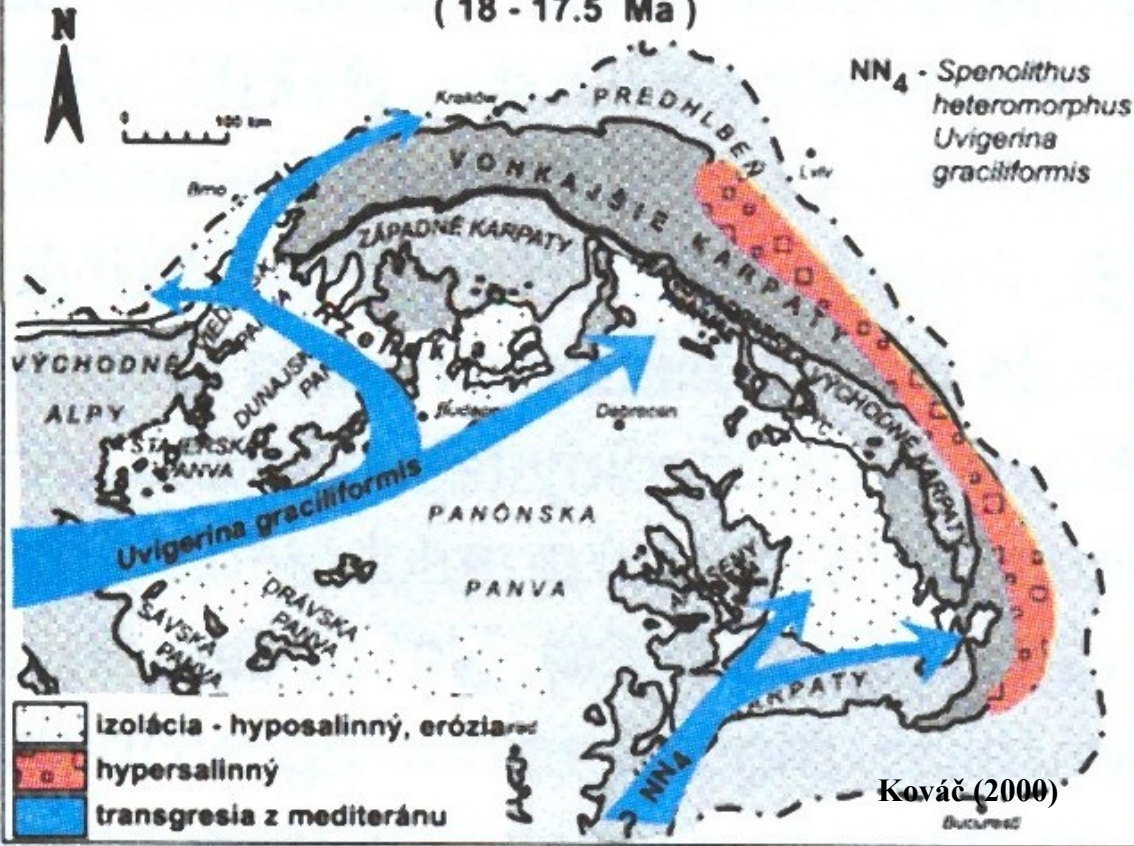


Na v. konci Alp – kontinentální uloženiny  
s uhlím, lze je korelovat přes štýrskou pánev  
do sev. Itálie

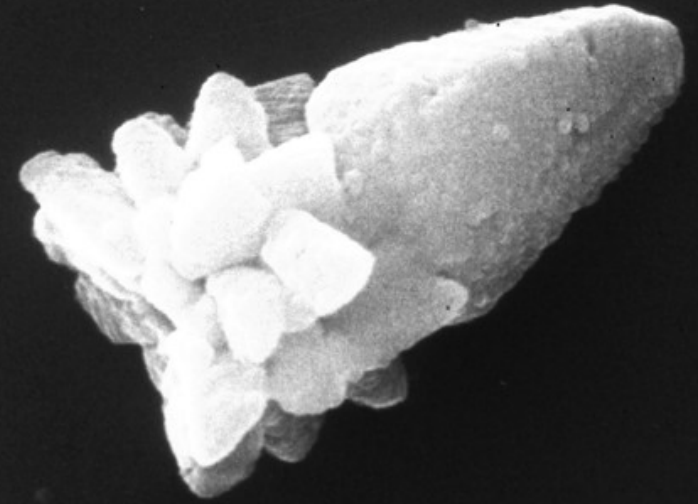
První známky zaobloukové extenze  
= areálový typ dacitového až rhyolitového  
vulkanizmu korového původu (viz výše)

Vp – svr. lužické v.  
Žj – pavlovické v.  
Pj – křepické v. (? mají náznak flyšové sed.)

vrchný otnang - spodný karpát  
(18 - 17.5 Ma)

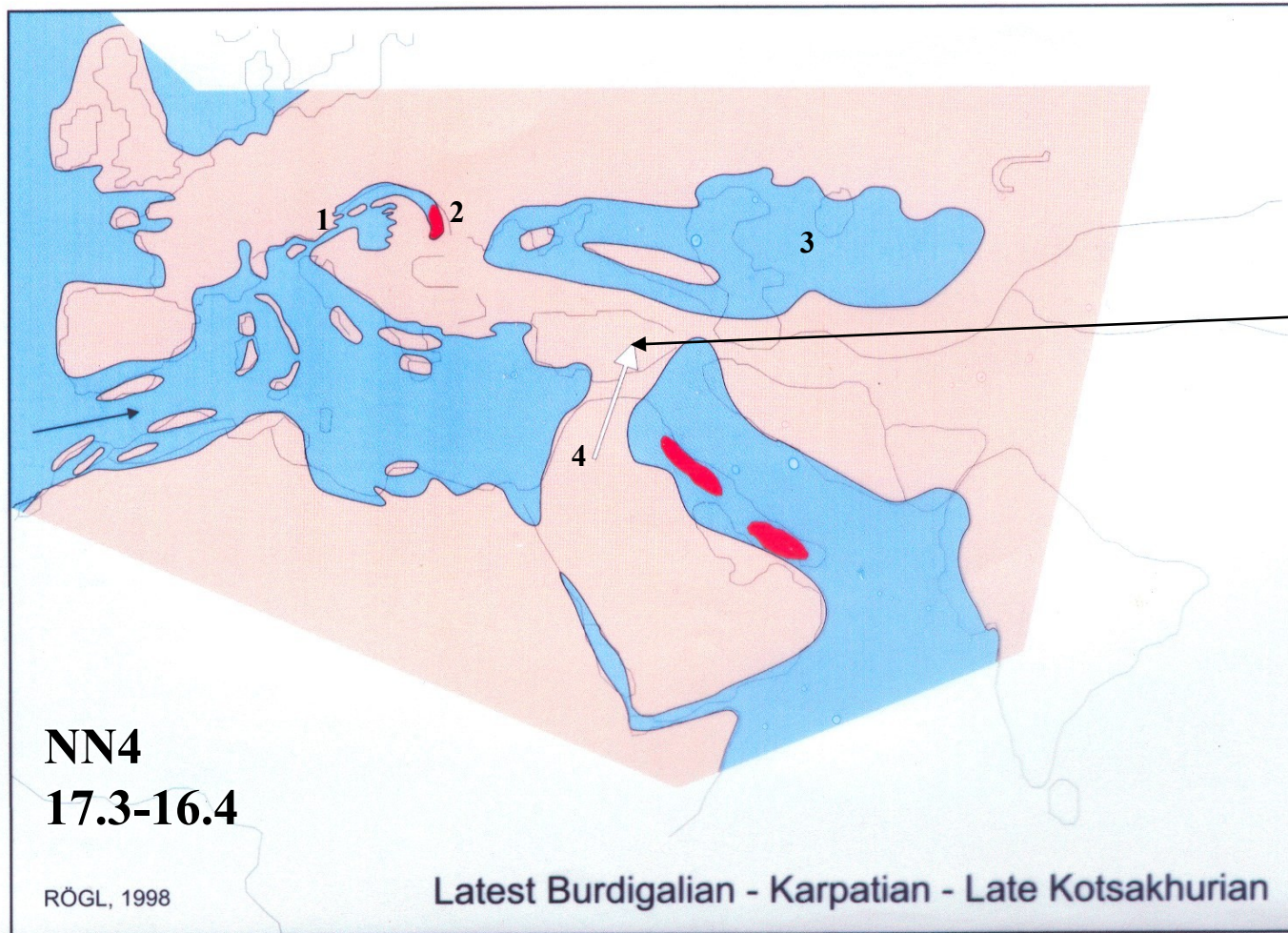


NN<sub>4</sub> - *Sphenolithus heteromorphus*  
*Uvigerina graciliformis*



*Sphenolithus heteromorphus*  
(sp.-stř.miocén) Pacific

karpat



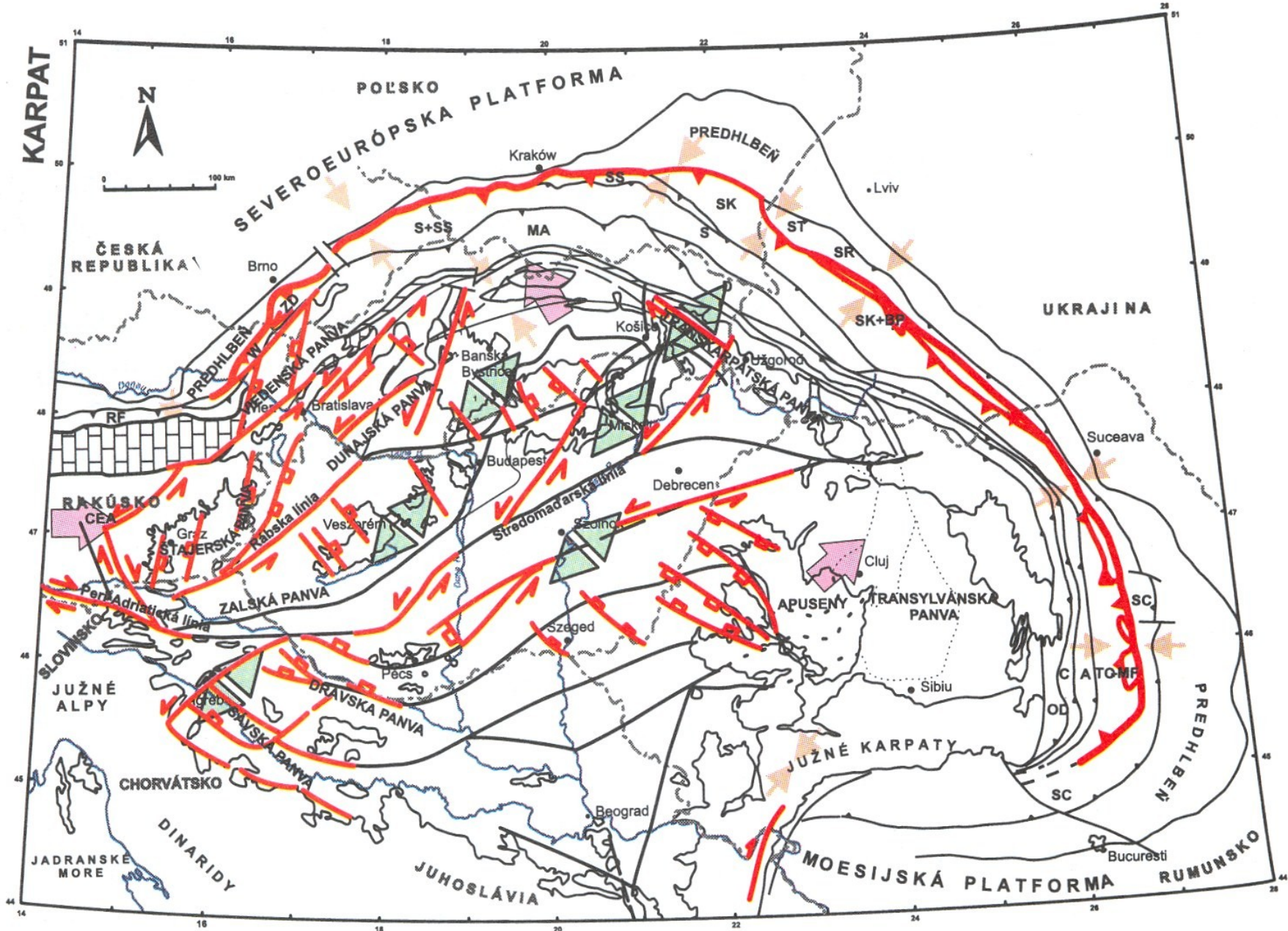
Migrace z Afriky pokračuje, objevují se i první primáti



*Pliopithecus vindobonensis*  
(Děvínská Nová Ves)

Vrcholí kolize ZK s evropskou platformou (sávská fáze), přesuny v oblasti akrečního prizmatu (Pj a Žj), dosouvají se jednotky vnitřnější (Mj, Sj, SSj). V externidech převládá transprese, v internidech již extenze. Centr. Karpaty se zvedají, reliéf zvýrazňuje, Vzniká sinistrální zóna mezi VA a ZK a Vp mění svůj styl na „pull-apart“. V CP vznikají intramontánní deprese. Sedimentační prostor je v karpatu restringován, fauna se oproti ottangu mění = nová měkkýší fauna, rozvoj marinních euryoxibiontních forams.

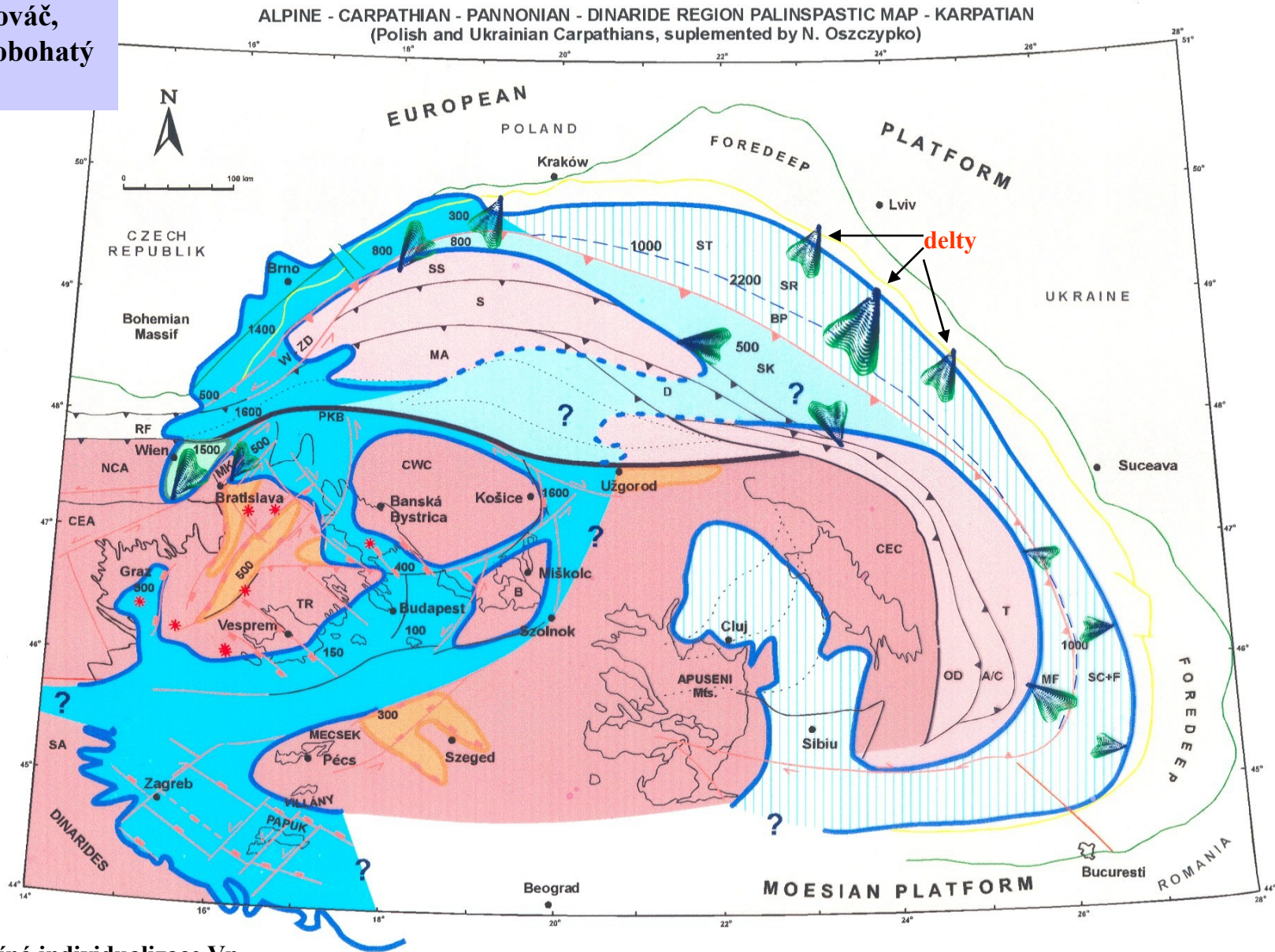
CP spojena s mediterránem jen slovinským koridorem (1), na Ukrajině (2) a výchsl. pánvi evapority, v korneuburské p. i uhlí.  
VP (3) - izolace. Mediterrán – stále oddělen od Indiku (migrace suchozemských faun, 4). ZP – Alpy na místě, svrchní sladkovodní molasa,



Hlavní tektonické fenomény karpatsko-panonské oblasti v karpatu (Kováč 2000)

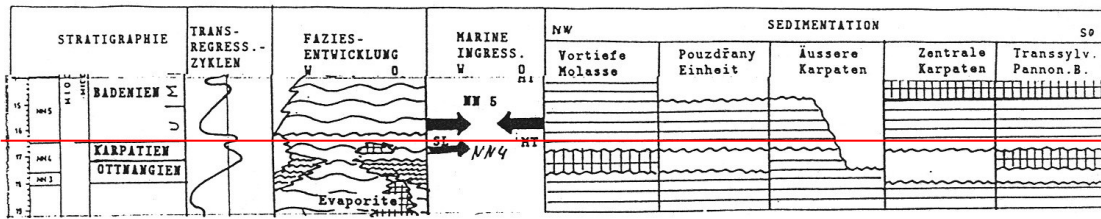


**Palinspastická mapa  
karpátu CP (Kováč,  
Andrejeva, Brzobohatý  
et al. 2003)**



**Viz: - začíná individualizace Vp**

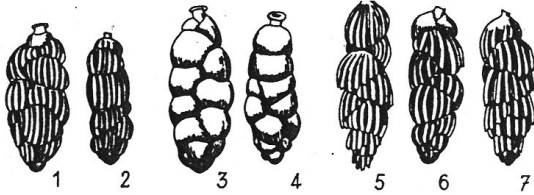
- výzdvih ždánické jednotky, V-Z protažení bradlového pásma, celkový posun k S
- komprese a protažení vynořených flyšových jednotek
- silná deltová sedimentace v polské-ukrajinské části předhlubně + evapority



*Pappina bononiensis primiformis*

*Pappina parkeri breviformis*

*Uvigerina graciliformis*



**V mořských pánvích:**

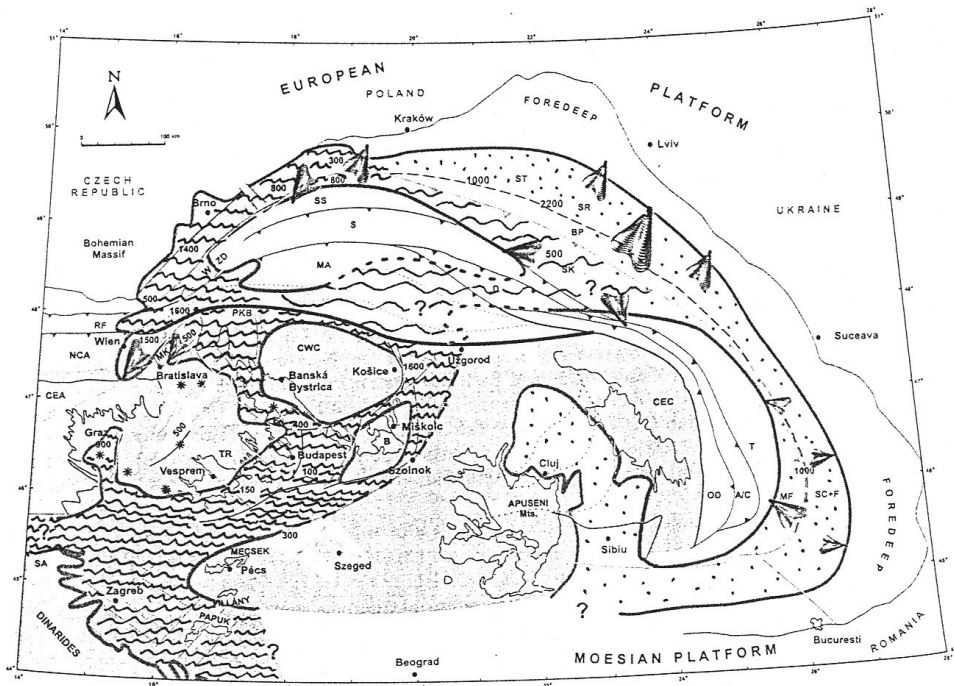
-hydrologický režim (estuáriový typ cirkulace-přitékají dnové vody, odtékají povrchové vody; nízký výpar, stratifikace vod, málo O<sub>2</sub>, vyšší salinita a organika u dna)

-mikrofauna s převahou euryoxibiontních druhů a plankton v sedimentech

-litologie: převaha šlirů

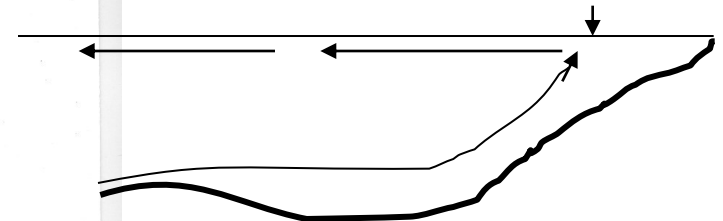
Kp – laaské s., kroměřížské s. stryszawské s.

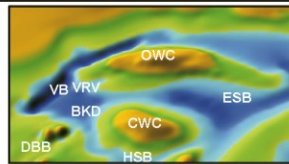
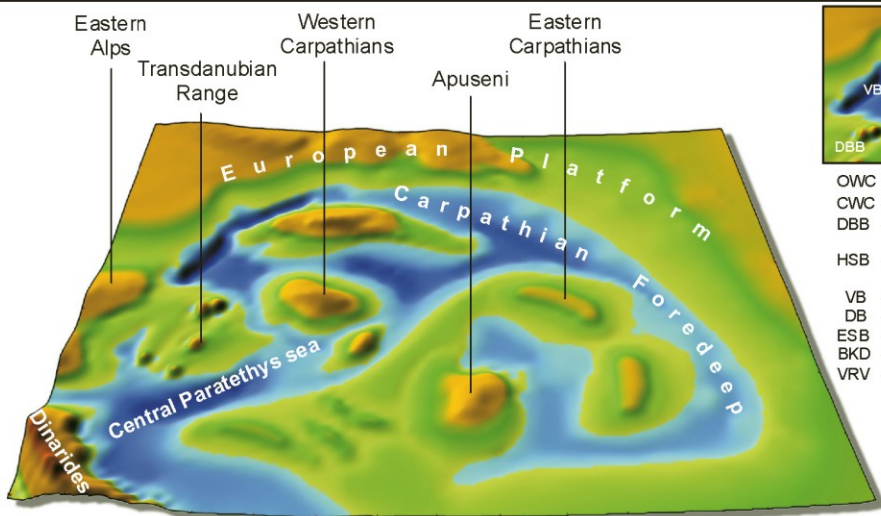
Vp – lakšárskonovoveské s., závodské s.



moře předpokládáme moře brakicko-Pagunírui a terestrická prostředí  
 deřty

**estuáriový typ cirkulace vod**





- OWC — Outer Western Carpathians
- CWC — Central Western Carpathians
- DBB — Danube Basin pre-Neogene basement
- HSB — North Hungarian-South Slovak Basin
- VB — Vienna Basin
- DB — Danube Basin
- ESB — East Slovak Basin
- BKD — Bánovská kotlina Depression
- VRV — Váh river valley

## Floristická situace a výškové poměry krajiny v karpátu

### CP: 3 typy lesů:

-Subtropický širokolistý opadávající les s vysokým podílem stále zelených prvků (záp. část – Františkovy Lázně) (srovnání: monsumové lesy V. Asie)

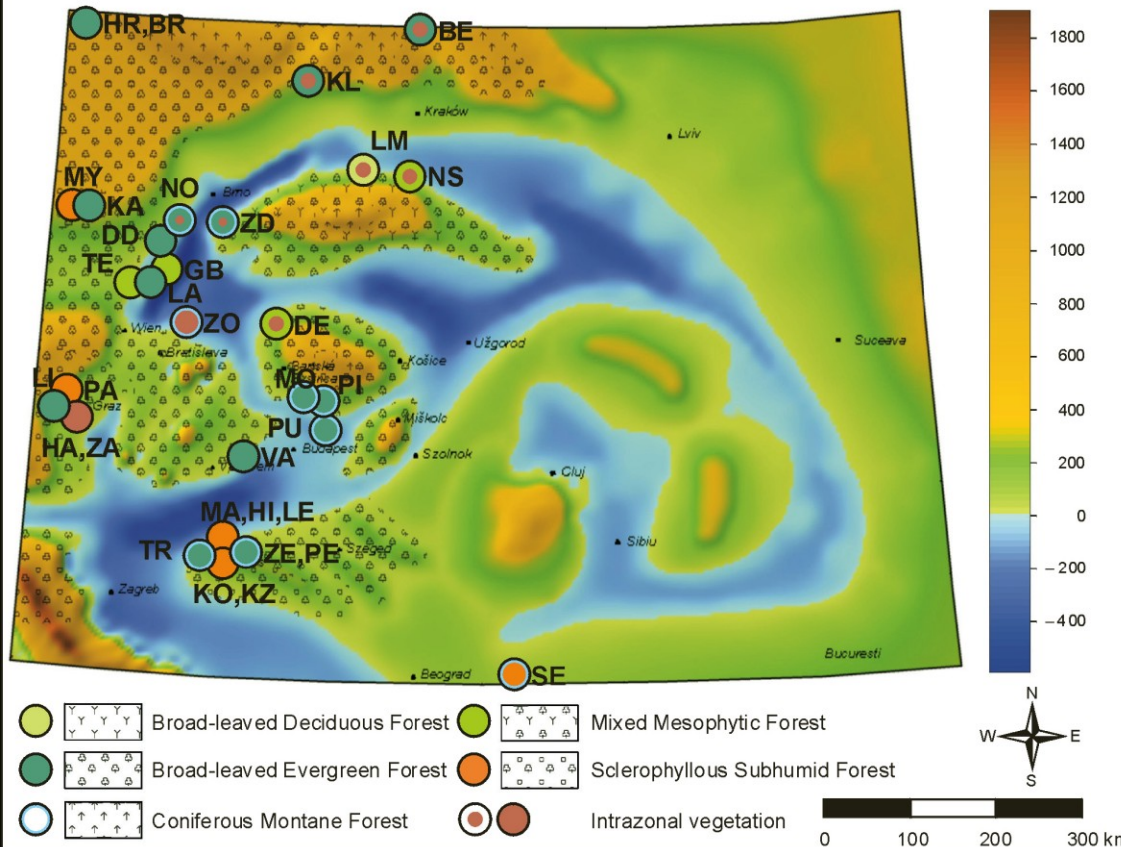
-Horské lesy s jehličnany (výšky cca 1500-2000 m, *Pinus, Abies, Cedrus, Tsuga*..)

-Uhlotvorné lesy ve vnitřní alpské oblasti (Leoben, Fohnsdorf, Mecsek), v korneuburské pánvi též ochuzené mangrovové porosty

Klima: <humidní, srážky 1000-3000 mm /rok, četné deště v létě, nejchladnější měsíc =4-10 st.C (chladová minima cca 0 st. C.)

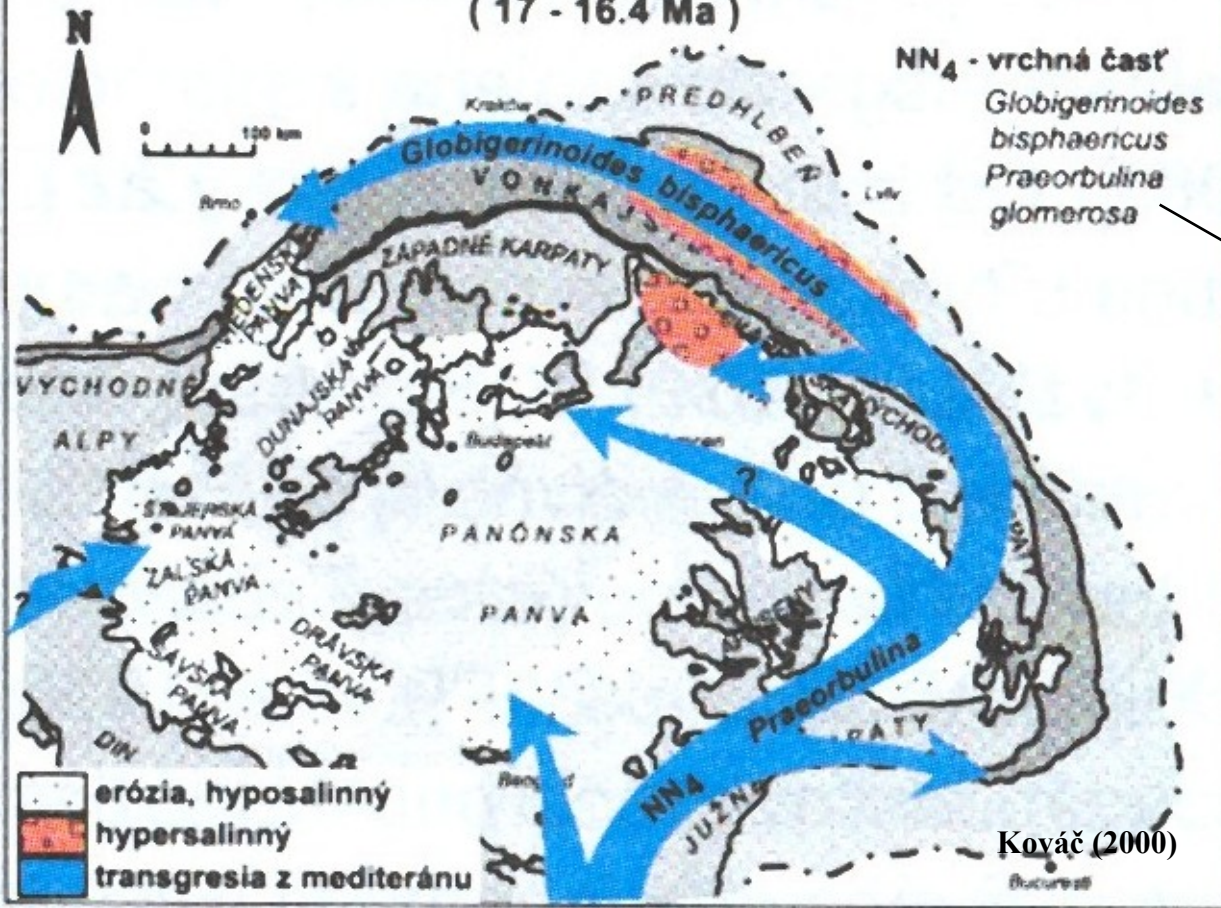
MAT 13 – 20 st.C

Jen v některých částech vysoké letní teploty způsobily vysychání substrátu a vznik mikrofynálních horských lesů podobně jako v recentu v suchých částech Himalájí

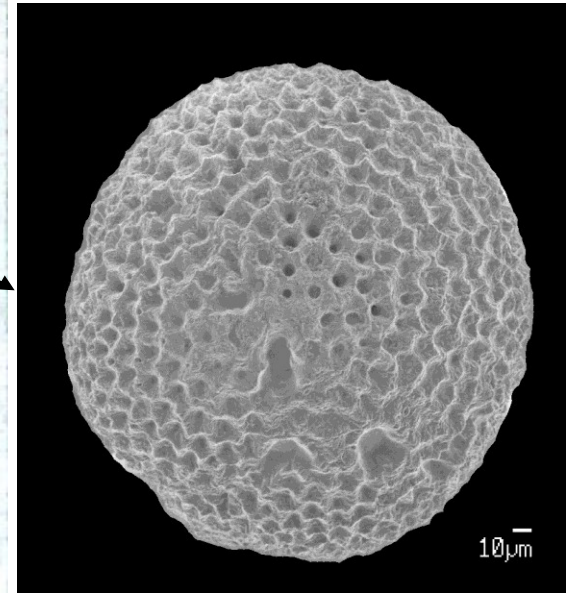


(„Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys“, KVAČEK et al., 2006)

vrchný karpát - spodný baden  
(17 - 16.4 Ma)



NN<sub>4</sub> - vrchná časť  
*Globigerinoides bisphaericus*  
*Praeorbulina glomerosa*



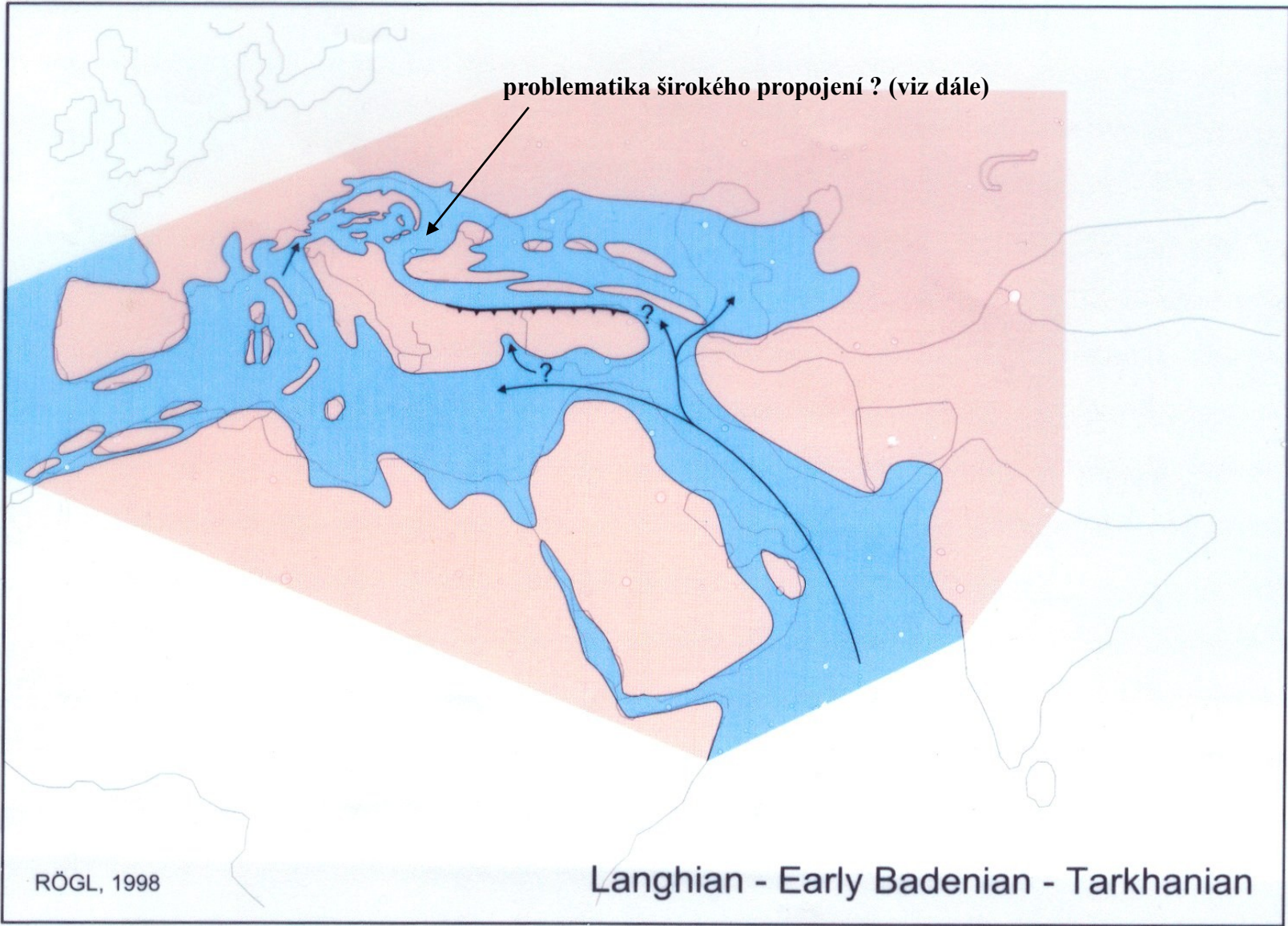
*Praeorbulina glomerosa*, miocén, Pacific  
(Foto Hayashi 2007), nástup v CP = 16.1 Ma  
(spodní baden)

baden



**Paleogeografie Středozevní oblasti a Paratethys ve spodním badenu (Harzhauser et al. 2007- int.)**

problematika širokého propojení ? (viz dále)



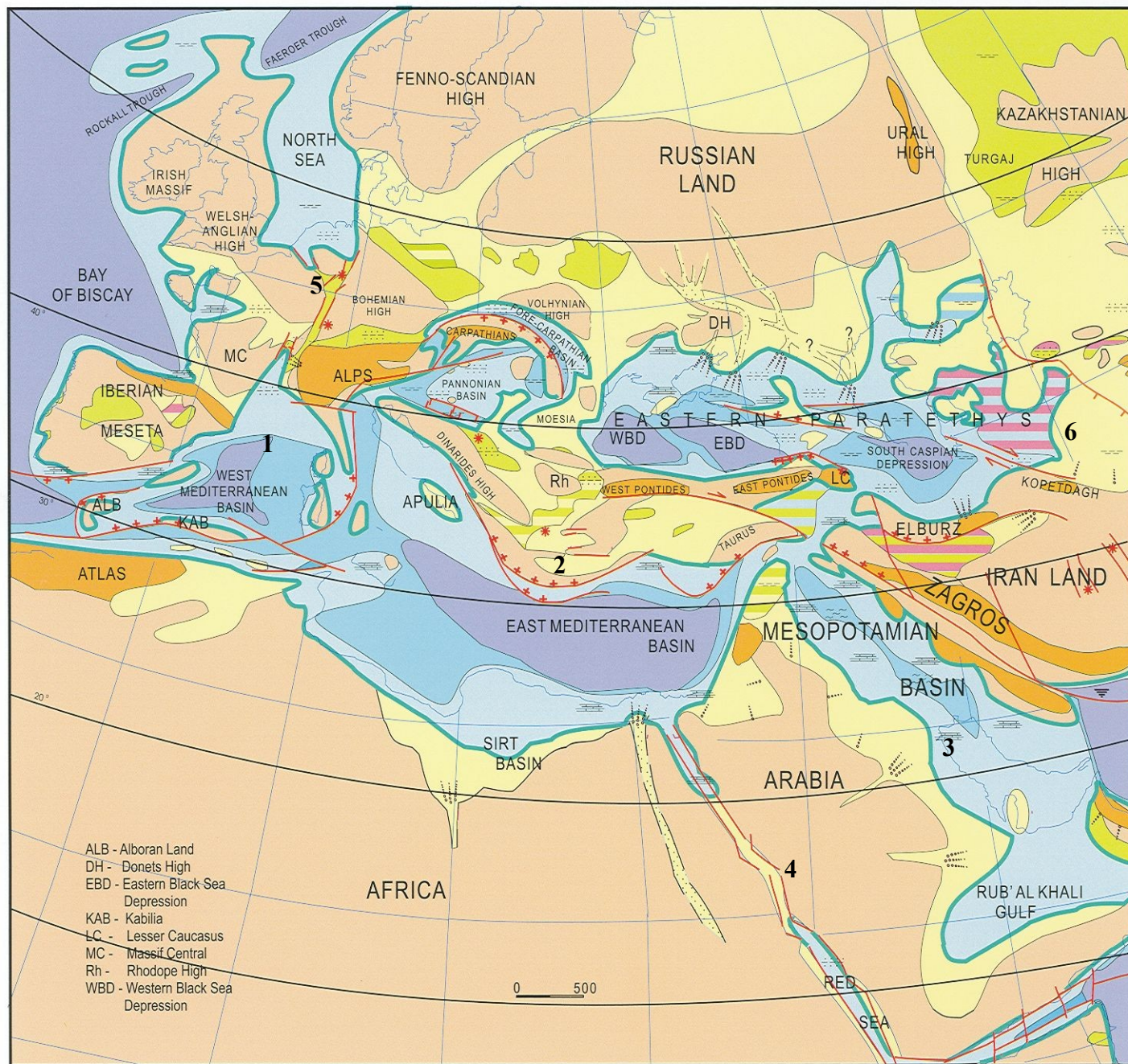
RÖGL, 1998

Langhian - Early Badenian - Tarkhanian

# Svr.NN4-NN5

langhian - spodní baden - chokrak

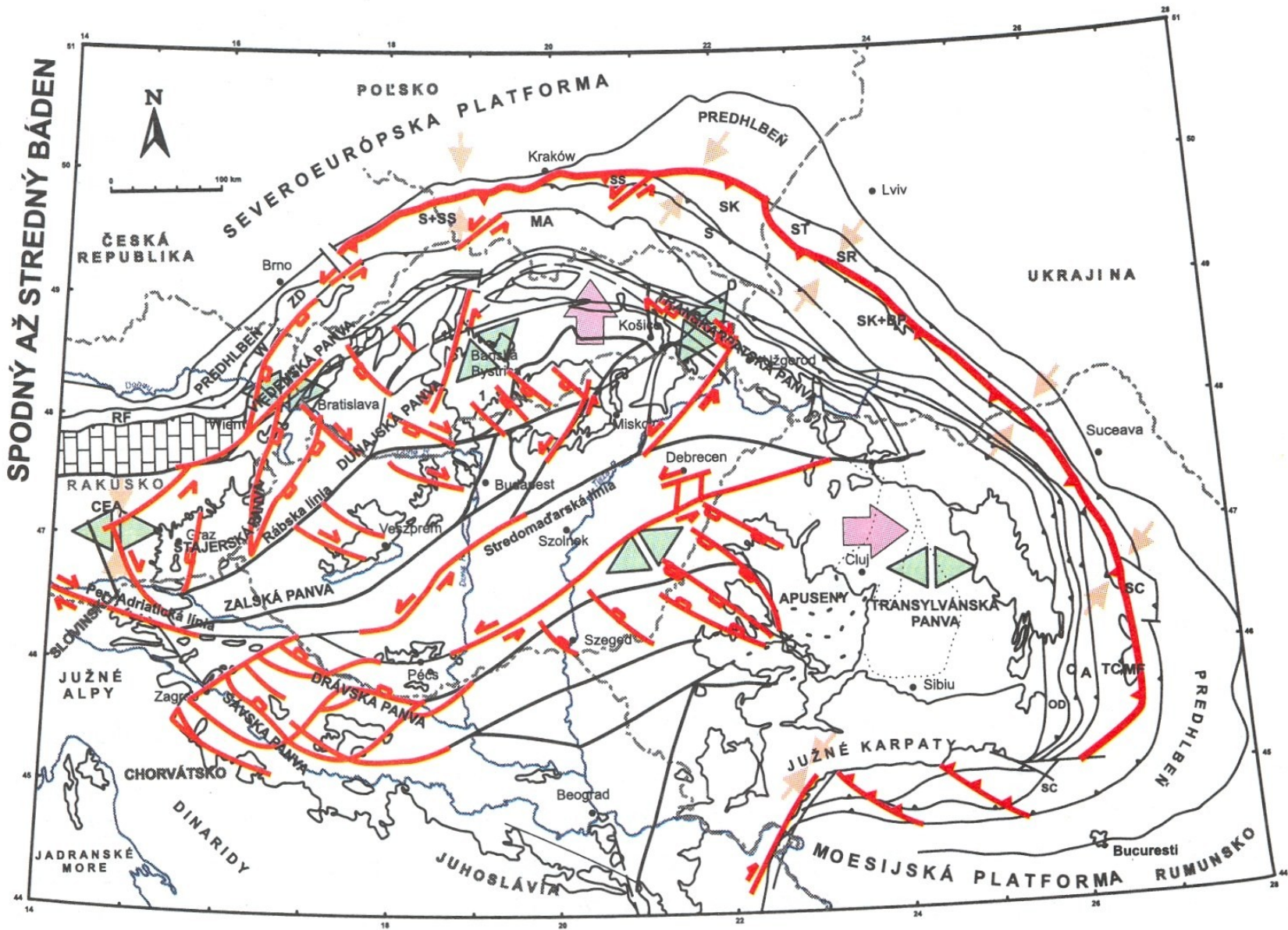
?16 - 15 Ma



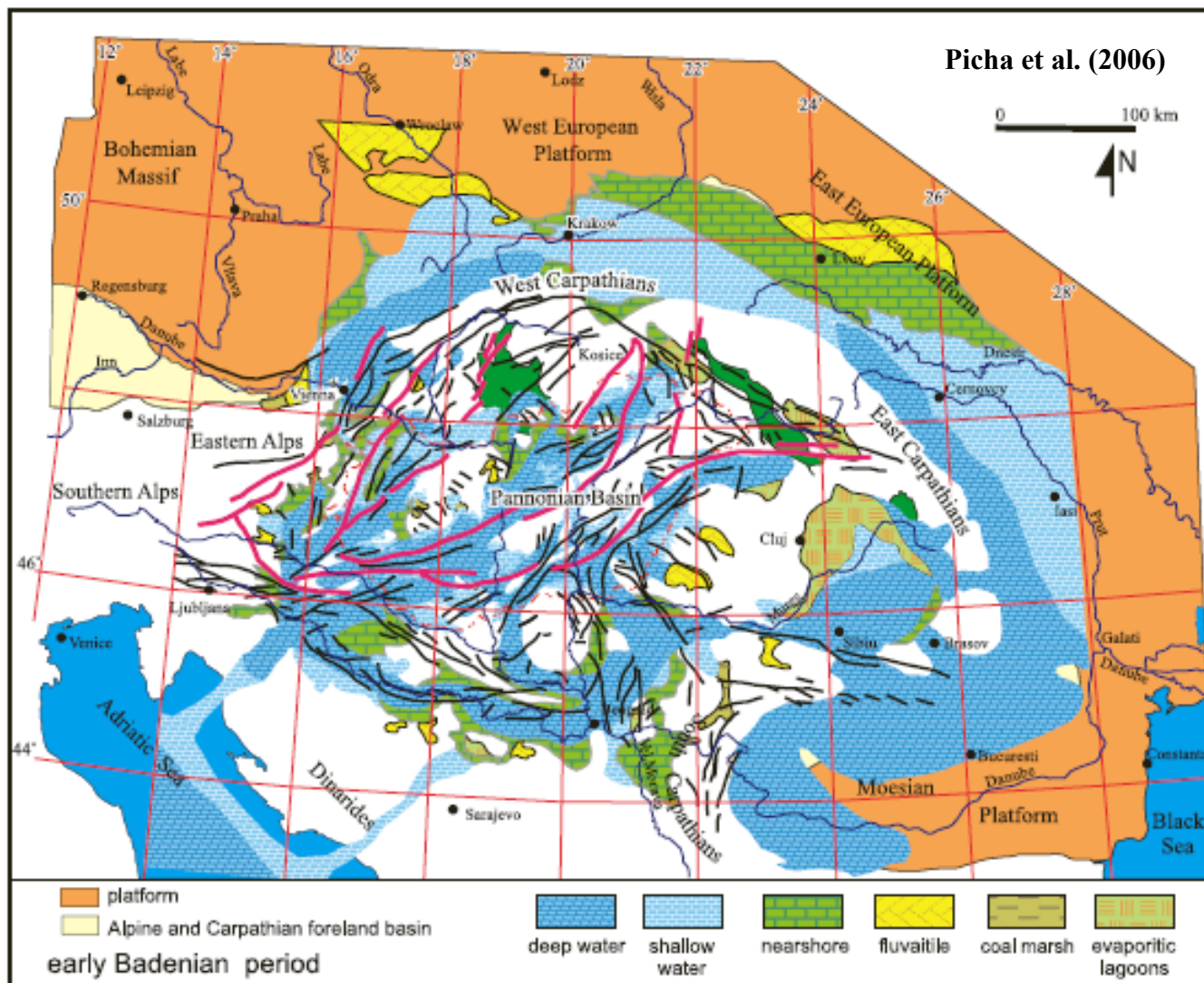
- v širší mediterránní oblasti transgresivní tendence (TB 2.3), oteplení planety i do vyšších zem. šířek => celosvětové rozšíření praeorbulin (Mi-2, klimatické optimum)
- oceanizace záp. Mediterránu (1) pokračovala, v Egejské oblasti (2) rozsáhlé příkrovy k JZ
- transgrese i na Arabskou desku (3) spojení s Indikem, otevírání riftu Rudého moře (4)
- ZP = svrchní sladkovodní molasa, rýnský prolom uzavřen (5)
- VP – převládá mořská sedimentace s diferenciací pánevního dna, zvedání kavkazského poloostrova, Kaspická oblast – evapority (6)

- Light blue: mělký šelf
- Blue: hlubší šelf
- Dark blue: šelfové deprese
- Light purple: k. svah a dna pánví
- Blue: brakická oblast
- Light green: sladkovodní oblasti
- Yellow: nížiny
- Orange: výšiny
- Dark orange: hory
- Pink: evapority

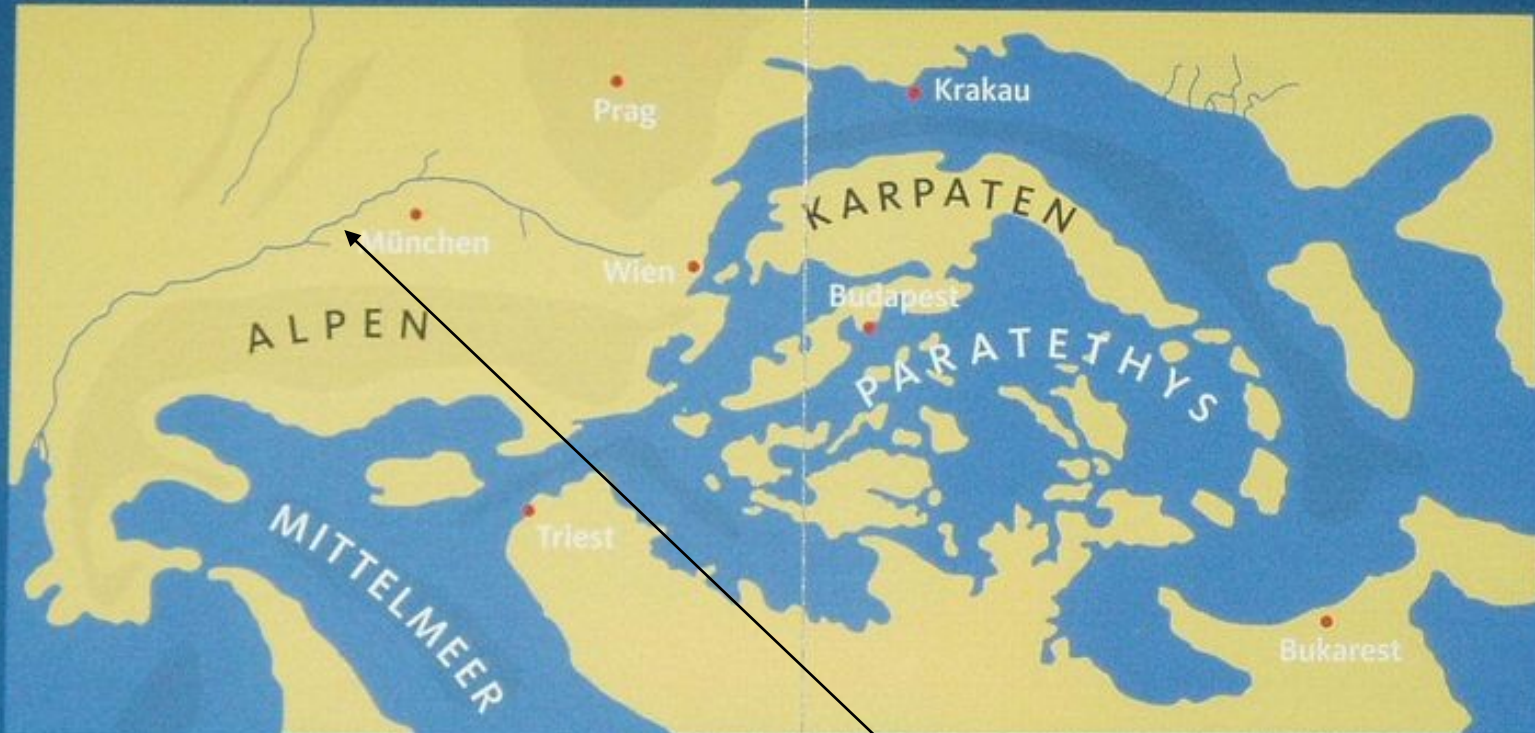




Hlavní tektonické fenomény karpatsko-pannonské oblasti ve spodním-středním badenu (Kováč 2000)

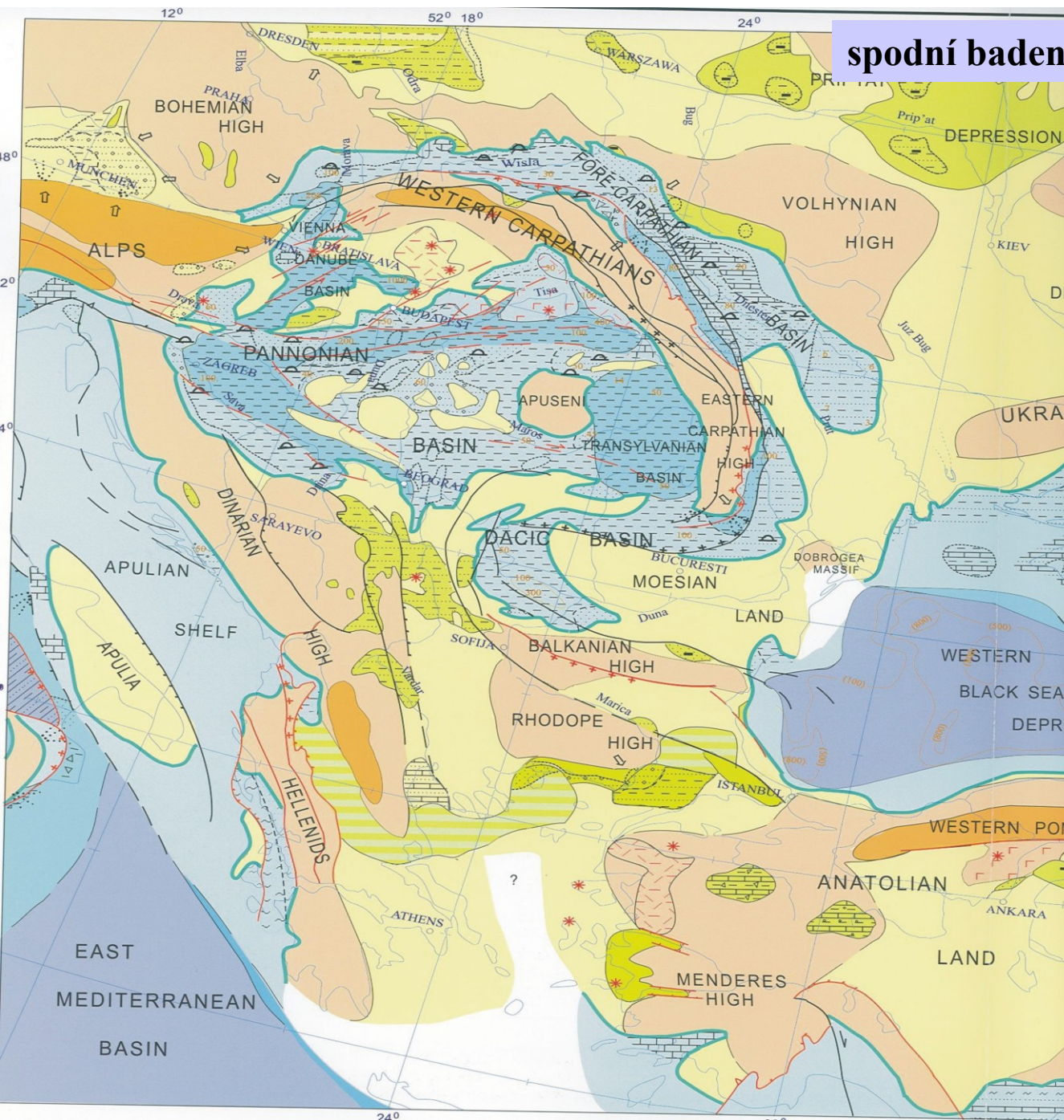


**Figure 8.** Early Badenian facies map of the Carpathian–Pannonian region (modified from Hamor et al., 2001) combined with fault pattern and fault activity maps from Figures 1 and 3. Northeast–southwest-oriented marine basins in broader orogenic hinterland were formed by major synrift stage. They were controlled by strike-slip and normal faults, many of them having pull-apart mechanisms. They either experienced widening and deepening of their early rift fluvial stages or they were newly formed. Basins were separated by eroding areas and areas of nondeposition. Eastern Carpathian part of the thrust belt was emerging, and adjacent thrust belt and foreland basin parts experienced shallow- or deep-marine conditions. Evaporitic lagoons formed behind the emerging part of the thrust belt. Subduction rollback and hinge retreat were the main engine of controlling tectonic events. Northeastward moving ALCAPA started colliding with the West European platform from west to east along its front. It was bounded and internally deformed by extensive system of strike-slip faults. Main active strike-slip faults of the ALCAPA are in purple. Tisza–Dacia continued in its slower northeastward movement.



Das Molassemeer zieht sich Richtung Osten bis nach Wien zurück. Ein Kuriosum ist, dass dort, wo heute die Donau von West nach Ost fließt, ein Fluss in umgekehrter Richtung floss: Die Rhône hatte ihren Ursprung im Mostviertel westlich von St. Pölten und reichte über die heutigen Täler der oberen Donau und der Saône bis Marseille.

nach Rögl/Repp



**spodní baden**

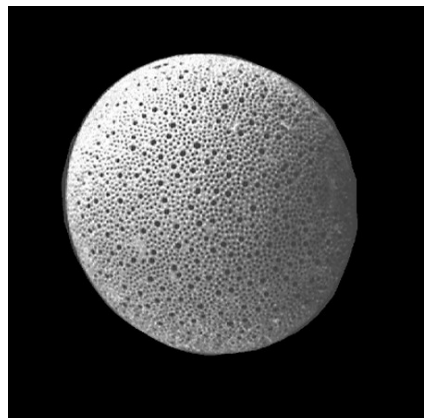
- CP – hluboká depocentra v pannonské oblasti, zvedání Apuseni, Mecsek, andezitový vulkanismus (~3000m) stř. a s. Maďarsko, j. Slovensko
- masový výskyt velkých forams (*Amphistegina*, *Planostegina*) – Indo-Pacifické vlivy (těž řasy, korály, ryby)
- vedle oteplení těž teplotní gradient, rify jen v jižních pánvích, teplomilní měkkýši ne v Polsku, naopak zde vyšší diverzita treskovitých ryb
- slovinský koridor otevřený, od štýrské p. až po transylvánskou a Kp diverzifikovaná tropicko-subtropická fauna
- hydrologický režim se oproti karpátu změnil = mediterránní typ cirkulace, prokysličení vod, málo organiky u dna, vysoký obsah CaCO<sub>3</sub>, převaha pelitů s řasovými vápenci a písky
- ekostratigrafická zonace (Grill 1942), společenstva forams (spodní a svrchní lagenidová zóna) aplikace z Vp i do dunajské pánve a Kp.

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

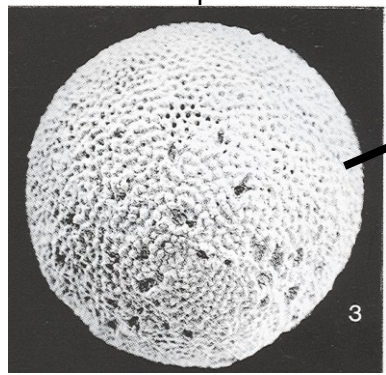
Ukázka významných druhů planktonních forams v badenu CP

recent

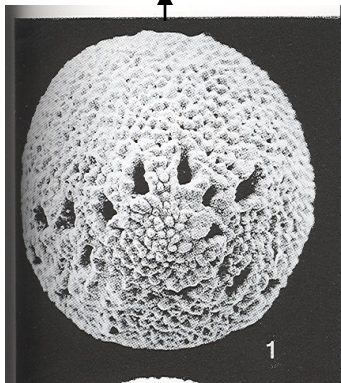
↑  
čas  
↓



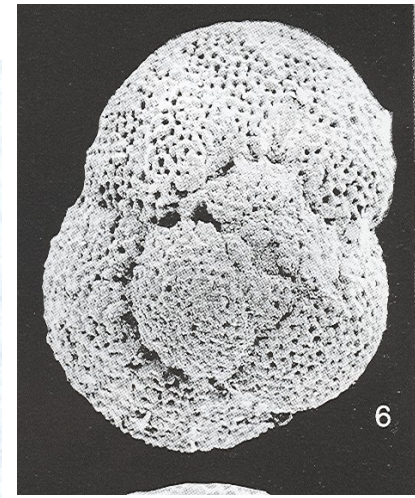
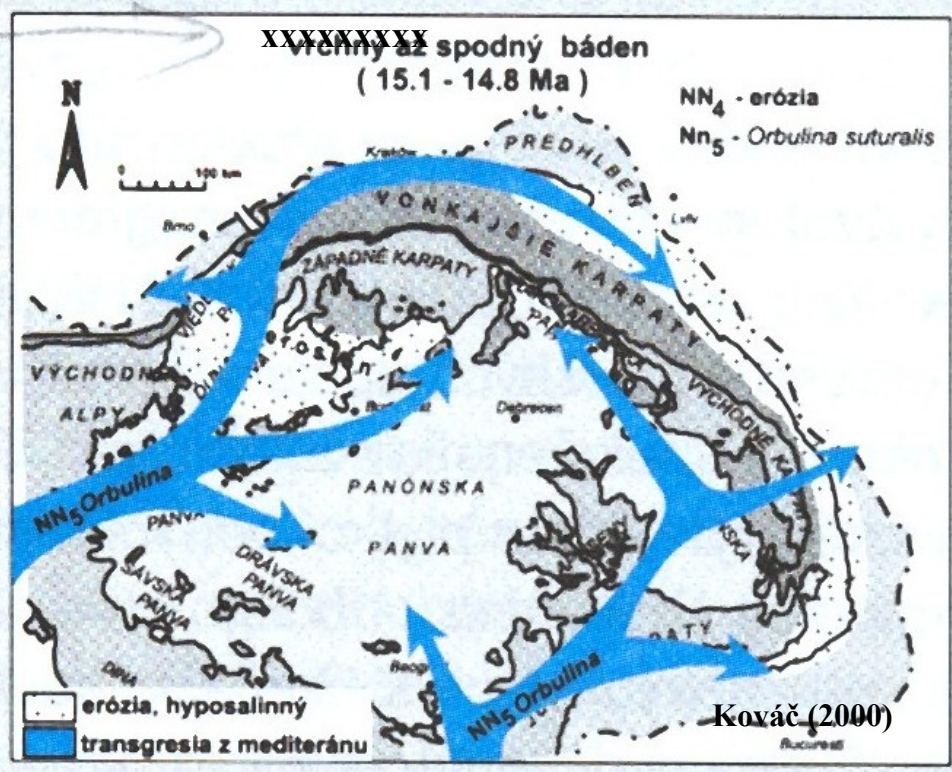
*Orbulina universa* d'Orb.



*Orbulina suturalis* Br.



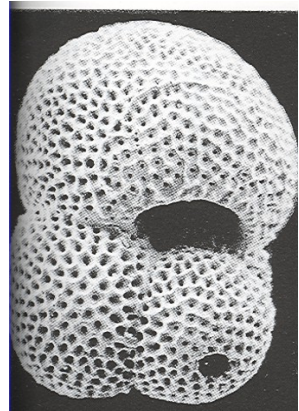
*Praeorbulina glomerata circularis* (Bl.)



*Velapertina indigena* Lucz.  
(svrchní baden)



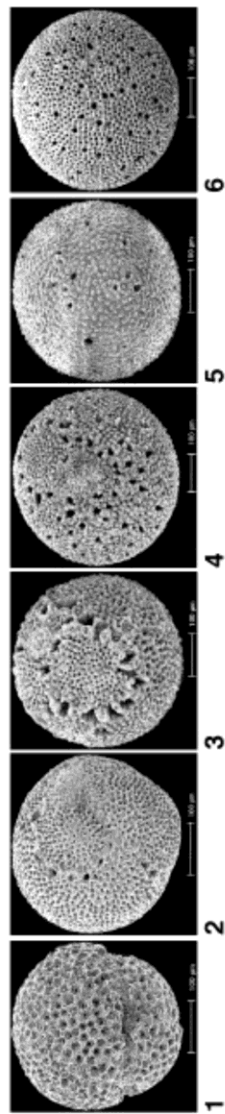
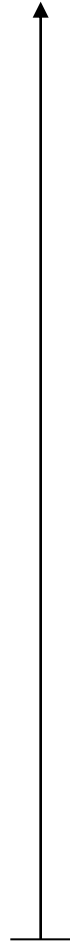
*Globoquadrina altispira* (C. et J.)  
(baden)



*Globigerinoides trilobus* Rss.,  
(eger – svrchní baden)

spodní miocén

čas



*Orbulina universa* - recent

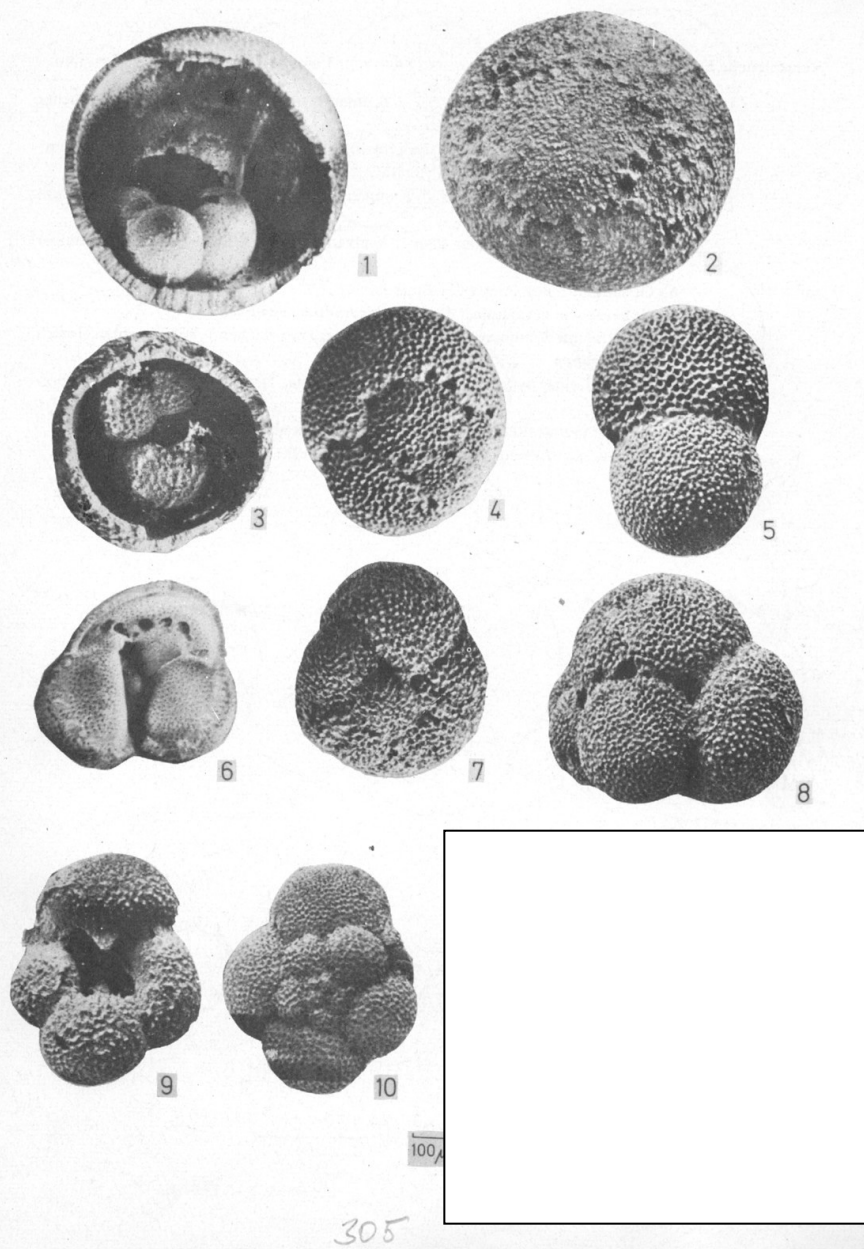
*Orbulina suturalis* - 15,1 Ma

*Praeorbulina circularis* - 16,0 Ma

*Praeorbulina glomerosa* - 16.1 Ma

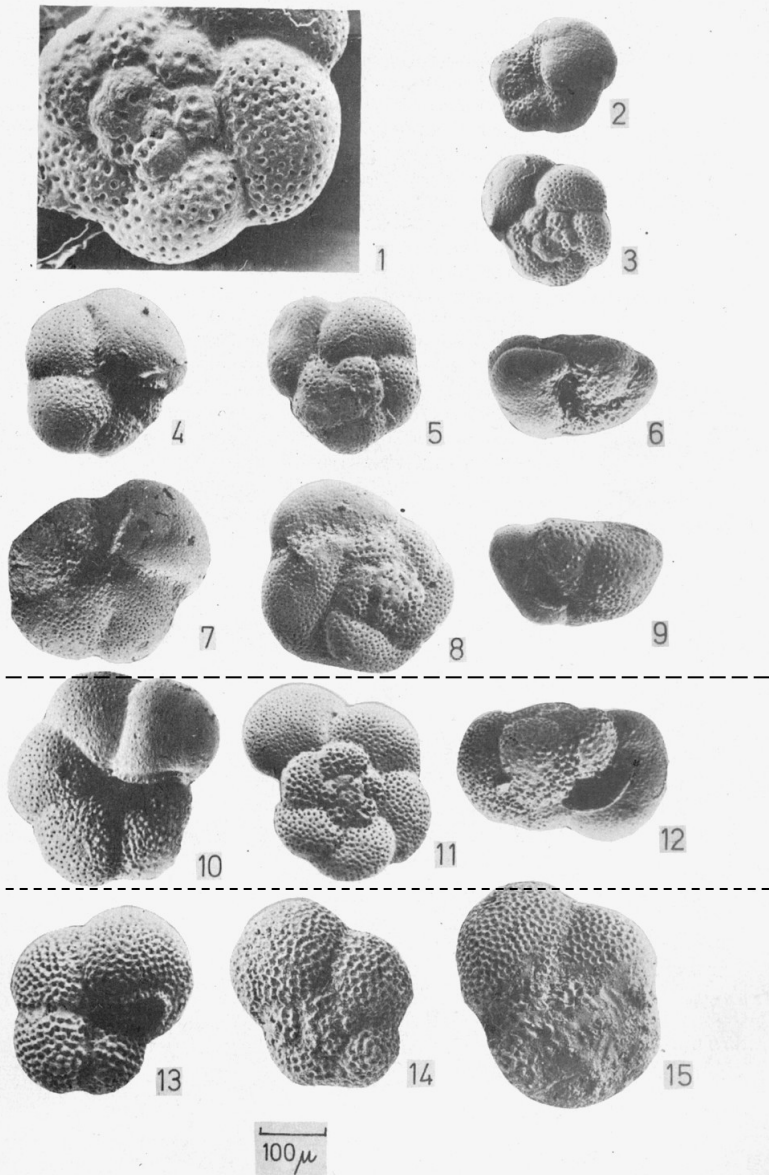
*Praeorbulina sicana* - 16, 4 Ma

postupná změna schránek orbulin a nástup jednotlivých druhů v neogénu za posledních 16 milionů let



Typické planktonní foraminifery badenu CP (Papp et al. 1978)

Typické planktonní foraminifery  
badenu CP (Papp et al. 1978)

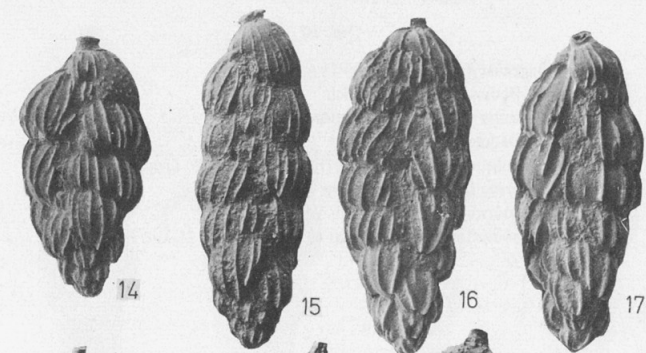


1-9 *Globorotalia bykova* (Ais.), div. ssp.  
spodní a střední baden, Rakousko

10-12 *Paragloborotalia mayeri* Cush.-El.  
morav, Brno

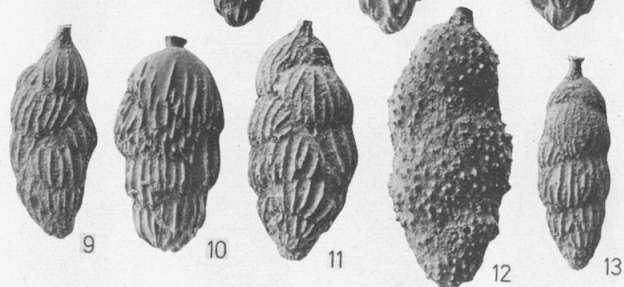
13-14 *Globorotalia siakensis* Le Roy  
morav (Frättingsdorf, 13, 14),  
kosov (Breschitza, 15)





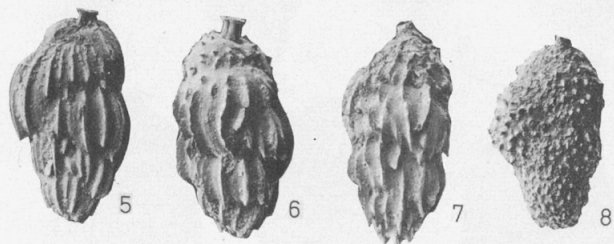
14-17 *Uvigerina liesingensis* Toula  
kosov, Wien

svrchní baden



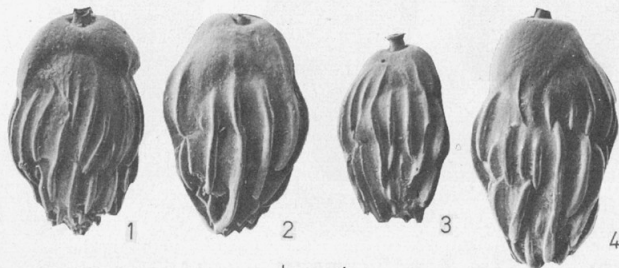
9-12 *Uvigerina venusta* Franzénau  
wielicz, Wien  
13 *Uvigerina cf. pygmaea* d'Orb.  
wielicz, Müllndorf, Rakousko

střední baden



5-8 *Uvigerina grilli* Schmid  
morav, Baden-Sooss

spodní baden



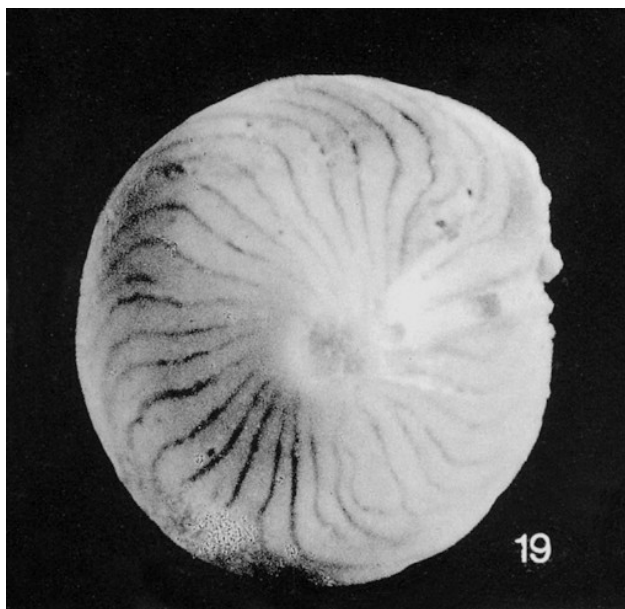
1-4 *Uvigerina macrocarinata* Papp-Turn.  
morav, Brno

200  $\mu$

**Další stratigraficky významné mikrofosílie spodního badenu:**



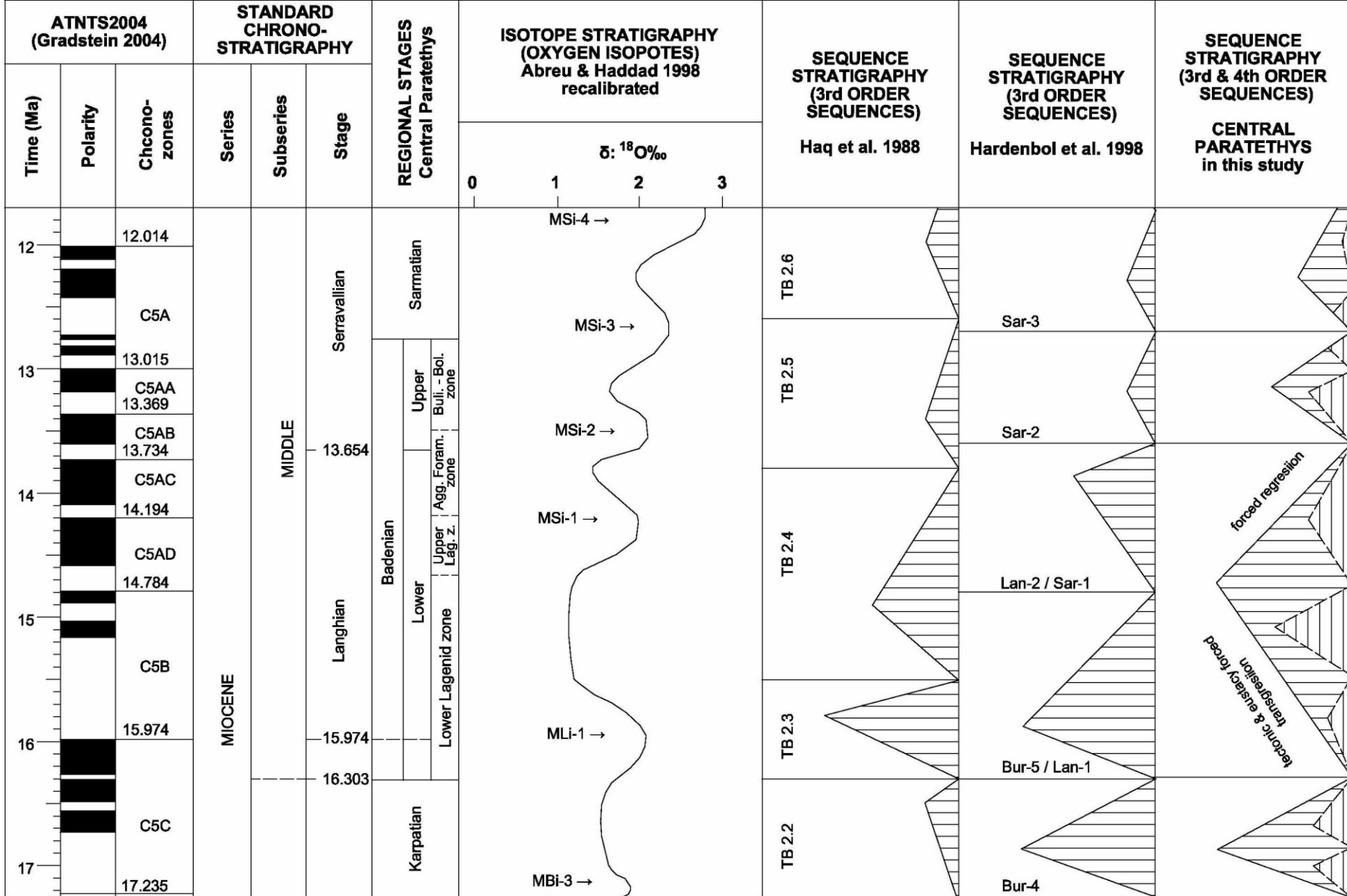
*Helicosphaera ampliaperta*  
(LO ve spodním badenu, hranice NN4/NN5)



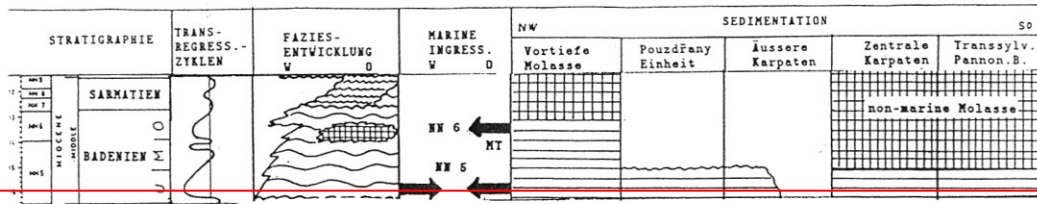
*Amphistegina mammilla* (F. et M.)  
mělkovodní facie badenu

ATNTS2004 (Gradstein 2004)			STANDARD CHRONO- STRATIGRAPHY			REGIONAL STAGES Central Paratethys (Grill, 1941, Rögl, 1998)	CENTRAL EUROPEAN MAMMALS (Steininger 1999)	PLANKTONIC FORAMINIFERA Mediterranean (Berggreen et al. 1995)	MICROFOSSILS & NANNOFOSSILS IN THE CENTRAL PARATETHYS	CALCAREOUS NANNOFOSSILS (Martini 1971)	CALCAREOUS NANNOFOSSILS Mediterranean (Fornaciari & Rio 1996)		
Time (Ma)	Polarity	Chcono- zones	Series	Subseries	Stage								
12		12.014	MIOCENE	MIDDLE	Serravallian	Sarmatian	MN-7-8		NN6	b			
		C5A									a		
		13.015											
13		13.015			Upper Bull. - Bol. zone	MMi6	b						
		C5AA 13.369											
		C5AB 13.734			13.654	MMi5	c						
		C5AC											
14		14.194			Badenian	Upper Agg. Foram. zone	a			MN-6	b	NN5	b
		C5AD											
		14.784			Lower Lagenid zone	MMi4	a			MN-5	a	NN4	a
		C5B											
15		15.974	Langhian	Karpatian	MMi3	MN-5	a	NN4	b				
		C5C											
16		15.974											
		16.303											
17		17.235											

Korelace a významné bioeventy badenu CP (Kováč, Andreyeva, Brzobohatý et al. 2007)



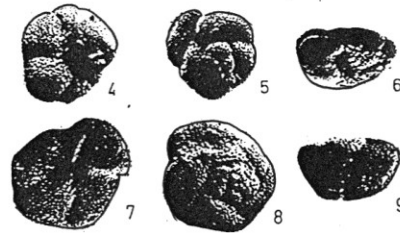
Izotopová stratigrafie a sekvenční stratigrafie, vztah k badenu CP (Kováč, Andreyeva, Brzobohatý et al., 2007)



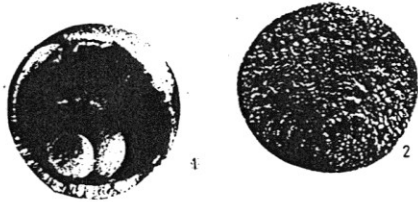
Široká komunikace, marinní sedimentace ve všech pánvích CP



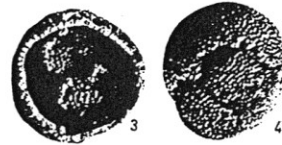
*Uvigerina macrocarinata* P.-T.



*Globorotalia bykovae* (Ais.)



*Orbulina suturalis* Br.

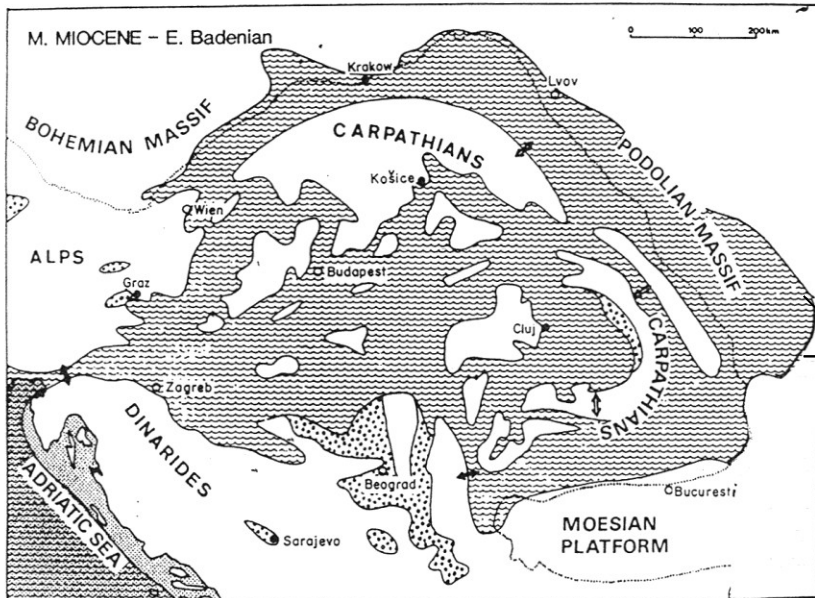


*Praeorbulina glomerosa* Bl.

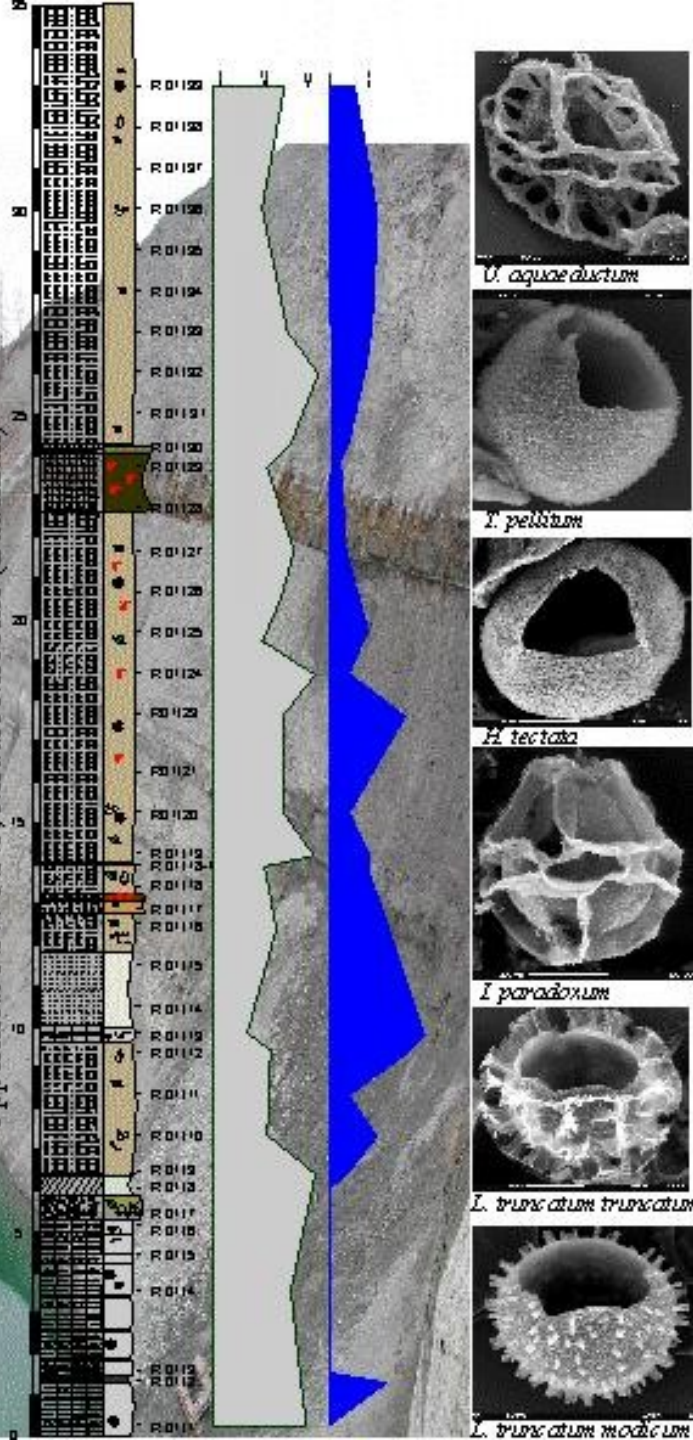
Klima: <humidní, srážky 1000-3000 mm /rok, četné deště v létě, nejchladnější měsíc =4-10 st.C (chladová minima cca 0 st. C.) => zhruba stejné jako v karpátu MAT 13-20 st. C.

Litologie: < pelity („tégly“), vápnité písky, řasové/mechovkové vápence

Vp: lanžhotské souvrství  
Kp: brněnské písky, nevrstevnaté vápnité jíly (tégly) řasové/mechovkové vápence



Uppermost NN4-NN5; Middle Miocene (Badenian)



Dinocysty – stratigrafické využití  
v badenu štyrské pánve  
(podle Soliman et Piller, 2006)

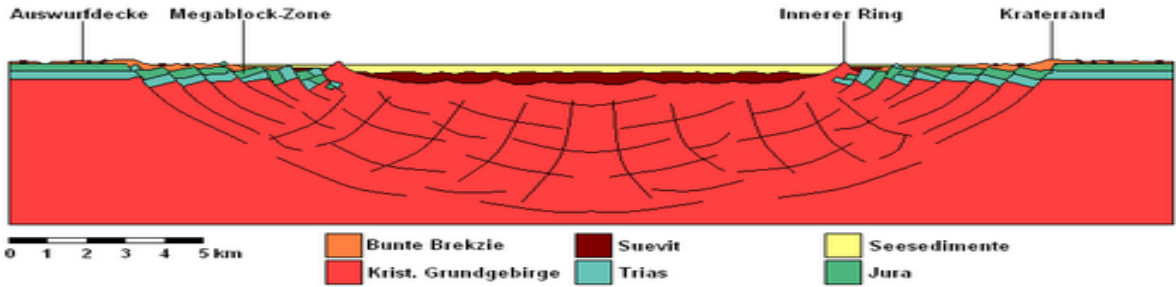
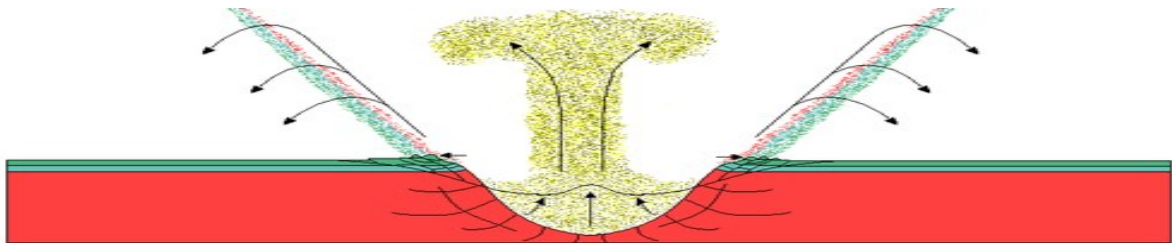
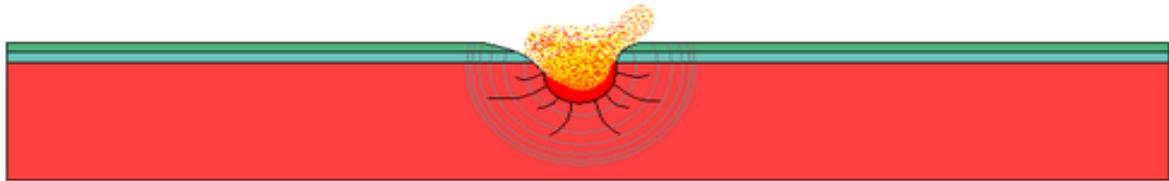
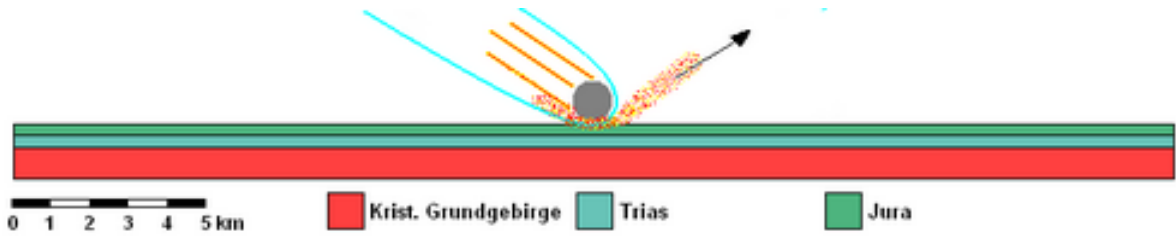
# Impakty, Bavorsko, 14.9 Ma

Ries

Steinheim

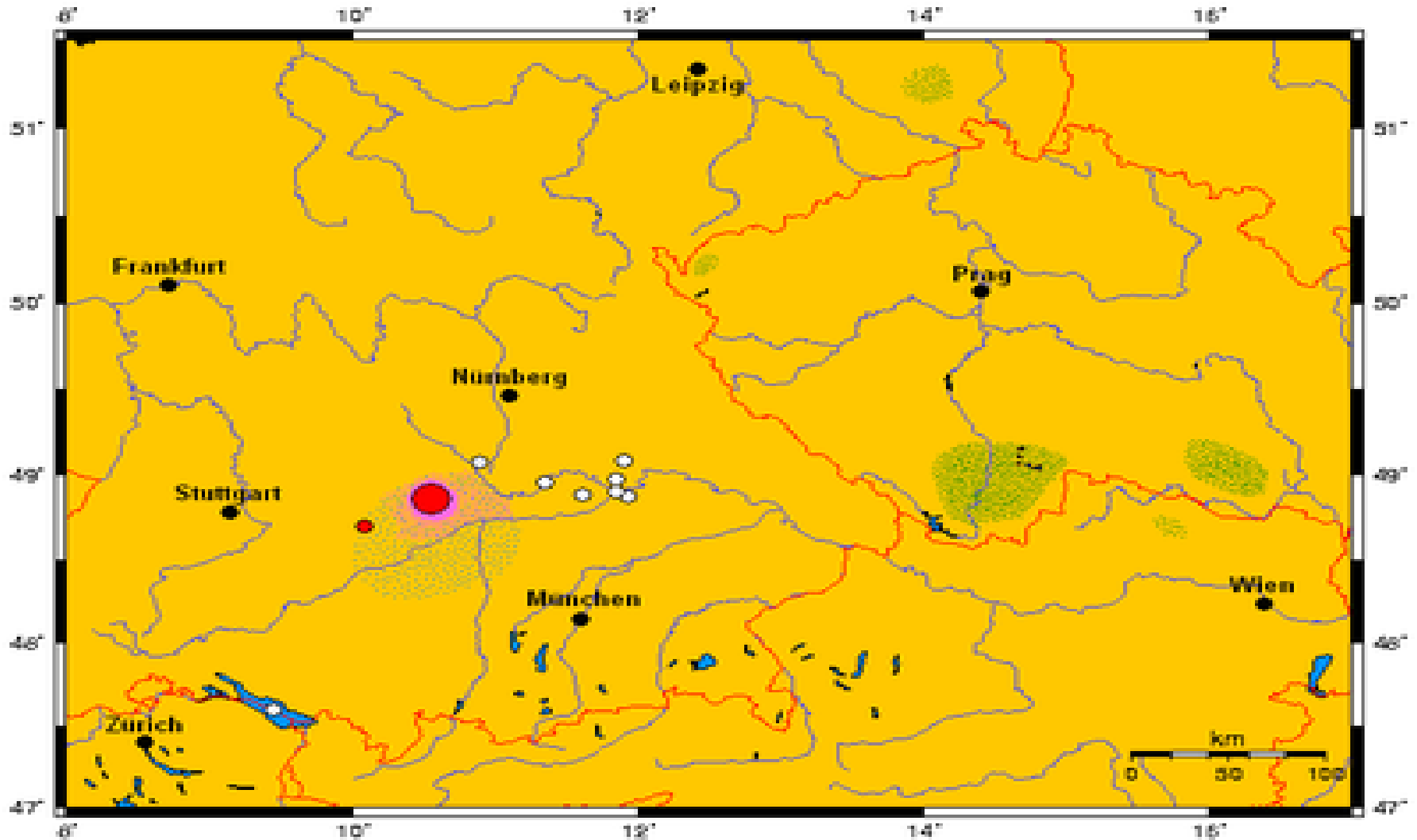


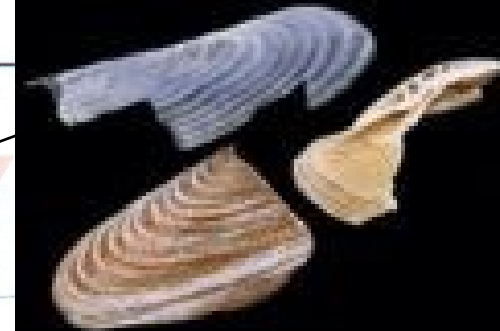
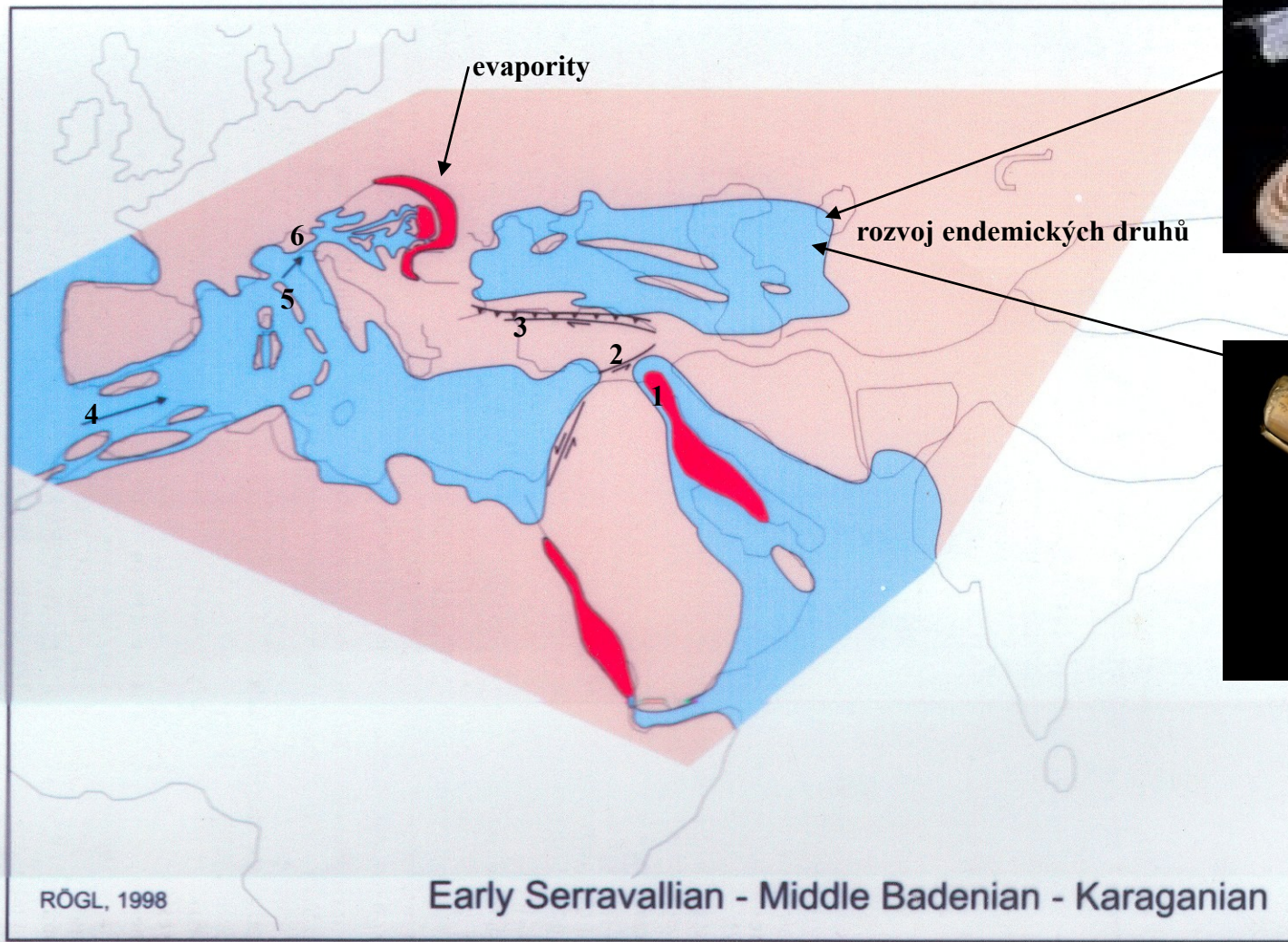
# Průběh impaktu Ries





**Distribuce materiálů spojených s impakty Ries a Steinheim, červeně- brekcie, sutě; modře – bloky vápenců; zeleně – rozptylová pole moldavitů**





*Pholas*



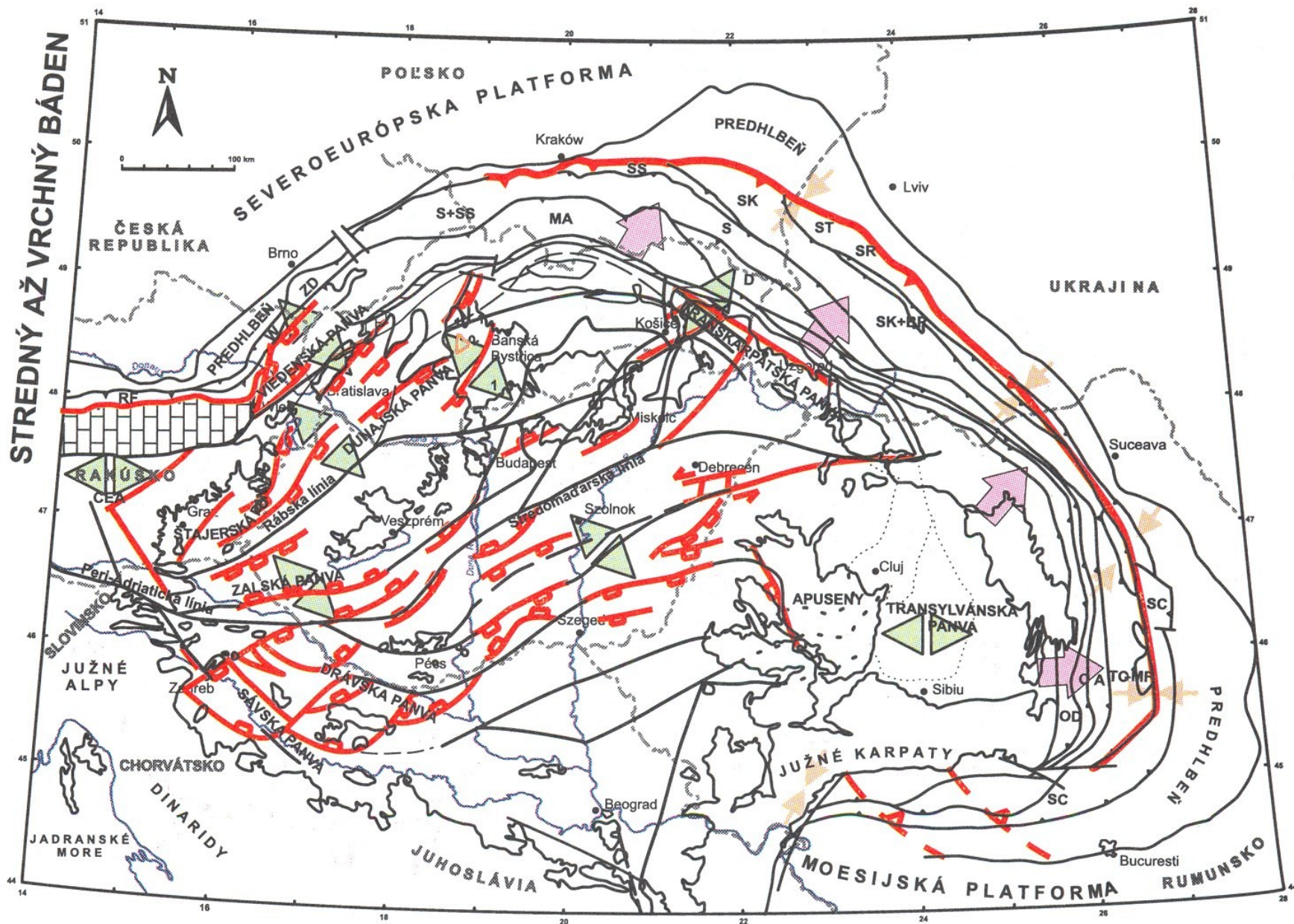
*Solen*

RÖGL, 1998

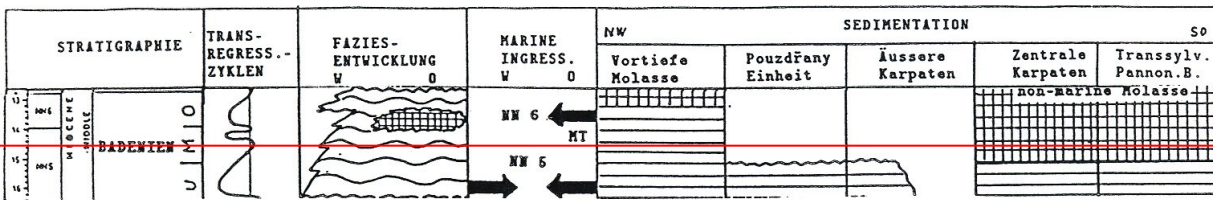
Early Serravallian - Middle Badenian - Karaganian

Serraval = období regrese (evapority), přerušeno spojení v Mezopotámii s Indikem (1) – bývá korelováno s rozšířením východoantarktického ledovce, změny v oceánském proudění (vyšší poměr delta O18 a delta C13) ; aktivní je levantský zlom (2) a anatolský zlomový systém (3), anatolská deska je vytlačována k Z; zvedají se Apeniny (5), spojení s Atlantikem nepřerušeno (4), slovinský korridor (6) nepřerušeno,

VP – změna režimu na brakický - karagan je již plně izolovaný s endemickou měkkýší faunou (*Spaniodontella*, *Solen*, *Pholas*), koncem karaganu se spojení k jihu opět otevírá (marinní sedimenty araxské deprese)



Hlavní tektonické fenomény karpatsko-pannonské oblasti ve středním-svrchním badenu (Kováč 2000)



*Globigerina druryi* Ak.



*Uvigerina brunnensis* Karr.



*Trachyrincus trachyrincus* (Risso)

CP – dobré spojení přes slovinský koridor, převážně mořský režim, místy již faciální změny,

- komprese v externidech pokračuje,

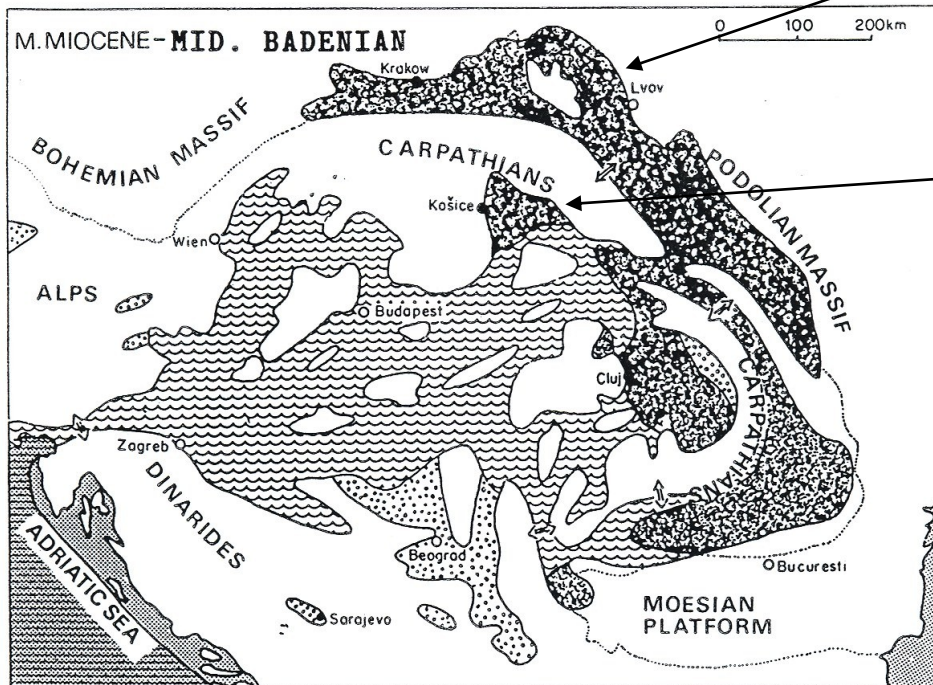


výzdvih, zvýšená eroze, uzavírání dílčích pánví, rozsáhlé ukládání evaporitů (zvláště ve vyšší části stř. badenu - pokračuje až do svr. badenu), sádrovce a hality v Kp v Polsku, Ukrajině a Rumunsku,

v zaobloukové oblasti výzdvih především j. Slovenska



změlnění pánví a ukládání evaporitů, J. Slovensko, ale také transylvánská a transkarpatská pánev



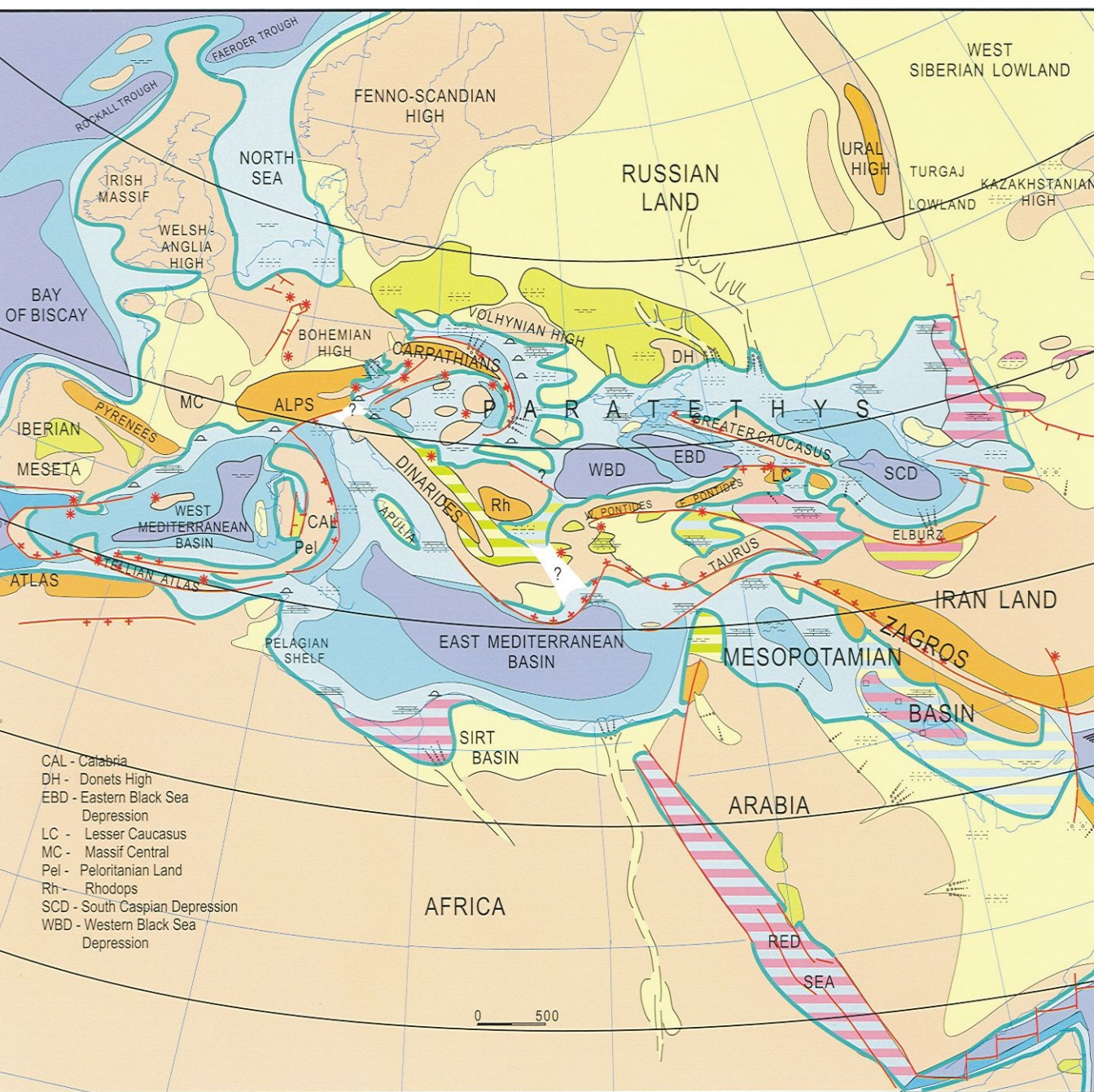
Litologie: v pánvích převaha vápniých jílu, na okrajích pak řasové, mechovkové etc. vápence, izolace pánví vede k endemismu (*Globigerina druryi*, *Uvigerina brunnensis*)

Řada druhů dokládá ještě dobré spojení s otevřeně mořským resp. oceánským prostředím (např. lokalita Walbersdorf v jv. Rakousku, hlubokovodní ryby – *Trachyrincus*)

NN6-NN7

stř. serravall – svrchní baden - konk

14 -13 Ma



Pokračují zdvihy v Appeninách, Jižních Alpách a Karpatech, litavská fáze zvedla výrazně alpsko-karpatsko-dinarské řetězce

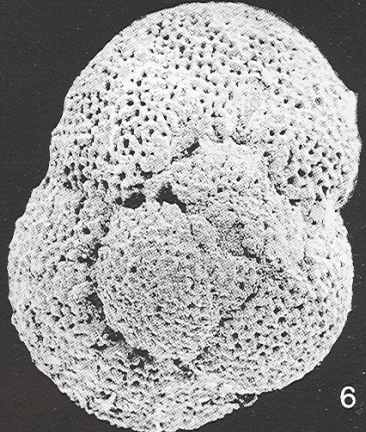
VP spojena s Mediterránem na JV opět otevřenou araxskou cestou a kolem Malého Kavkazu, obecně ve VP převládala mělkovodní sedimentace s četnými evapority, v závěru konkka se snížila i salinita na ~ 20 ‰. Krátký návrat k mořským podmínkám lze pozorovat v nejvyšším badenu („mořská rekurence“ Kollman 1965 – i ve štýrské pánvi)

Spojení s Indikem přes Východní Anatolii doloženo (Indopac. prvky: *Rhabdosphaera poculi*, radiolárie, velcí pekténi – *Chlamys lilla*, *Ch. scissa*)

Spojení s Atlantikem se komplikuje ostrovní oblastí (příkrovy)

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

CAL - Calabria  
 DH - Donets High  
 EBD - Eastern Black Sea Depression  
 LC - Lesser Caucasus  
 MC - Massif Central  
 Pel - Peloritian Land  
 Rh - Rhodops  
 SCD - South Caspian Depression  
 WBD - Western Black Sea Depression



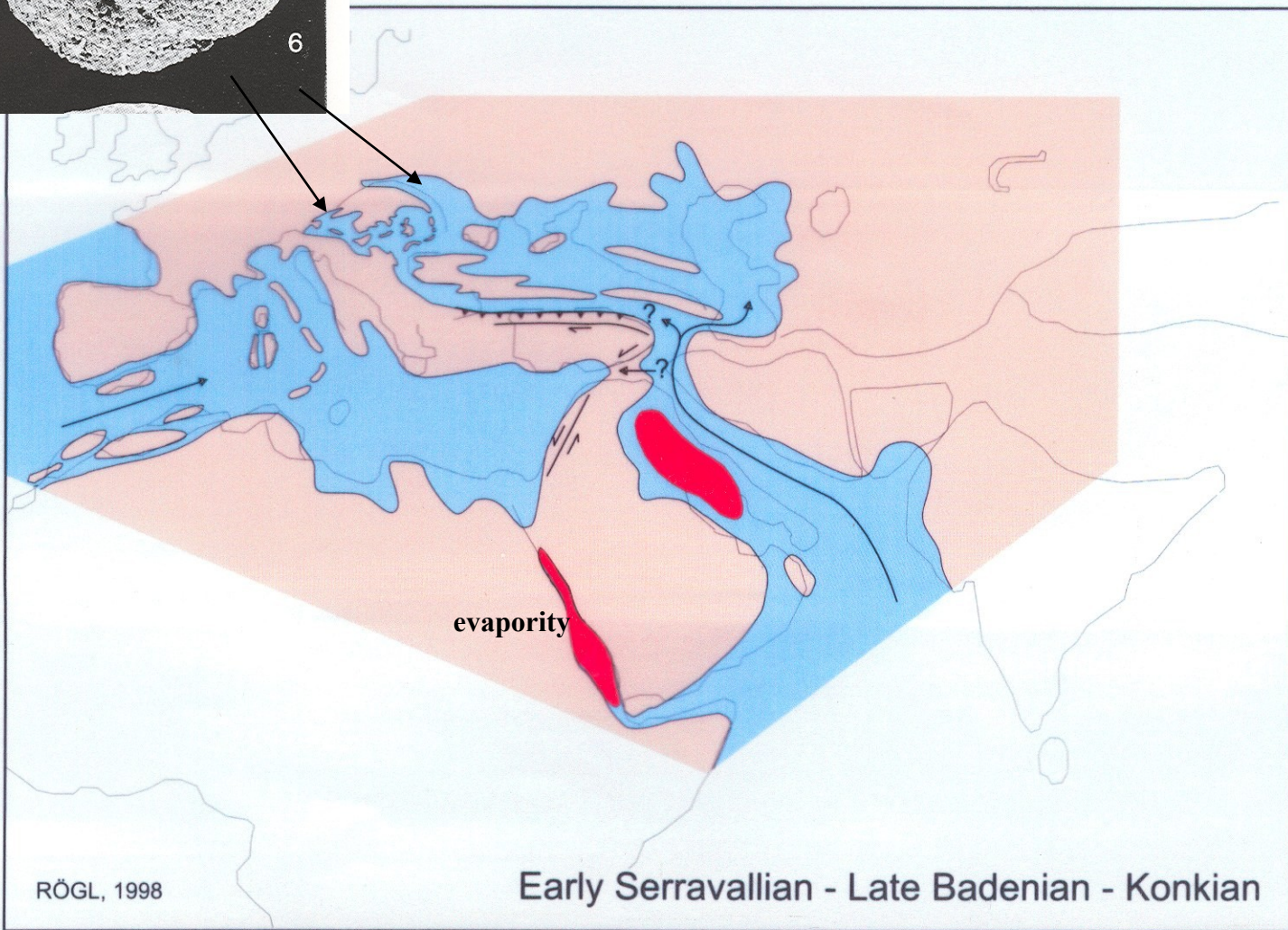
6

*Velapertina indigena*

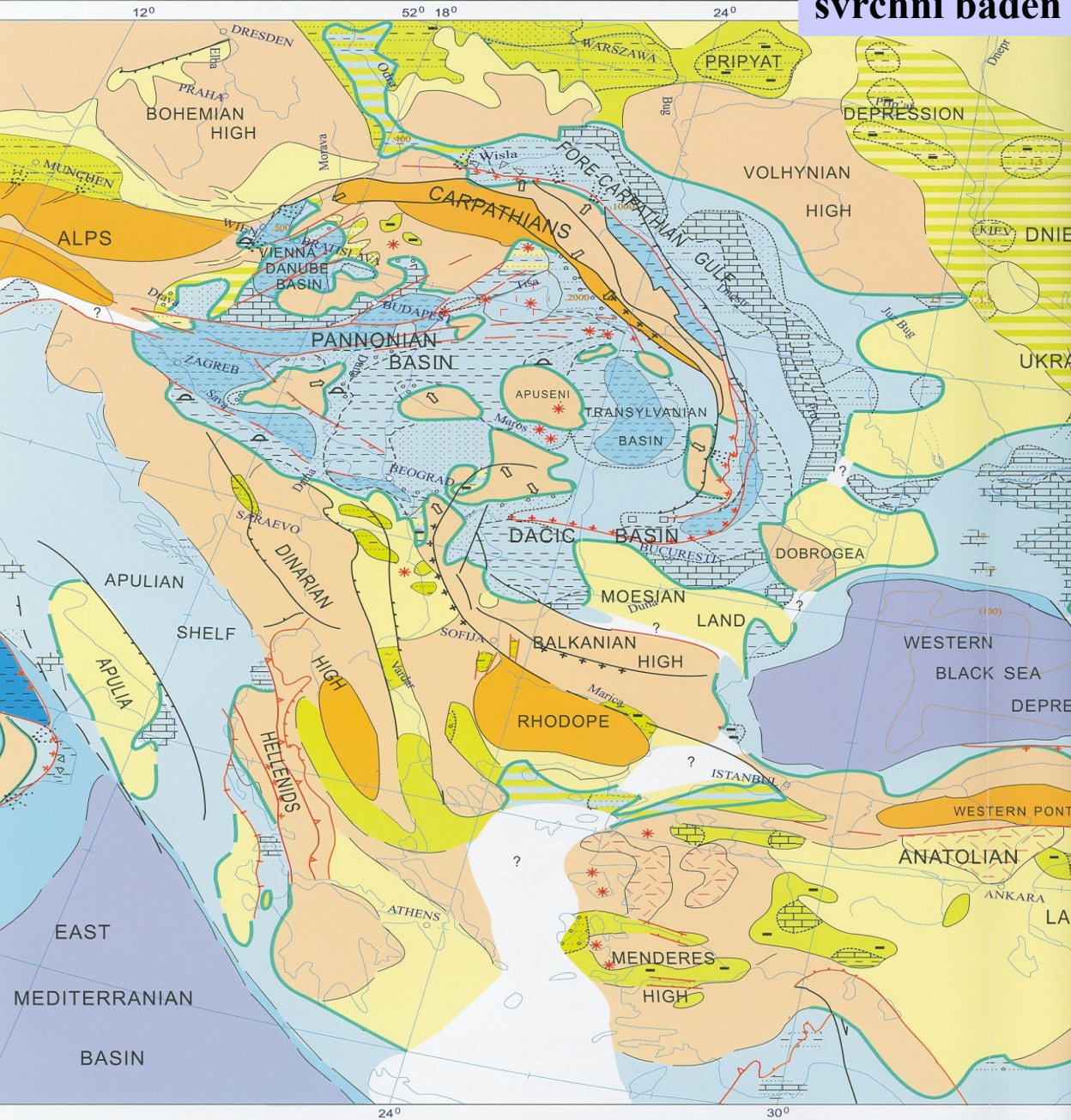
Lucz.

(svrchní baden)

*Velapertina* jako typický planktonní prvek  
svrchního badenu a její problematika  
(dnes uváděna i ze středního a pozdního miocénu  
Ekvádoru a Kalifornie)



## svrchní baden



V Karpatech v tomto období nejintenzivnější příkrovová tektonika (posun subdukce do Východních Karpat), v závěru badenu došlo ke zpomalení pohybů => obnovila se mořská sedimentace novou transgresí. Spojení slovinským koridorem je diskutováno (doklady zatím nejsou jednoznačné), spojení pouze k východu (VP)

Doloženo je propojení východoslovenské transkarpatské a transylvánské p.

V transylv. pánvi hlubokovodní pelity s radiolariemi a pteropody r. *Spiratella*

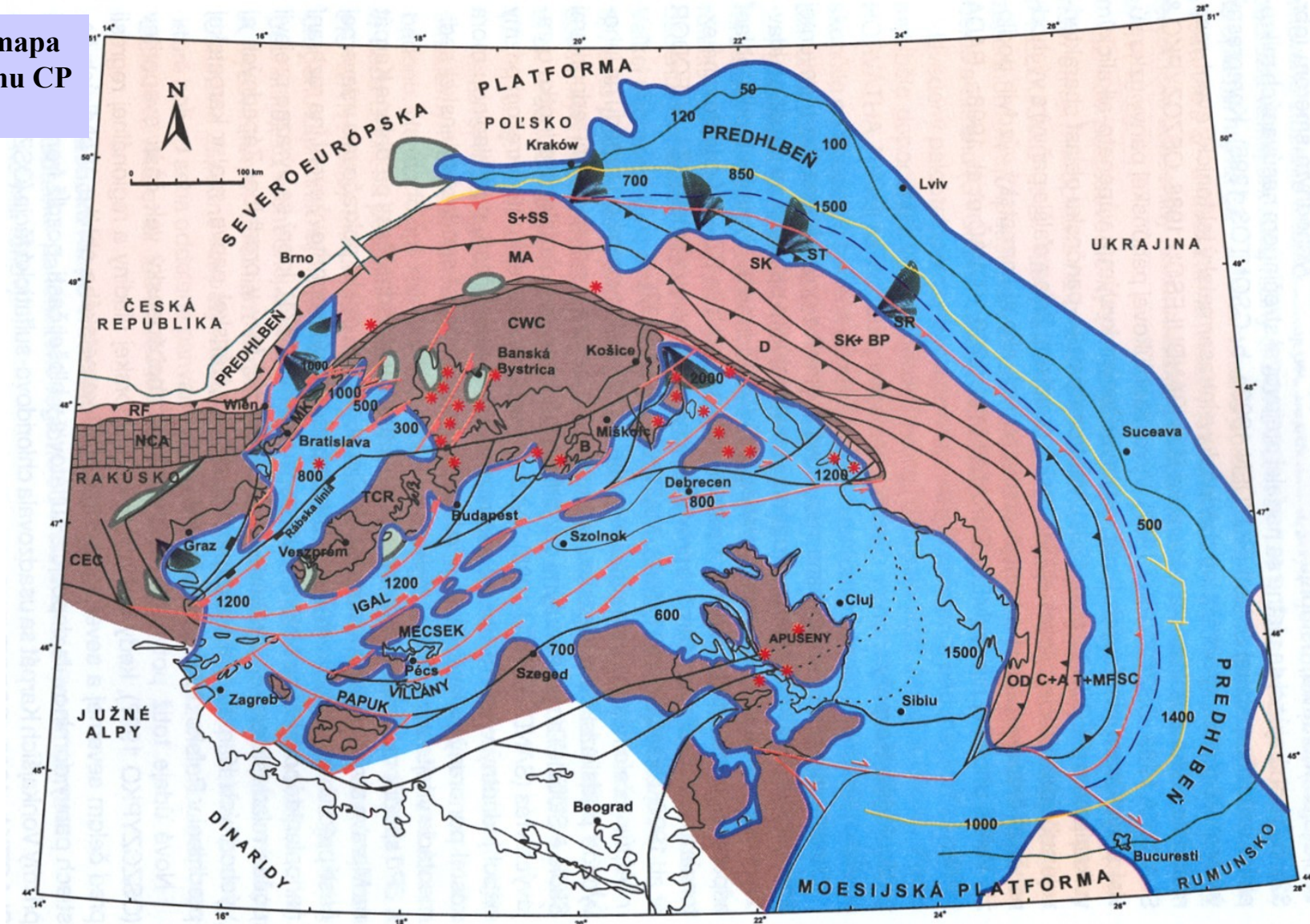
Depocentra v pannonské oblasti prohloubila extenze vlivem aktivity pláťového diapiru

Klima se postupně ochlazuje – konec tzv. miocenního klimatického optima

Andezitový vulkanizmus především v Apuseni a Stř. Maďarsko – 2-3000m mocné

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

**Palinspastická mapa  
svrchního badenu CP  
(Kováč 2002)**



- Viz: - předhlubeň na Moravě souší (pouze opavský záliv jako uzávěr předhlubně v Polsku-Ukrajině-Rumunsku)  
 - flyšové jednotky plně vyzdviženy, Centrální Západní Karpaty téměř na místě  
 - Vp jako „pull-apart basin“  
 - široká sedimentace v pannonské oblasti a transylvánské pánvi



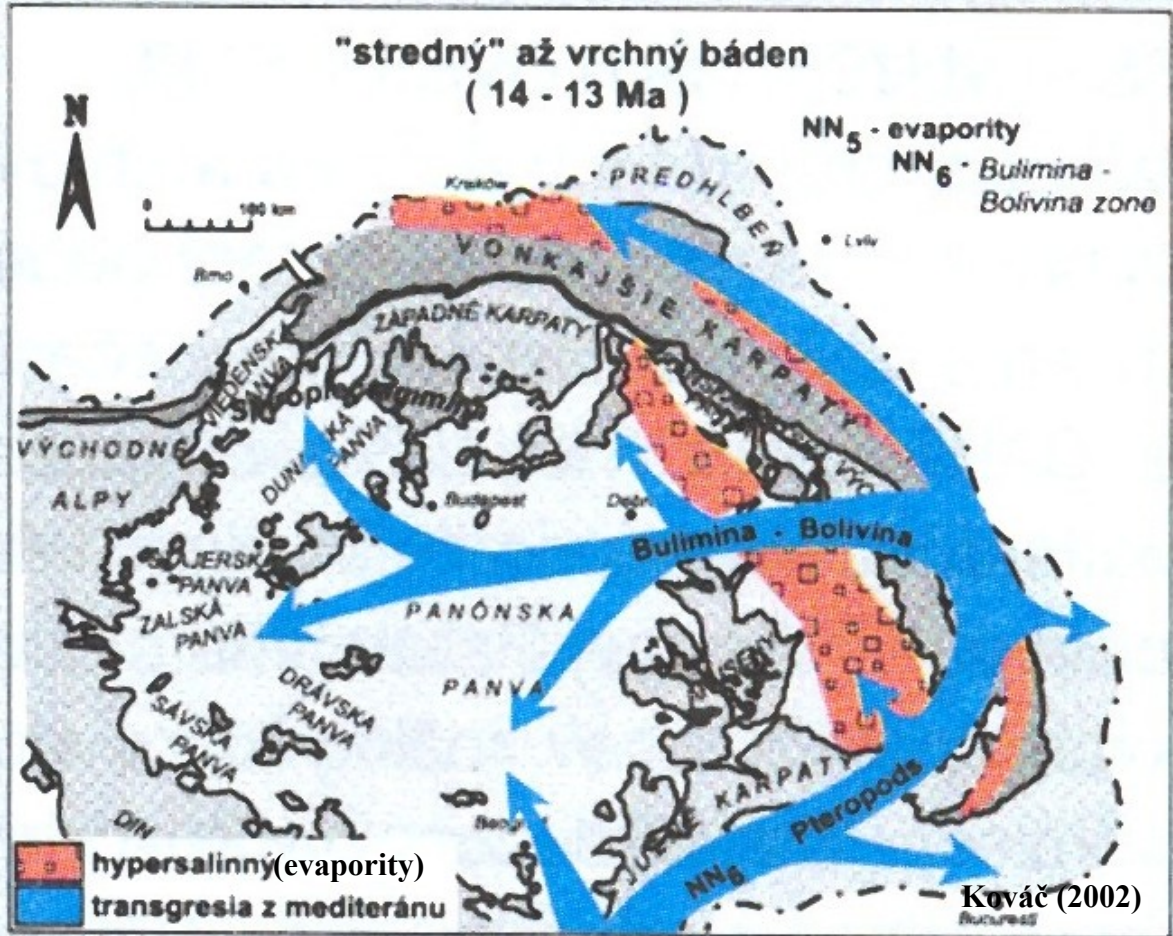
**Dtto**  
+ vysvětlivky

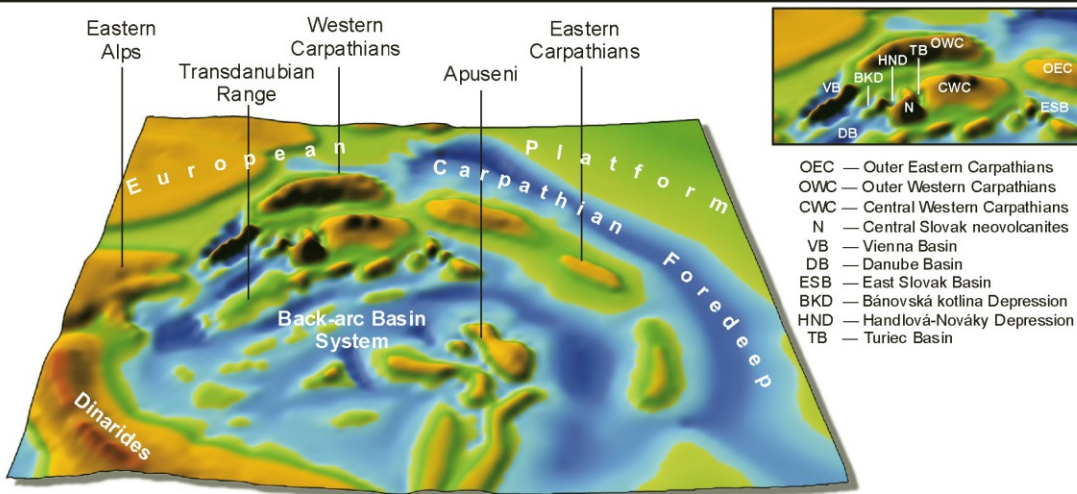


- uplifted Alpine-Carpathian externides*
- uplifted Alpine-Carpathian-Dinaride internides*
- Pieniny Klippen Belt*
- marine deposits*
- Quaternary deposits*

- deltas*
- \* *volcanic centres*
- 1200 *thickness of sediments*
- axis of Carpathian Foredeep*
- present margin of the Carpathians*

"stredný" až vrchný bádén  
(14 - 13 Ma)





### Floristická situace a krajina ve svrchním badenu

(„Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys“, KVAČEK et al., 2006)

- OEC — Outer Eastern Carpathians
- OWC — Outer Western Carpathians
- CWC — Central Western Carpathians
- N — Central Slovak neovolcanites
- VB — Vienna Basin
- DB — Danube Basin
- ESB — East Slovak Basin
- BKD — Bánovská kotlina Depression
- HND — Handlová-Nováky Depression
- TB — Turiec Basin

**CP: převládá smíšený les typický pro teplejší mírné podmínky. Jen v Záp. Karpatech a na Ukrajině širokolistý opadávající les – vliv hor a ochlazení. Vysokohorské podmínky klesly do výšek cca 1200 m (*Cedrus, Tsuga*)**

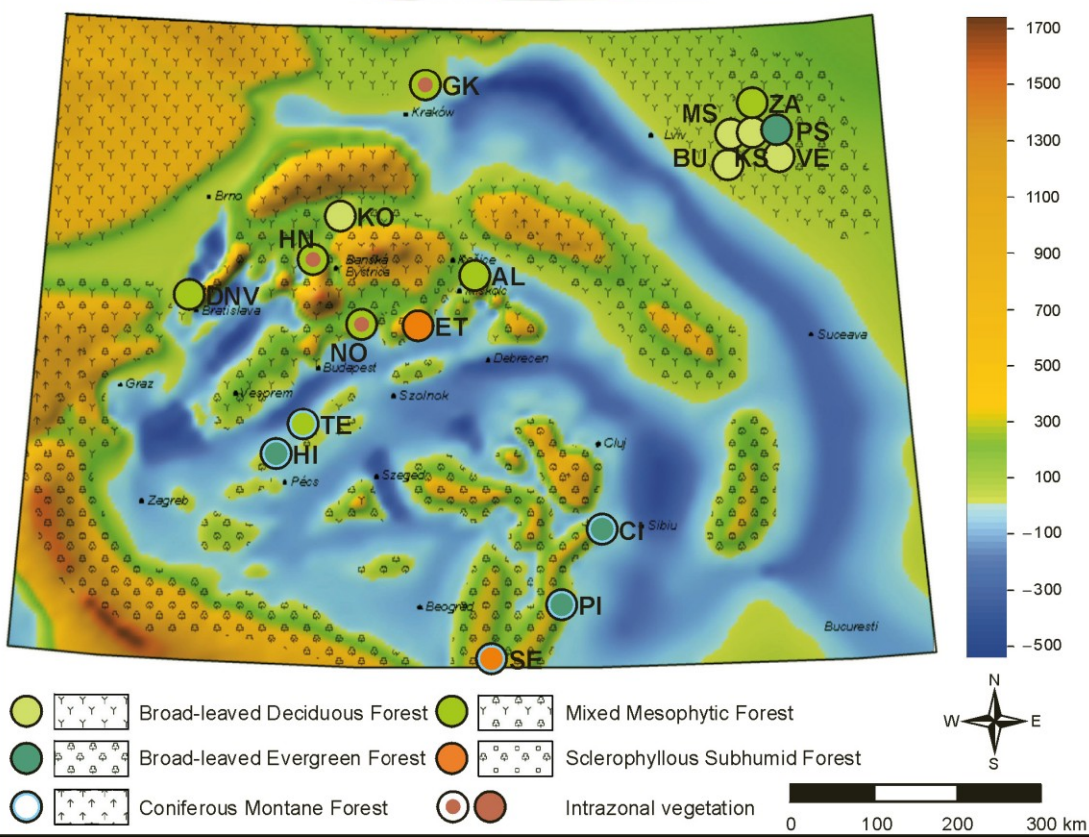
**V Rumunsku, Srbsku a Maďarsku – ještě teplomilné porosty se zbytky subtropických prvků ze sp./stř. ba**

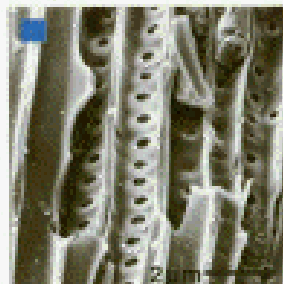
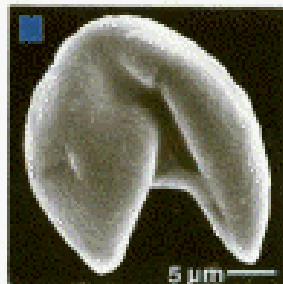
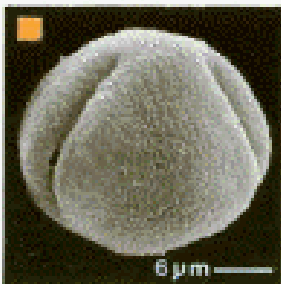
**Ve vnitrohorských depresích společenstva lignitotvorná -Handlová, Nováky.**



### Klima:

- ochlazení, konec mioc. klimatického optima
- snížení MAT (16 – 10? st. C) oproti karpátu o cca 3 st. C
- nejchladnější měsíc –2 st. C,
- srážky zůstávají vysoké a udržují humidní podmínky
- zřetelný teplotní šířkový gradient,
- tyto podmínky zůstávají až do stř. pannonu





Střední miocén – Lesy v Porýní (Utescher, 1997),  
žlutá - *Nyssa* , modrá - *Taxodium*

## **Baden - Souhrn**

**Během badenu představovala CP epikontinentální moře s občasnou komunikací s VP a Mediterránem.**

**Počáteční badenská transgrese zastoupená vývoji s *Praeorbulina glomerosa* uvnitř zóny NN 4 (okolo 15.97 Ma) dosáhla do severových. chorvatské p., štyrské p., jihoslovenské p., dolnorakouské molasy a transylvánské p.**

**Transgrese se šířila prostřednictvím slovinského koridoru stejně jako druhá fáze transgrese, která již obsahuje společenstva s *Orbulina suturalis* nastupující okolo 15.1 Ma a zaplavující celý systém pannonských pánví, (tedy celou chorvatskou, vídeňskou, dunajskou, východoslovenskou pánev) a dále i karpatskou předhlubeň.**

**Izolace ve středním badenu vyústila do salinitní krize v oblastech východních částí CP a ukládání evaporitů v předhlubni, transylvánské a transkarpatské pánvi.**

**Závěrečná mořská transgrese ve svrchním badenu se odehrálo okolo 13.6 Ma a pokryla celou zaobloukovou oblast CP a severní a východní část Kp. Je doložena druhem *Velapertina indigena* a společenstvy zóny NN6. Místo a průběh propojení s Mediterránem jsou diskutovány a nejsou zcela jednoznačné.**

**Koncem badenu začíná závěrečná izolace CP vůči otevřenému moři.**

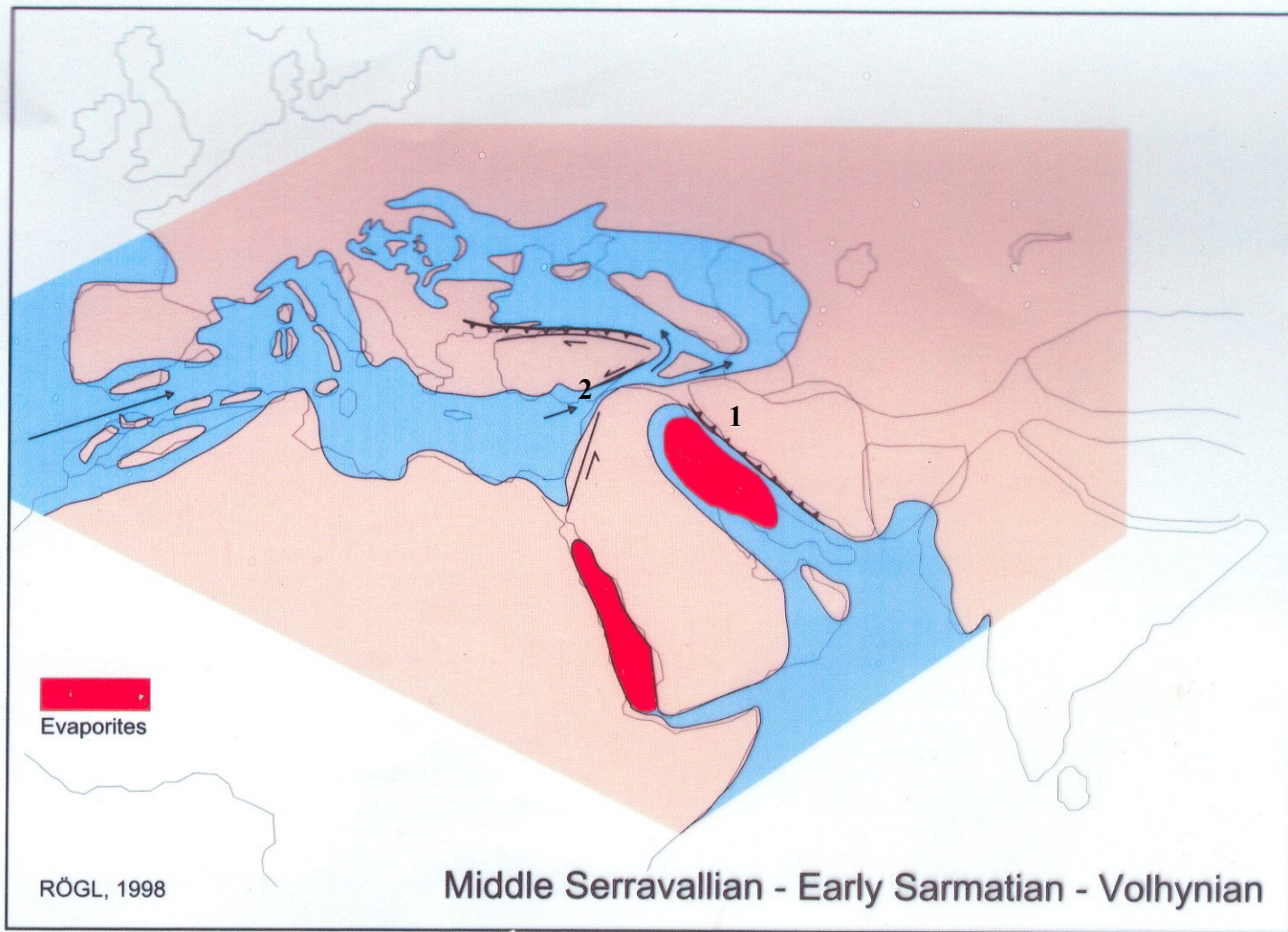
**Klima v badenu je dokumentováno především terestrickými společenstvy jako široce uniformní stabilně subtropické s mírným ochlazováním moře v závěru středního badenu a se severojižním gradientem nastupujícím od spodního badenu.**

**Výraznější biogeografická diferenciacie je však pozorována až během svrchního badenu. V tomto období lze také pozorovat stratifikaci vodního sloupce a hypoxické podmínky na dně pánví v celé CP.**

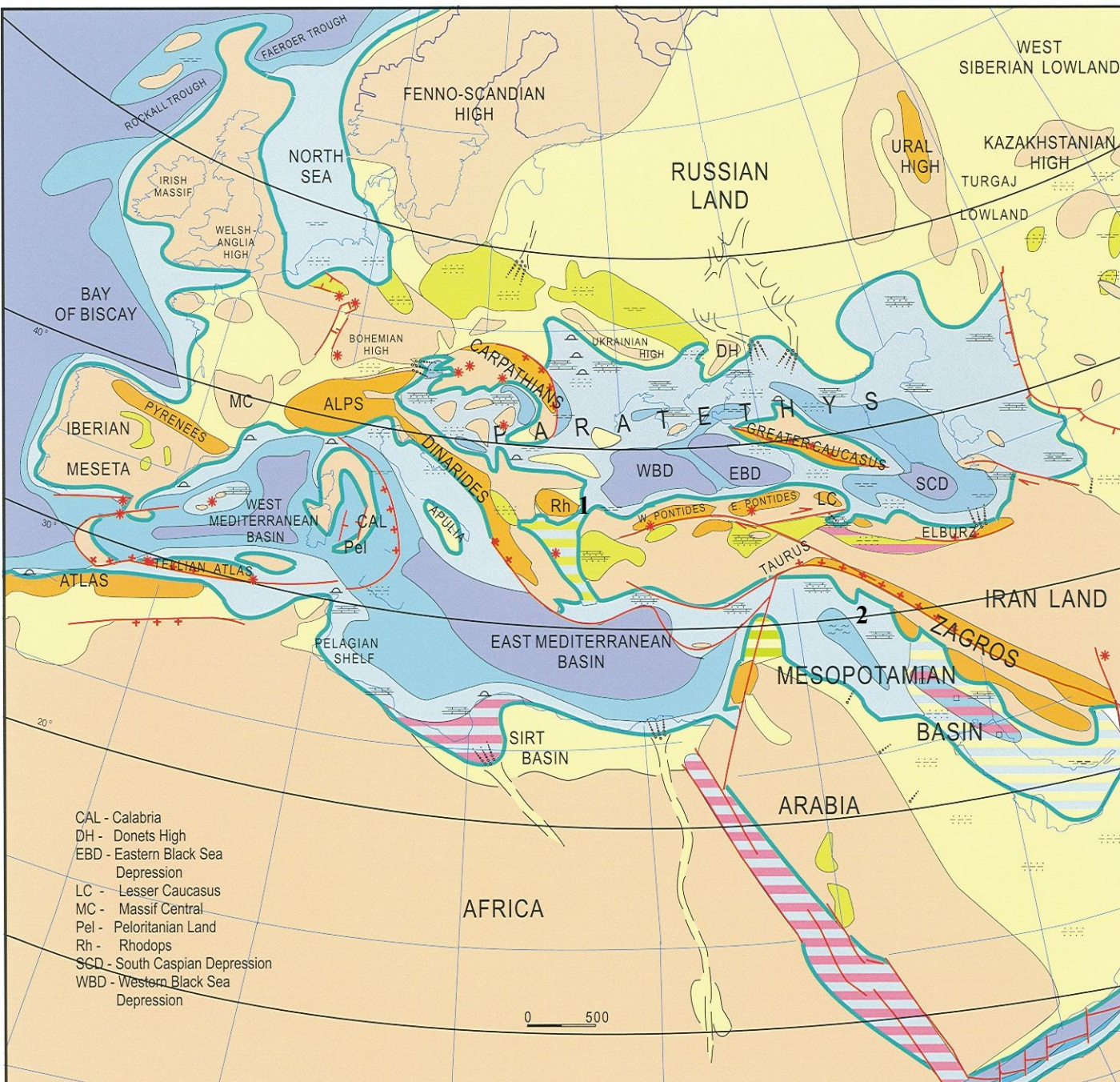
**Badenská sekvenční stratigrafie je ovlivněna jak globální eustasií tak regionálními tektonickými faktory. Lze rozlišit až 3 cykly třetího řádu relativního kolísání hladiny, které lze srovnat s celosvětovými cykly jen velmi zhruba.**

**Spodní a střední baden lze srovnávat s globálními výkyvy světové hladiny cyklů TB 2.3 a TB 2.4 a svrchní baden pak s cyklem TB 2.5 (viz Haq et al. 1988)**

sarmat



- V časném sarmatu ještě otevřená araxská cesta (1), poté již jen komunikace VP s Mediterránem (2)
- spojení s Indikem - zvedání/uzavření – četné evapority



-Spojení s otevřeným oceánským prostředím uzavřeno, všude mělkovodní společenstva

-Paratethys => ve sp. Sa ještě mořská sedimentace u okrajů mixohalinní, ve vyšším sarmatu až hypersalinní podmínky (doklady: forams, měkkýši, serpulidní červi, mechovky, červené řasy, diatomy) – oolity, tlustoskořepatí měkkýši, marinní cement etc.

Tyto rysy od okrajů na Z a do VP

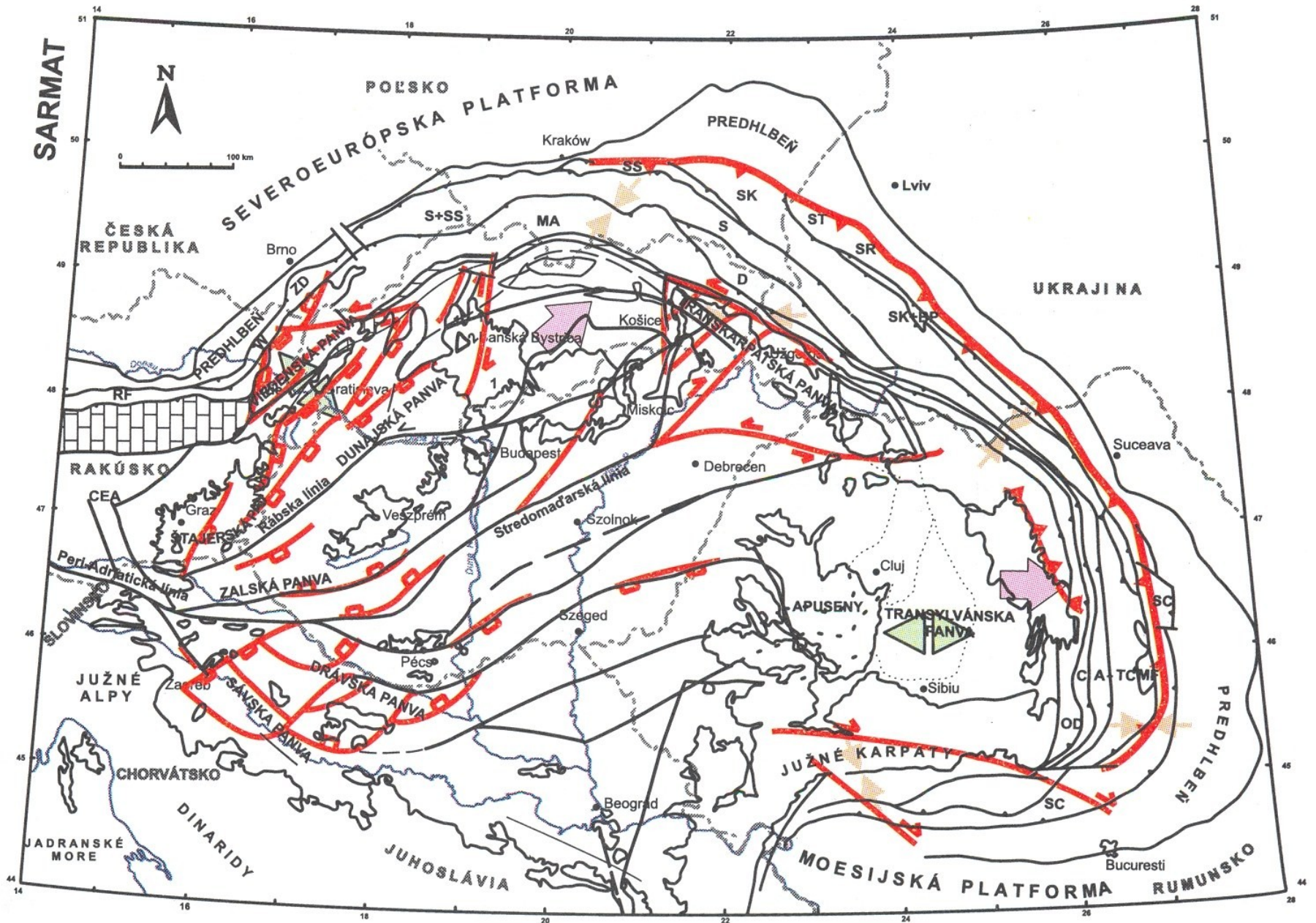
-Úzká komunikace jen v oblasti jižní Anatólie (1), hluboká pánev jižně čela Zagrozu (2) se uzavírá a v oblasti Perského zálivu sedimentují mělkovodní vápence a evapority jako okrajové uloženiny Indiku

-stratigrafické korelace – ve VP *Discoaster kugleri* (=NN7)

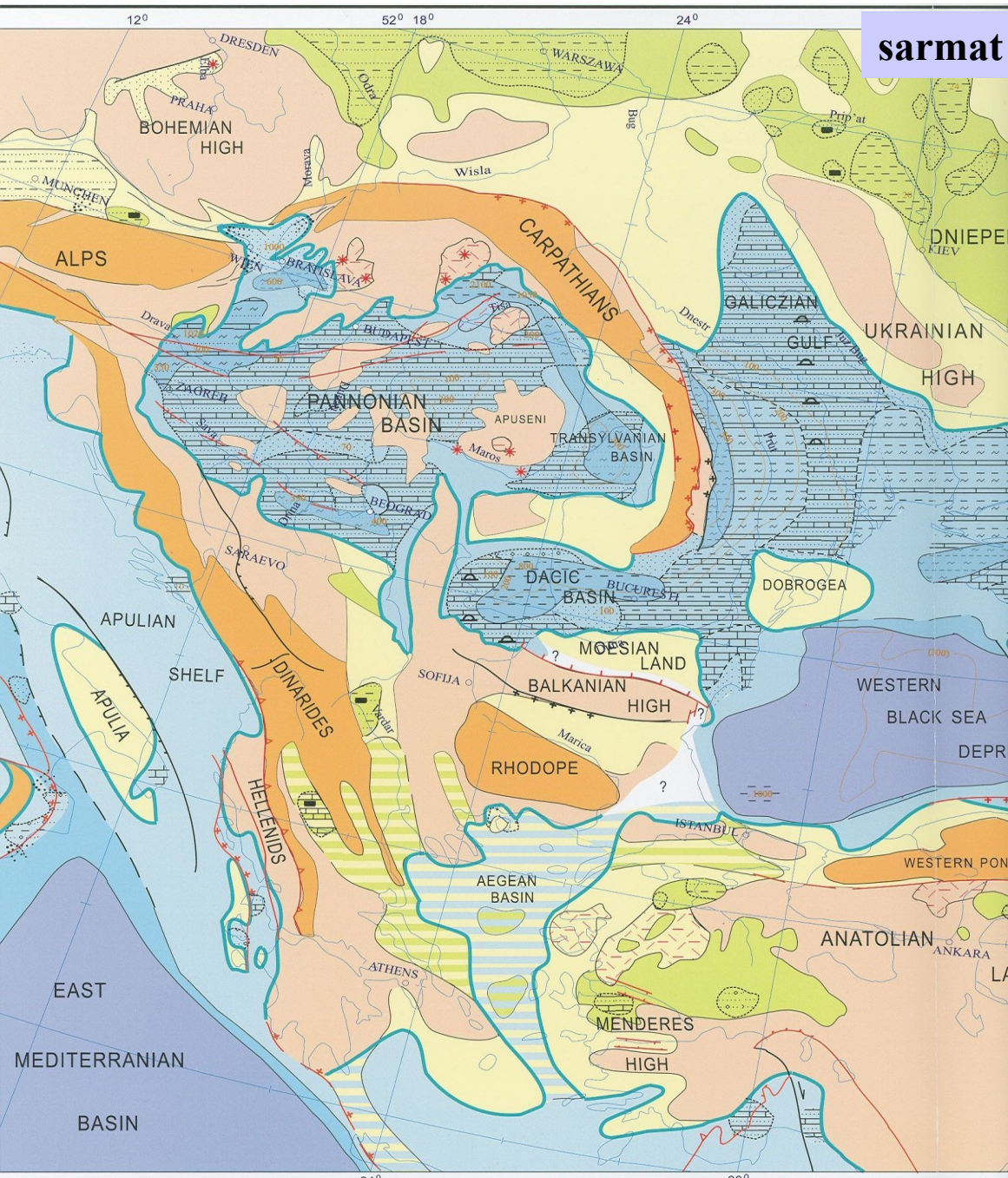
- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- evaparity
- výšiny
- hory

CAL - Calabria  
 DH - Donets High  
 EBD - Eastern Black Sea Depression  
 LC - Lesser Caucasus  
 MC - Massif Central  
 Pel - Peloritian Land  
 Rh - Rhodops  
 SCD - South Caspian Depression  
 WBD - Western Black Sea Depression





Hlavní tektonické fenomény karpatsko-pannonské oblasti v sarmatu (Kováč 2000)



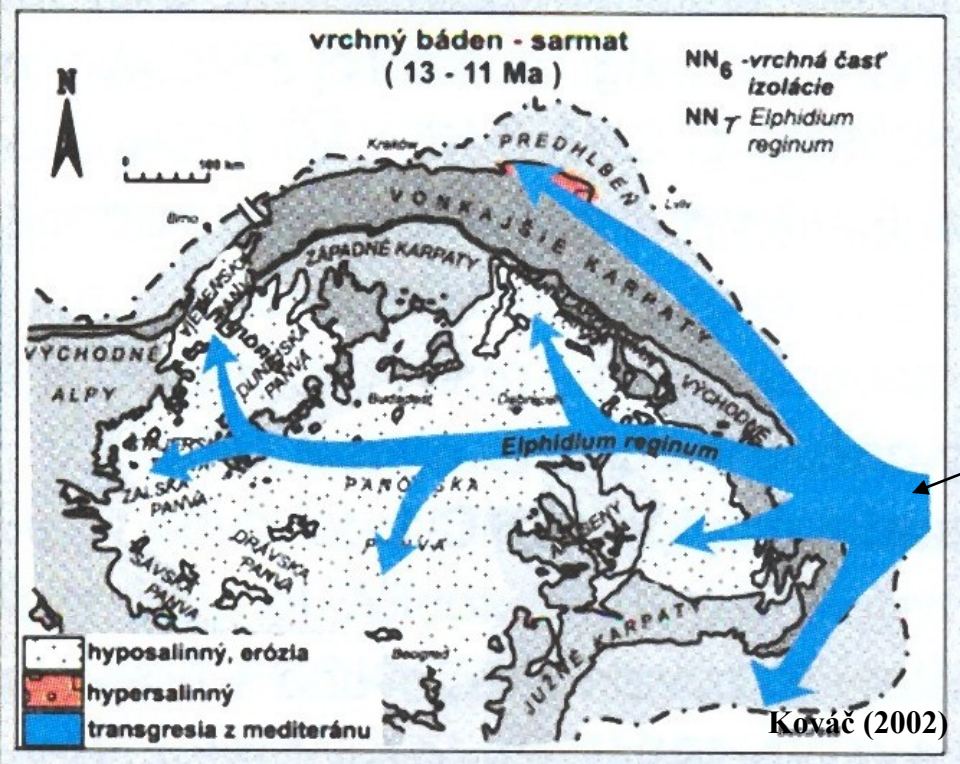
CP – vrcholí synriftové stadium zaobloukového vývoje = rychlá subsidence depocenter v okrajové oblasti panonského systému  
 -V s. části Vp svrchnokrystalní extenze (pull-apart), v j. celokorová extenze, podobně i v trans-karpatské pánvi,

-V týlu V. Karpat extenze provázána areálovým typem dacit. a ryolit. vulkanizmu, v předpolí pak hloubka subdukce pomáhá výstupu andezitů  
 -východoslovenská pánev = ráz meziobloukové pánve.

Voda v CP přesycena karbonáty s vysokou alkalitou => nástup a rozvoj červených řas, vermetidů a nubekulárií – rify tohoto typu jdou od Vp do euxinské oblasti

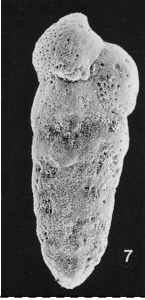


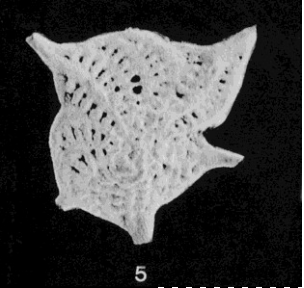
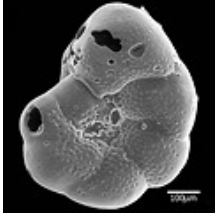
Forams: *Anomalinoidea*, *Elphidium*, *Porosonion*  
 Měkkýši: *Ervilia*, *Irus*, *Macra*, *Cerastoderma*, *Mohrensternia*, *Pirenella*

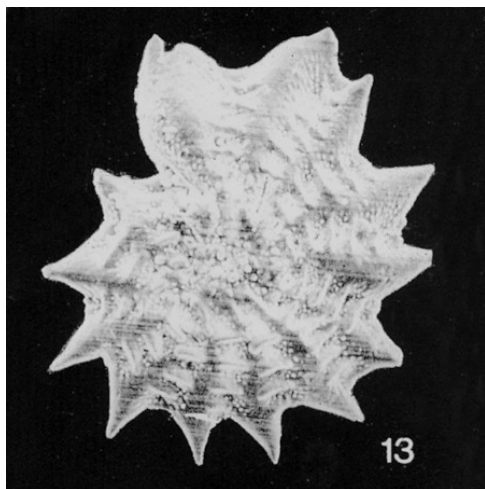
- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority



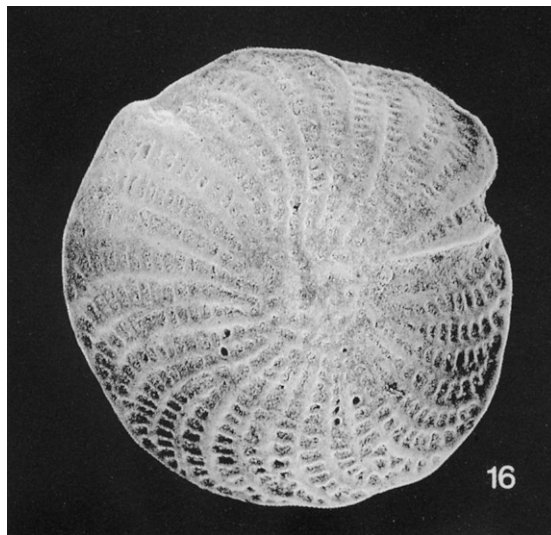
*Discoaster kugleri* Martini et Braml., miocén, USA – typický zástupce nanoplanktonu zóny NN7 (zjištěn ve volhynu VP)

Biostratigrafie sarmatu CP  
podle foraminifer

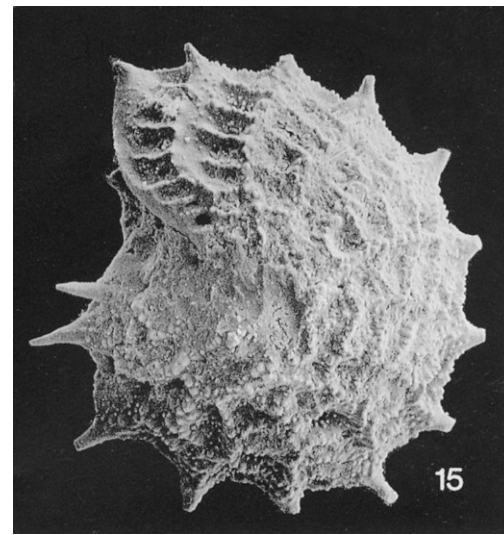
		Indexové foraminifery sarmatu	starší „zonace“ Vp
zóna <i>Porosonion granosum</i>		<i>Bolivina sarmatica</i> Didk. sarmat	<b>E</b>
		<i>Porosonion granosum</i> (d'Orb.)	<b>D</b>
zóna <i>Elphidium hauerinum</i>		<i>Elphidium hauerinum</i> (d'Orb.) sarmat	<b>C</b>
zóna <i>Elphidium reginum</i>		<i>Elphidium reginum</i> (d'Orb.) spodní sarmat	<b>B</b>
zóna <i>Anomalinoides dividens</i>		<i>Anomalinoides</i> sp. (aff. <i>dividens</i> )	<b>A</b>



*Elphidium josephinum* (d'Orb.)  
sarmat



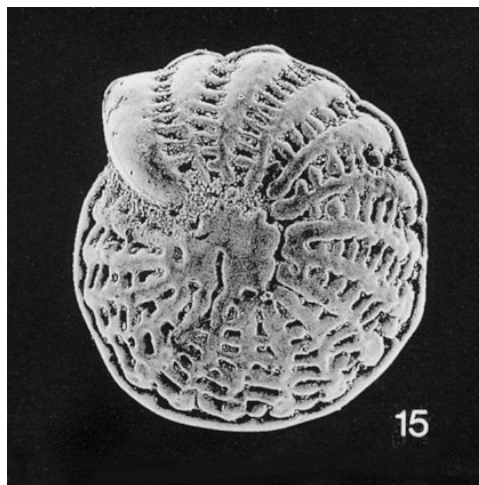
*Elphidium crispum* (Linne)



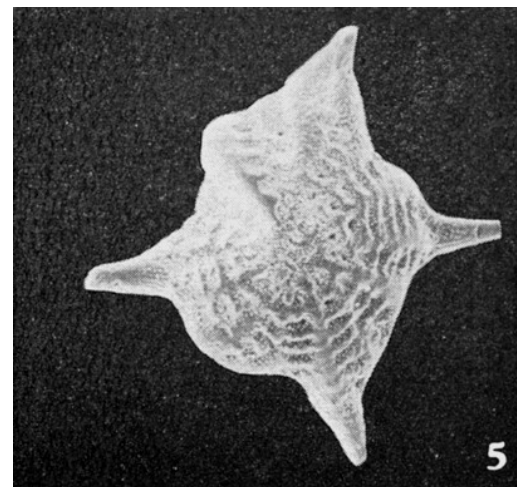
*Elphidium aculeatum* (d'Orb.)



*Elphidium fichtelianum* (d'Orb.)



*Elphidium flexuosum* (d'Orb.)

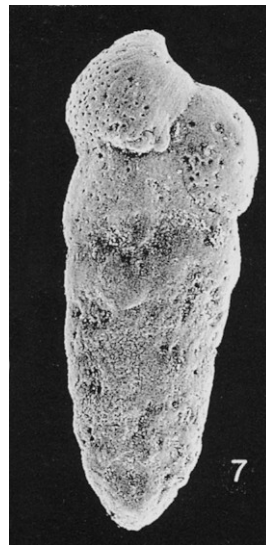


*Elphidium reginum* (Orb.)  
dunajská pánev,  
sarmat (Brestenská 1974)

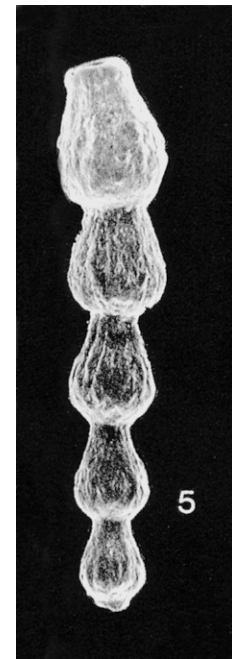
Další druhy elphidií (zóna B)



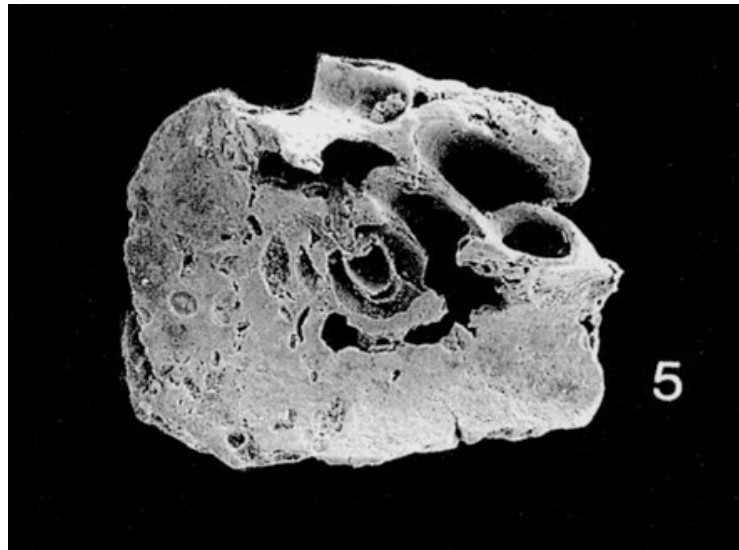
*Sarmatiella prima* Bogd.



*Bolivina sarmatica* Didk.  
sarmat



*Articulina sarmatica* (Karrer)



*Nubecularia tortonica* Krash.

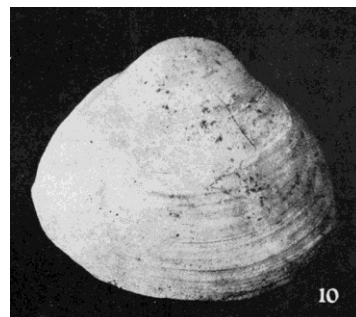
Ukázka foraminiferové fauny  
sarmatu (endemické druhy  
Paratethys)

Biostratigrafie sarmatu CP  
podle měkkýšů

Významné druhy mlžů  
jednotlivých zón

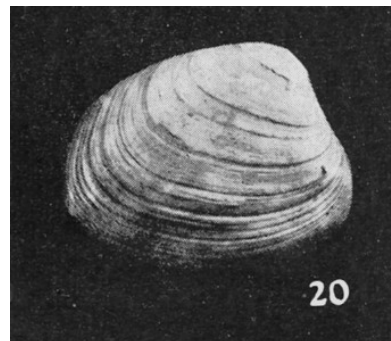
*Maetra* zóna

NARIS



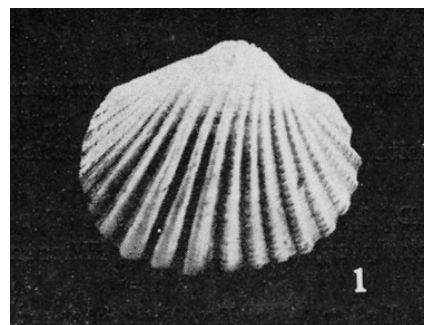
*Maetra vitaliana pallasi* (Baily)  
Nexing, „maktrové vrstvy“,  
sarmat (Papp 1974)

*Ervilia* zóna



*Irus gregarius gregarius* Partsch  
Wiesen, „erviliové vr.“ sarmat  
(Papp 1974)

*Mohrensternia* zóna



*Cerastoderma pseudoplicatum* (Fried.)  
Hollabrunn, „mohrensterniové vr.“  
sarmat, (Papp 1974)

pannon



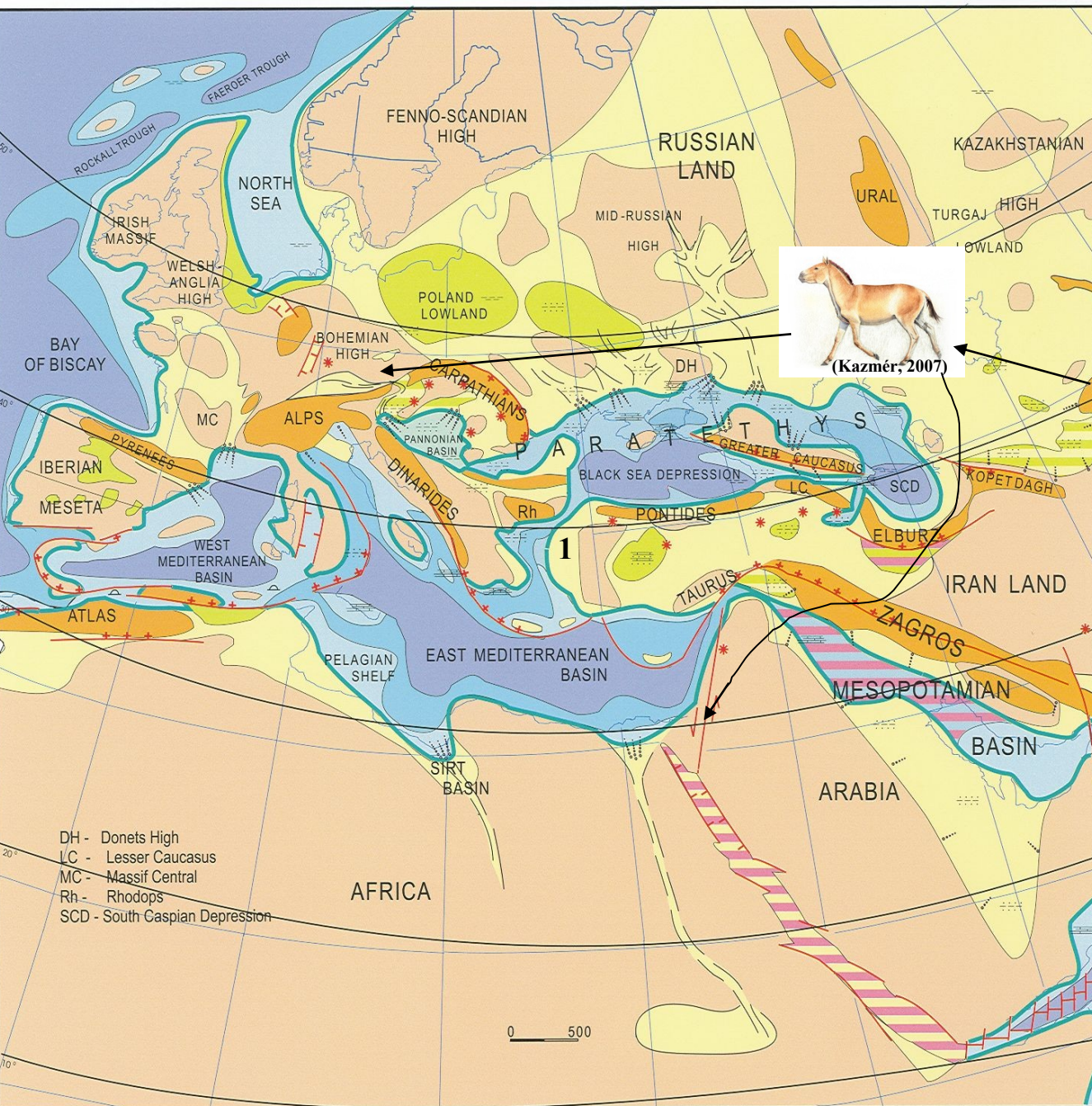
Výsledkem attické fáze orogeneze jsou zdvihy betické a maghrebské oblasti, které budou pokračovat a ovlivní situaci během messinu, Mediterrán má ještě normální salinitu.

Pokračuje evropská kontinentalizace, úplně končí sedimentace předalpské a předkarpatské oblasti, CP je silně odlišena od VP.

VP – komunikace s CP je silně omezena, - přetrvávají sarmatské podmínky (bessarab a cherson).

Ve sp. pannonu (B/C) migruje po propojení Ameriky a Asie (Beringia) tříprstý koník *Hippotherium* až do CP

V pozdním chersonu je VP izolována (evapority v černomořské oblasti), v meotu obnovení komunikace s Medit. (1) a ingrese z egejského moře přes oblast Bosporu a Dardanel => mixáž endemických a mediterránních faun



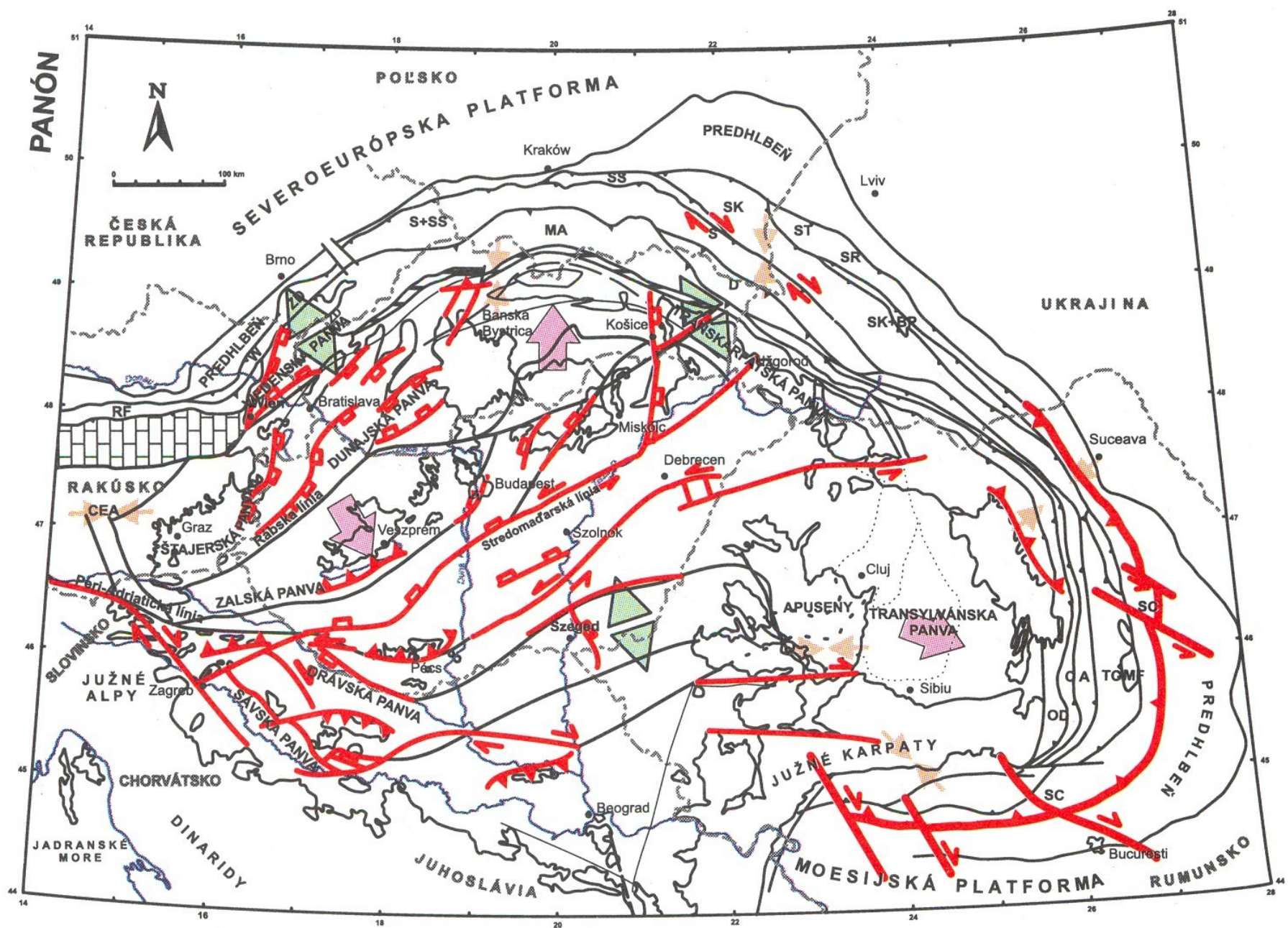
DH - Donets High  
 LC - Lesser Caucasus  
 MC - Massif Central  
 Rh - Rhodops  
 SCD - South Caspian Depression

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority



Das Molassemeer verliert die Verbindung zum Mittelmeer und zu anderen Meeren. Das Vorland von Alpen und Karpaten verlandet, innerhalb des Karpatenbogens entsteht vor ca. 11,5 Millionen Jahren der brackische Pannon-See. Die Donau fließt über Krems und Hollabrunn nach Nordosten und mündet im Raum Mistelbach in das vom Pannon-See erfüllte Wiener Becken.

nach Rögl/Repp (upraveno)



Hlavní tektonické fenomény karpatsko-pannonské oblasti v pannonu (Kováč 2000)

## svrchní pannon



CP – redukována pouze na pannonskou pánev a její satelity, salinita odpovídala cca dnešnímu Kaspiku => oproti sarmatu výrazně nižší diverzita faun (několik rodů měkkýšů a ostrakodů). Vzácné nálezy marinních nannos a dinocyst naznačují možnost, že mořské spojení nemuselo být zcela ztraceno.

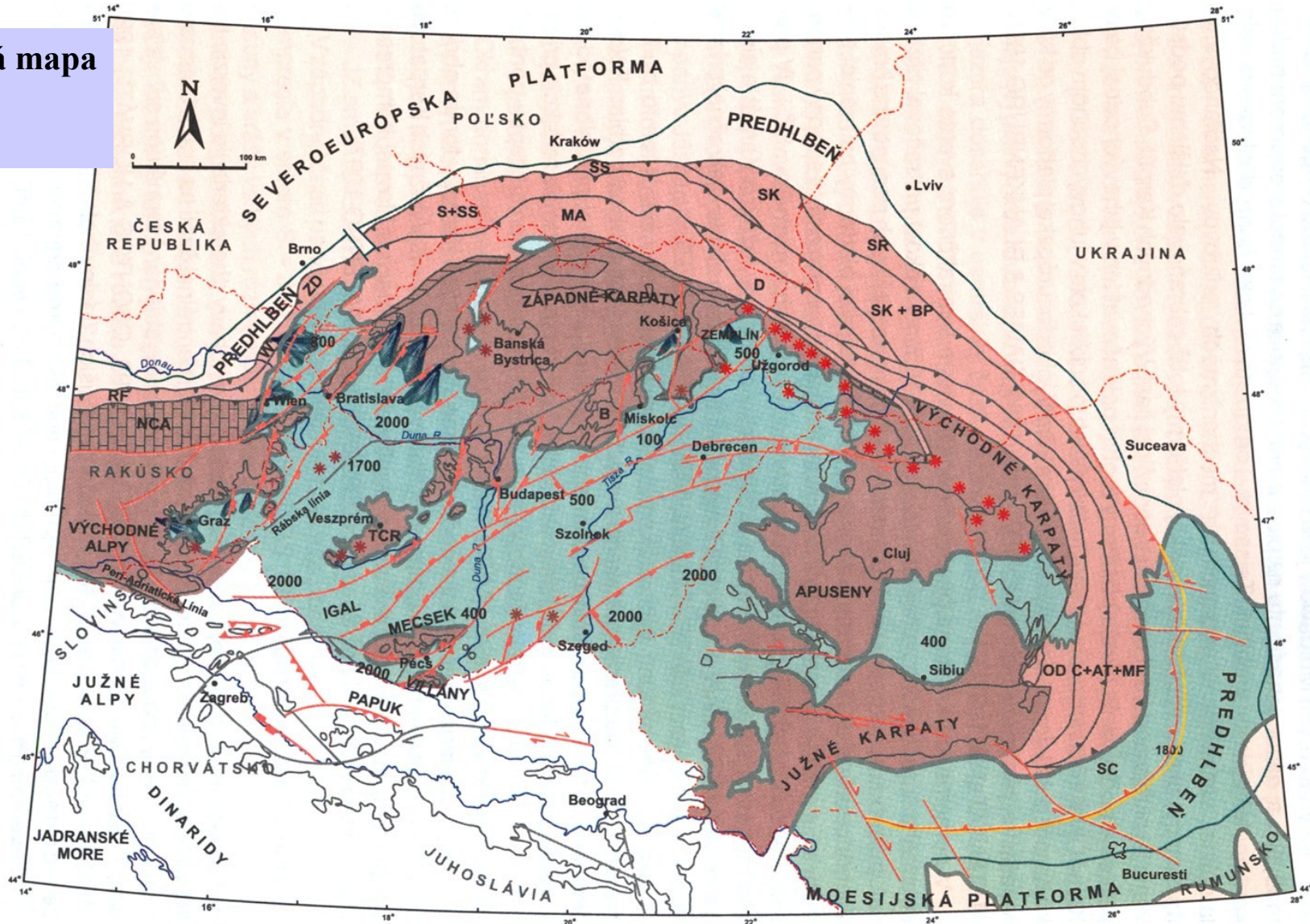
Ostracoda: *Candona*, *Caspiolla*, *Cyprideis*  
 Mollusca: *Congeria*, *Mytilopsis*,  
*Limnocardium*, *Melanopsis*,  
*Theodoxus*, *Viviparus*

Vp a Dp byly vyplňovány deltami ze SZ a SV zvedajícími se Alpami a Karpaty

Vyslazování a změlčování je provázáno ukládáním kaustobiolitů (např. Vp)

- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

**Palinspastická mapa  
pannonu CP  
(Kováč 2002)**



- Viz:**
- Západní a Východní Karpaty zcela na místě
  - zvěř sedimentace v předhlubni v Jižích Karpatech (Rumunsko)
  - rozsáhlá vyslazená sedimentace v zaobloukové oblasti (Vp, Dp, Pp, Tp)

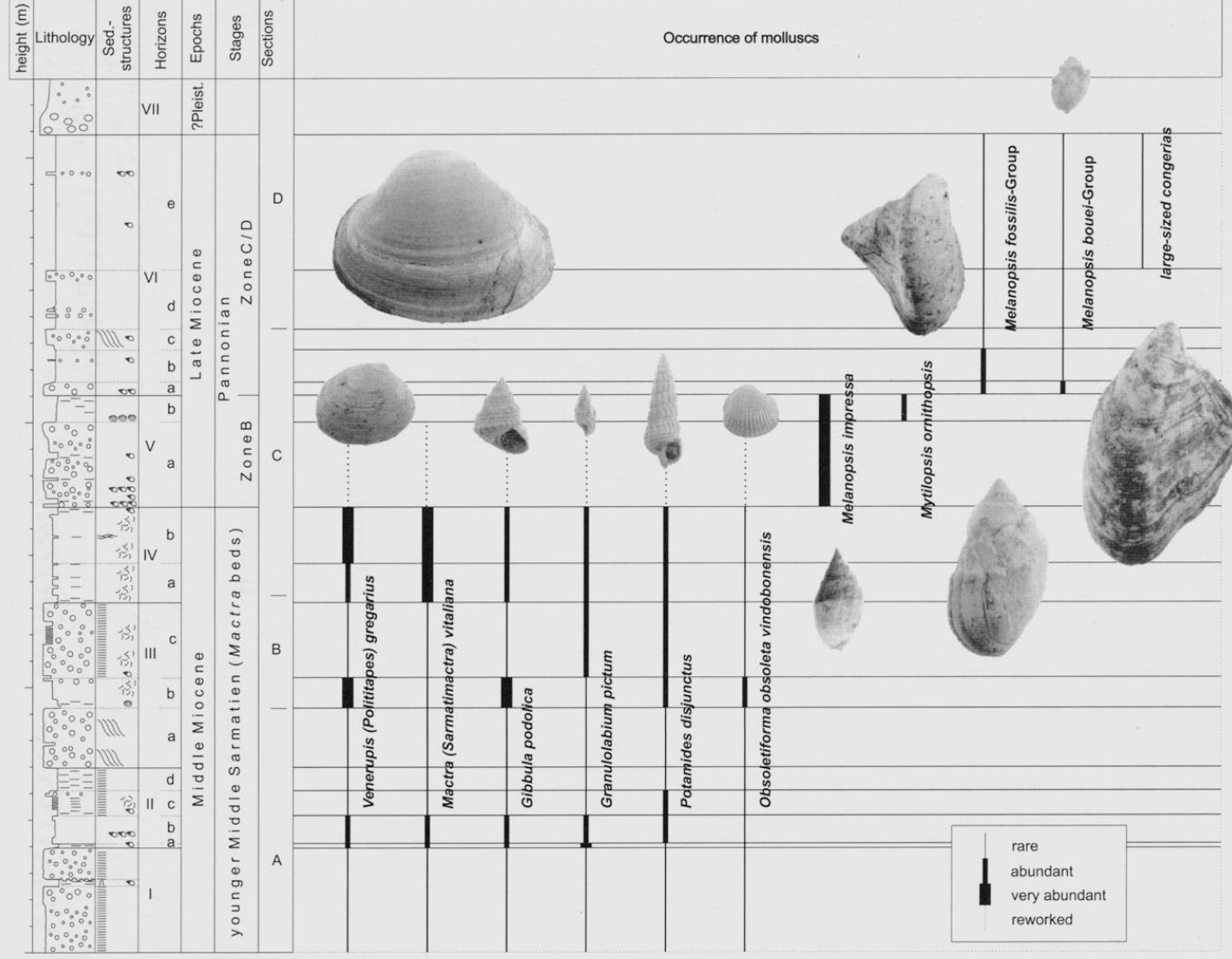


Fig. 3: Idealised log of the section with correlation of biozones.

Towards the top of the succession, only scattered layers (1-4 cm thickness) of fine gravel can be detected which are enriched in shells of various melanopsid species. Rare lithoclasts of Late Sarmatian marl are bound either to the high energetic, basal marls of

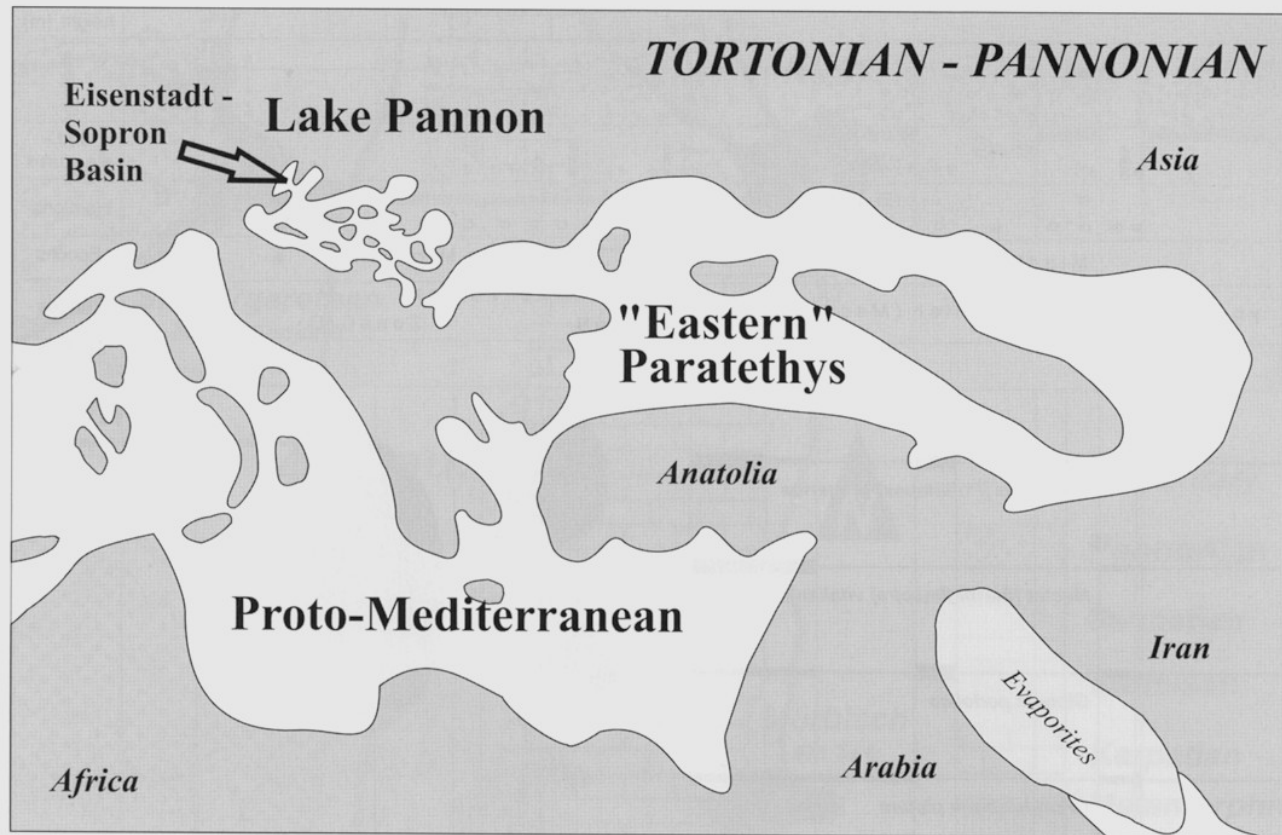


Fig. 4: Paleogeography of Lake Pannon, the Eastern Paratethys, and the Proto-Mediterranean during the Pannonian (after RÖGL, 1999)

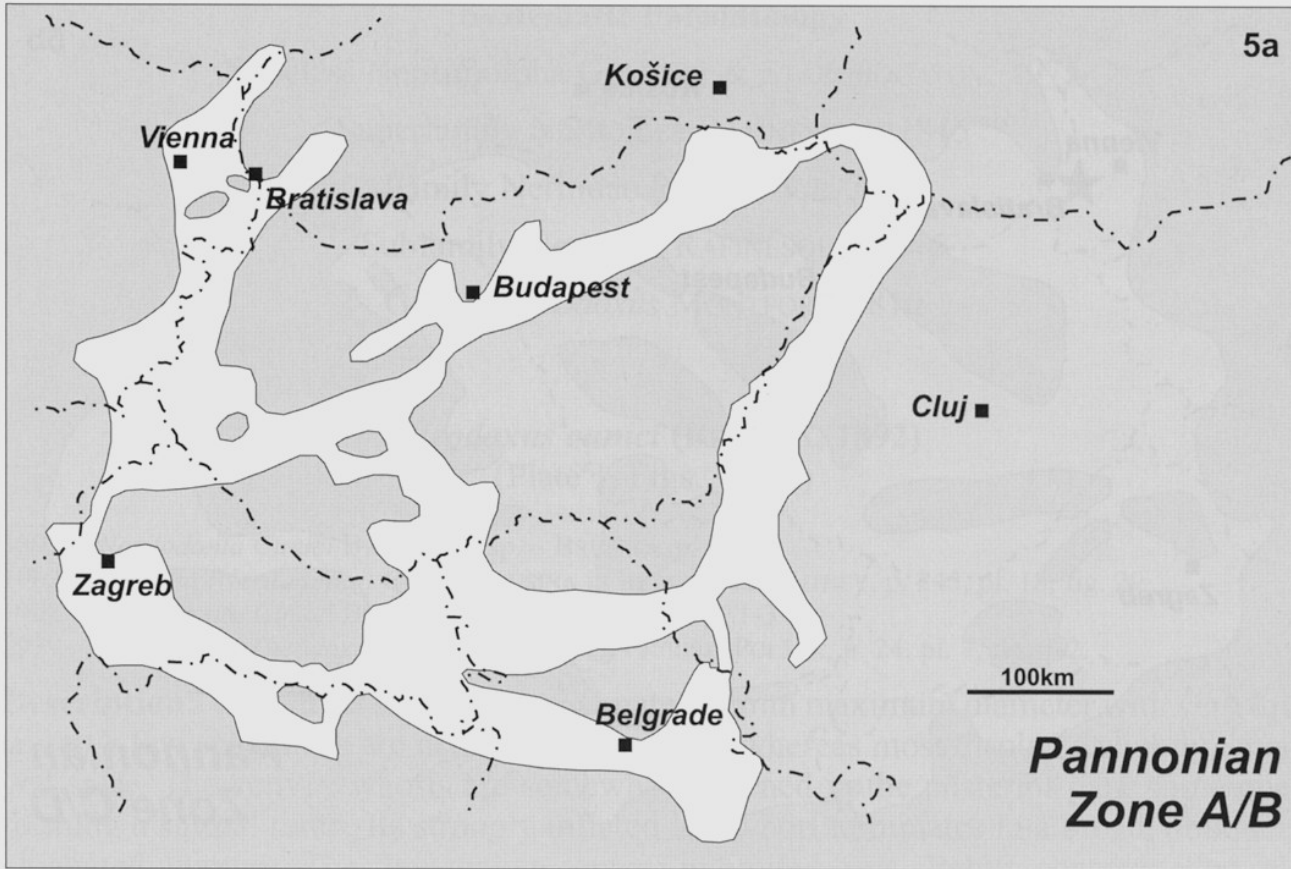


Fig. 5a: Paleogeography of Lake Pannon in 3 timeslices (after MAGYAR, GEARY & MÜLLER, 1999)



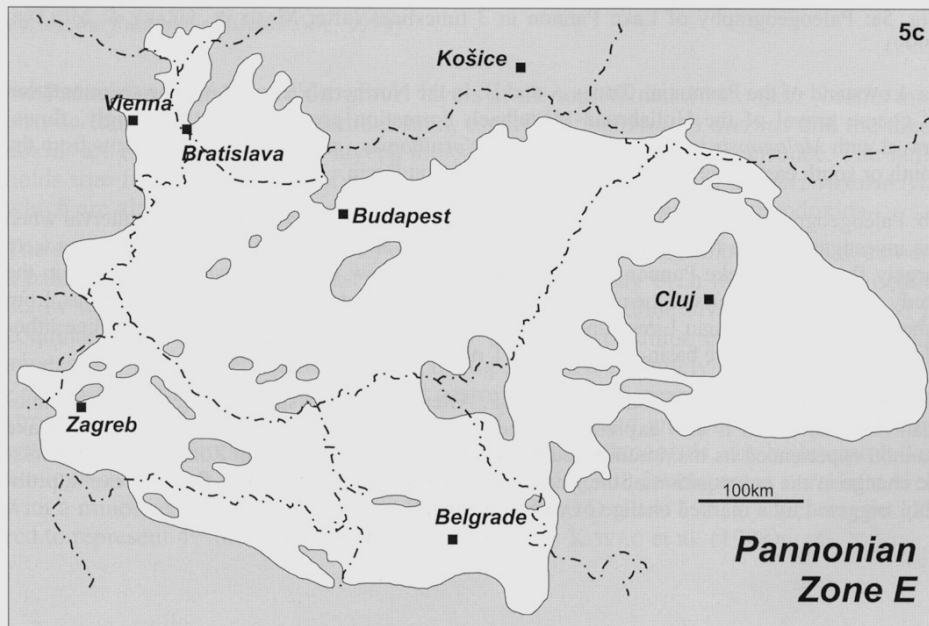
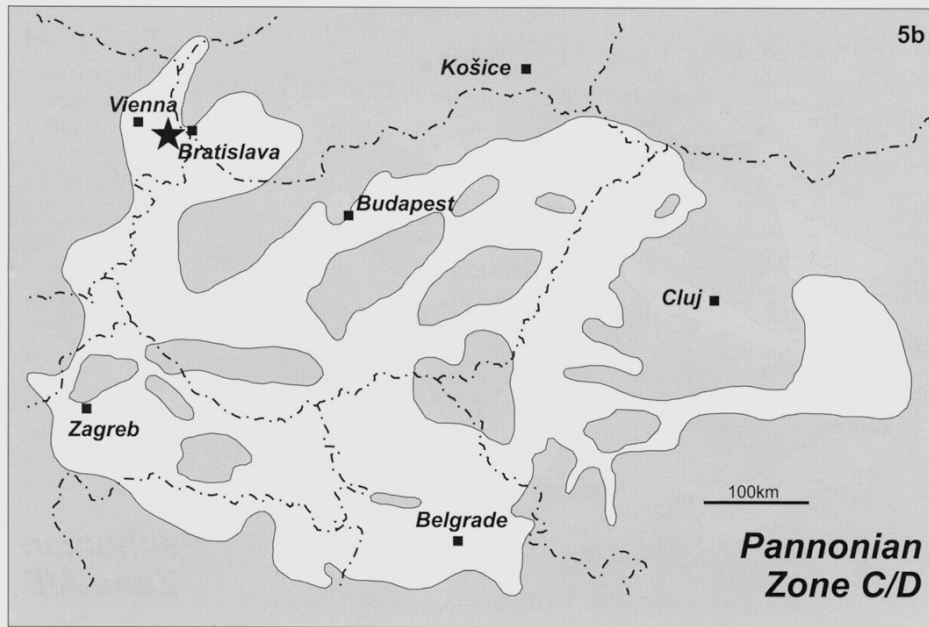
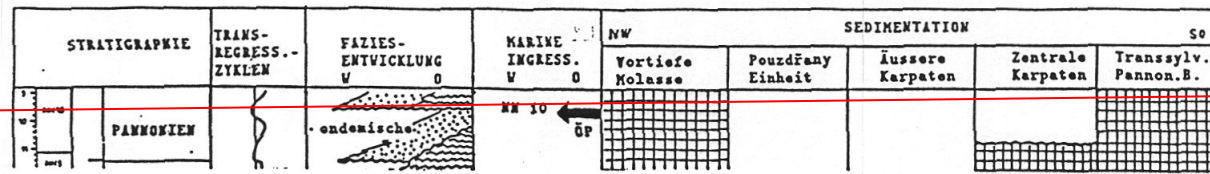


Fig. 5b-c (continued): Paleogeography of Lake Pannon in 3 timeslices (after MAGYAR, GEARY & MÜLLER, 1999)



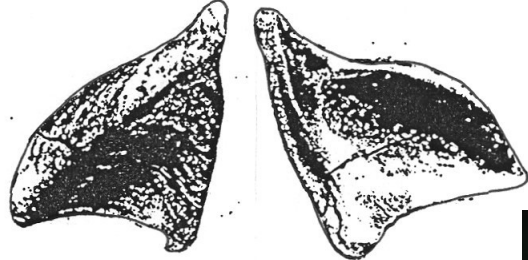
Melanopsis fossilis (M.-Gm.)



Limnocardium böcki (Hal.)



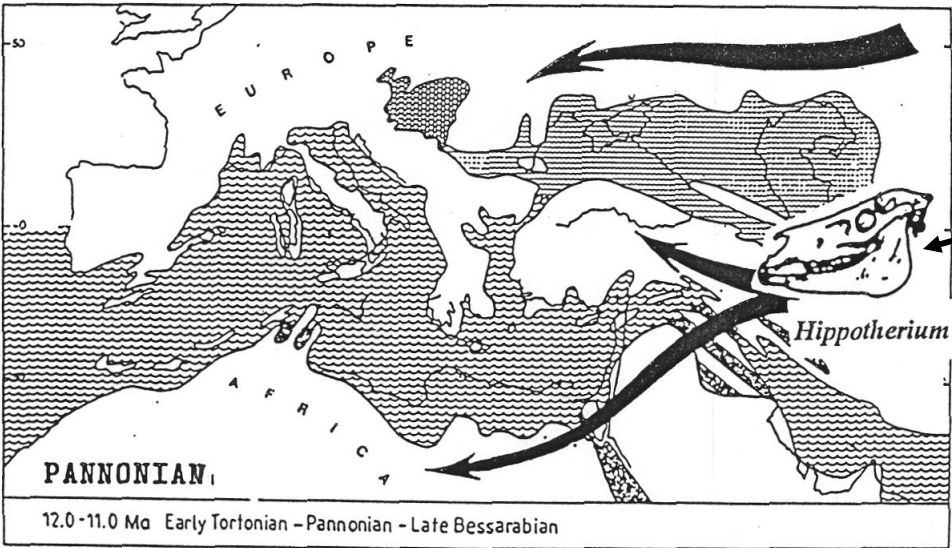
Carychium pachytilus Sandb.



Congeria unguilacaprae Mün.



Melanopsis fossilis Pannon B



Hippotherium – svrchní část zóny B (tříprstý koník – foto PM Oslo 2001)

*Congeria subglobosa*



*Mytilopsis spathulata*

Wandermuschel (*Mytilopsis spathulata*)  
Wandermuschel (*Congeria subglobosa*)  
Fundort: Hennersdorf

hnízdá *M. spathulata* v opuštěných miskách  
*C. subglobosa*

**Pannon E, Hennersdorf  
(Rakousko, Vp)**

**(Foto NHM Wien)**

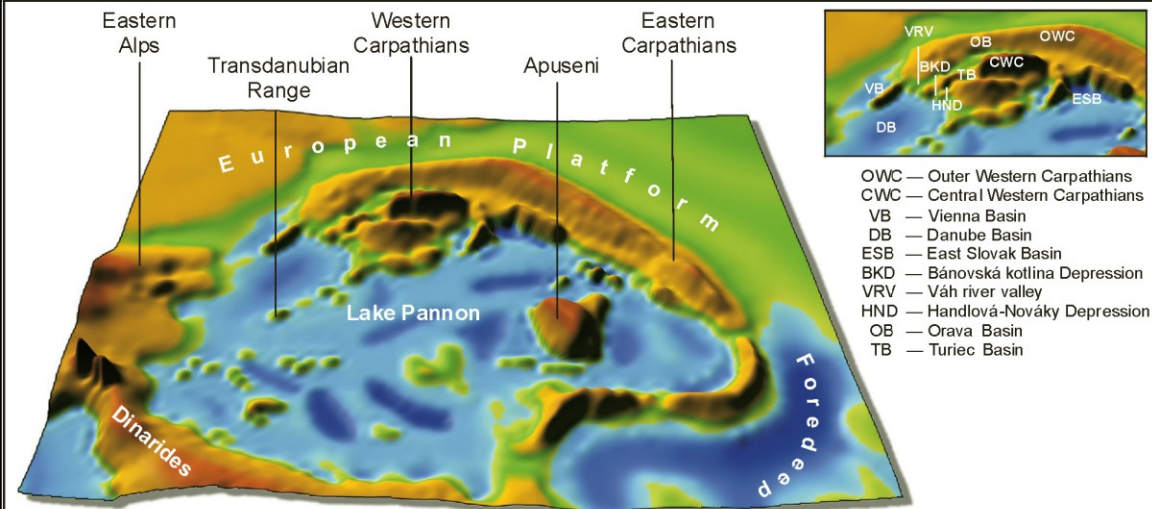
**Pannon B, Siegendorf  
(Rakousko, Vp)**



Anhäufung von Schneckengehäusen  
der Gattung *Melanopsis*  
Fundort: Siegendorf

*Melanopsis fossilis*

## Floristická situace a výškové poměry krajiny ve středním pannonu



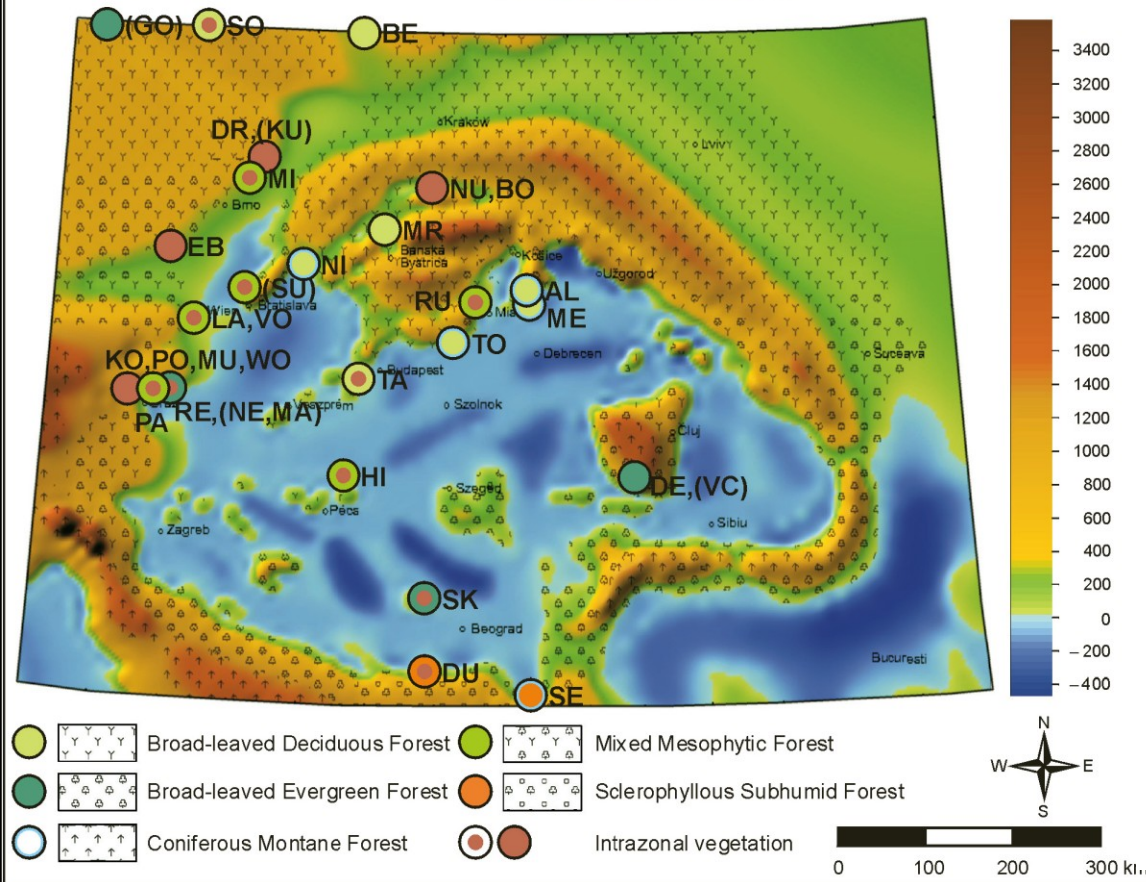
Teplejší mírné klima s odpovídající vegetací a sporadickými teplomilnými nebo stále zelenými prvky

Slanomilné prvky ukazují na přítomnost bažin, lagun a maršů během nízkého stavu brakického jezera (Taxodiaceae)

Pásma vysokohorských jehličnanů se posunulo nad 1500 m, v poněkud nižších výškách rostl opadavý smíšený širokolistý les

Dále se klima ochlazuje – nejchladnější měsíc cca -10 st. C, vysoká humidita snižuje dopad chladu

Ve vyšším pannonu v nížinách hygrofilní vegetace = lignitová facie v zóně F (Morava, Srbsko, Slovensko, Maďarsko)

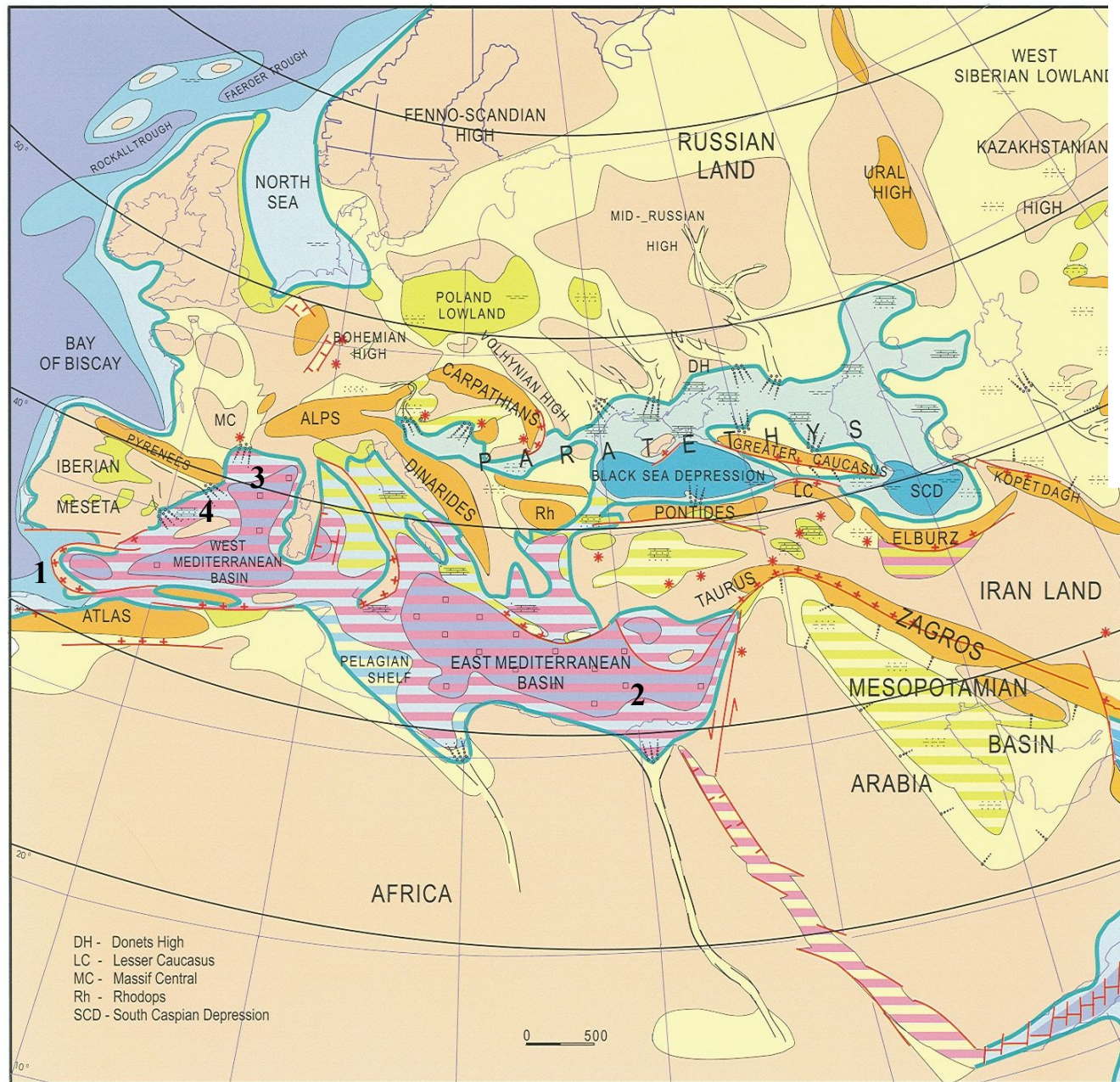


(„Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys“ KVAČEK et al., 2006)

NN11

messin – nejvyšší pannon - pont

6,1 - 5,7 Mc



Pokračují pohyby v Betidech a Maghrebidech (1) => uzavření Mediterránu, začátek messinské krize mořská hladina klesla ve dvou fázích: První (5.8 Ma) – ovlivnila okraje Med. a vedla k uložení **spodních evaporitů** sádrovcového složení.

Druhá (5.6 Ma) zasáhla celou Medit. pánev, pokles až o 1500m. Výsledkem byly hluboce zaříznuté kaňony řek (Nil-2, Rhona-3, Ebro-4) a uložení až 2 km mocných **svrchních evaporitů** v centrech depresí (cca 1 milion km kubických).

Mezi těmito fázemi leží brakická epizoda „Lago Mare“ s četnými druhy společnými s Paratethys (limnokardia, kongerie, melanopsidi)

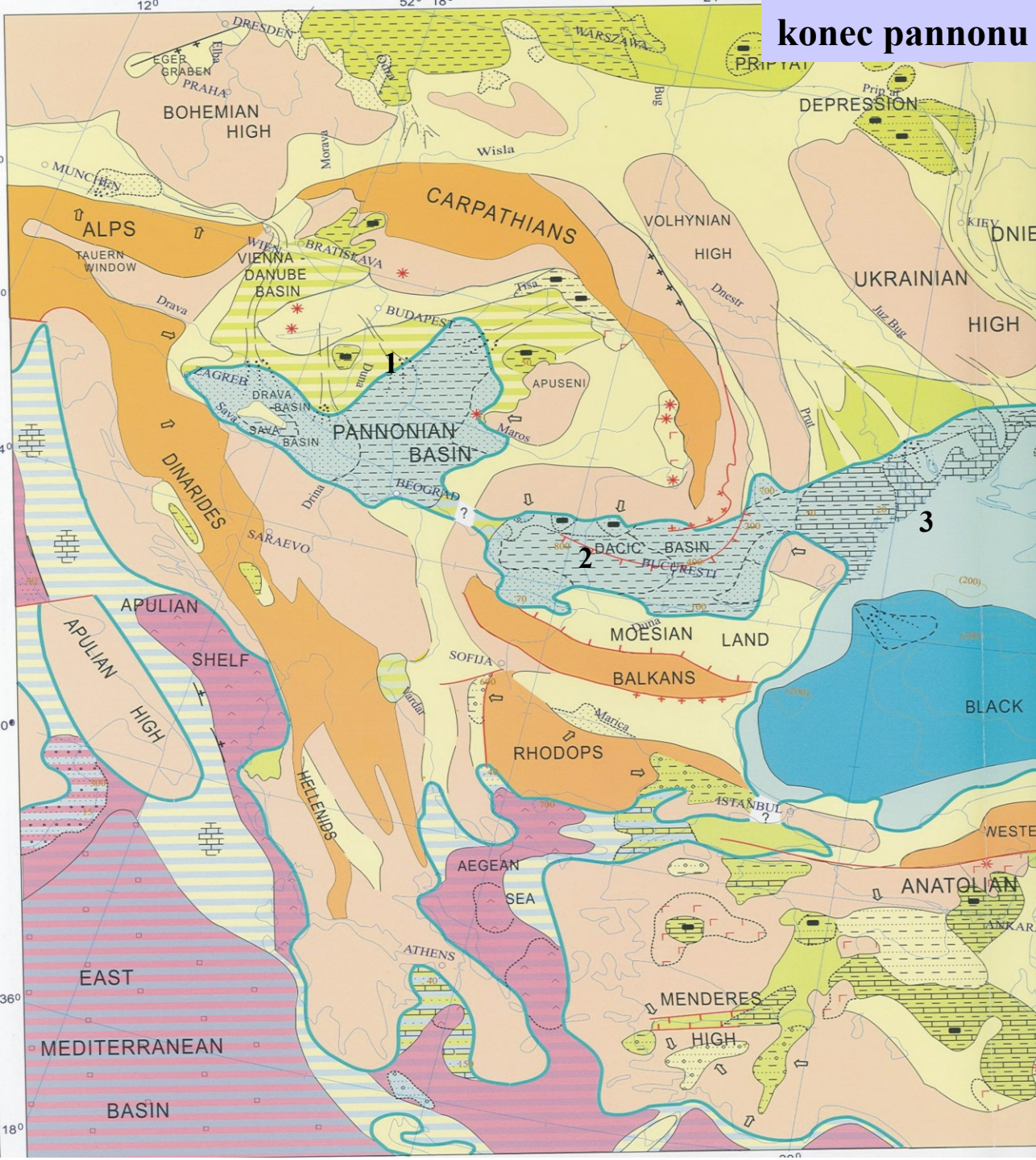
VP – pont je transgresivní směrem k V, salinita cca 5-8‰, mělkovodní poměry mimo černomořskou depresi

## konec pannonu

CP – Karpatské externidy jsou trvale souší, vlivem extenze stále subsiduje pannonská pánev, během pontu se souvislý sedimentační prostor CP rozpadá na mírně slaná nebo úplně sladká vnitrozemská jezera: pannonské (1), dácké (2) a pontské (3)

Klima – humidní, relativně teplé => vznik uhelných slojí (lignit)

Vulkanismus - alkalicko-bazaltový až bazanitový (maary, diatremy, lávové proudy) – jižní Slovensko a severní Maďarsko – projev parciálního tavení v plášti a diapirického vyklenutí pláště v pannonské oblasti.



-  mělký šelf
-  hlubší šelf
-  šelfové deprese
-  k. svah a dna pánví
-  brakická oblast
-  sladkovodní oblasti
-  nížiny
-  výšiny
-  hory
-  evapority

pliocén

# Middle - Late Pliocene

**NN16-NN18 piacenz+gelas – roman - akčagyl 3,4 - 1,8 Ma**

Po orogenezi počátkem pliocénu se zvýšily poklesové rychlosti v tyrrhenské (1) a egejské (2) depresi a zvedání okolních horských řetězců.

Nastupuje již vývoj současného obrazu pohoří a říční sítě.

Gibraltar (3) opět plně funguje po uzavření v messinu.

Rýnský příkop (4) obnovuje riftové pohyby ve stř. pliocénu => fluviaální a limnické sedimenty.

VP – rozdělena do dvou pánví (kujalnická = cca černomořská, akčagylska = cca kaspická ) s velmi slabou komunikací (5).

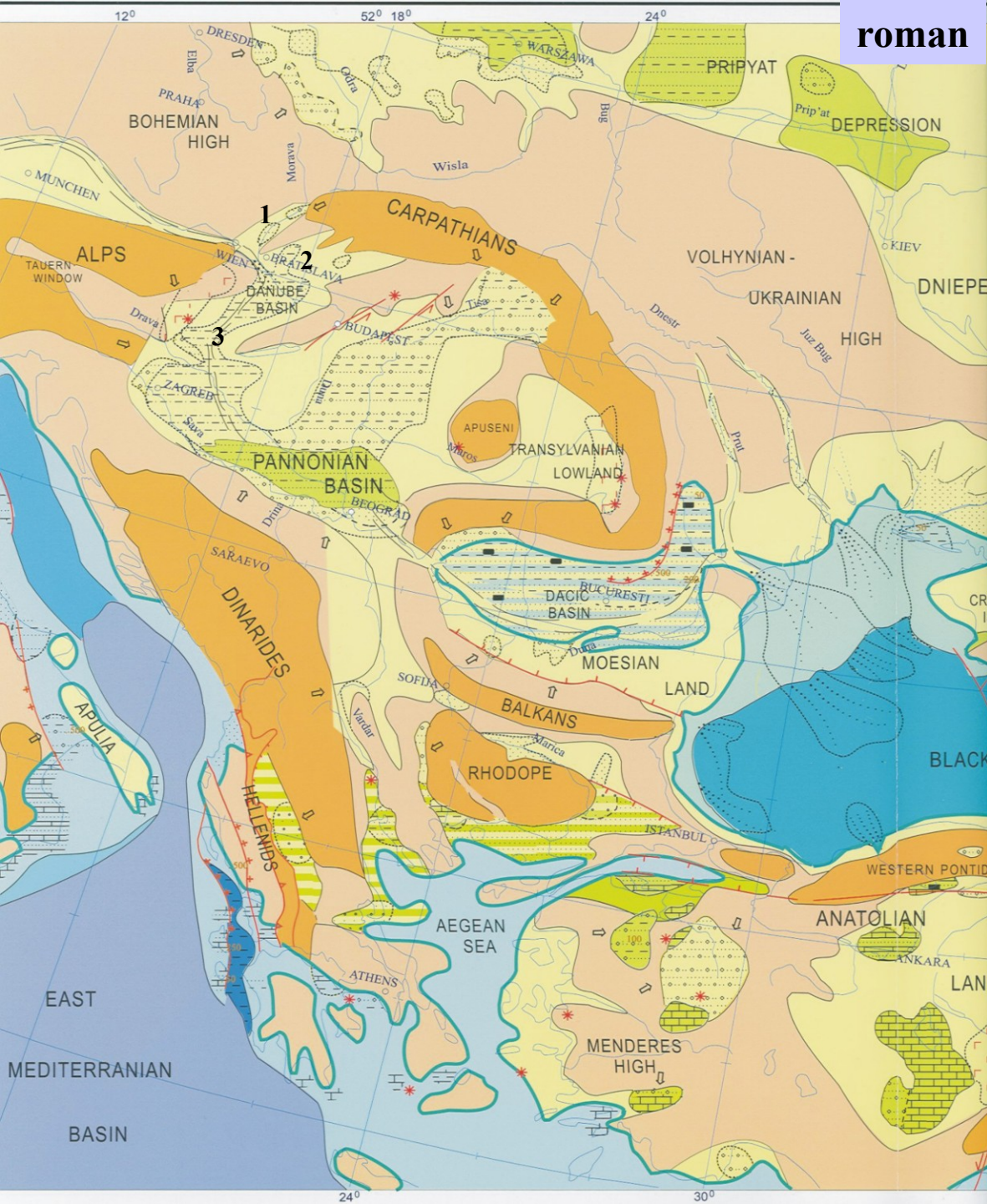
Spojení VP s mediterránem tradiční cestou Bospor-Dardanely (6).



- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

DH - Donets High  
LC - Lesser Caucasus  
MC - Massif Central  
Rh - Rhodops





## Literatura (výběr a doporučení):

- Brzobohatý, R., Cicha I., Kováč, M. & Rögl, F. (eds) (2003): *The Karpatian – a Lower Miocene stage of the Central Paratethys.* – Masaryk University, pp. 360, Brno.
- Kováč, M. (2000): *Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónského regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska.* – VEDA, pp. 202, Bratislava.
- Kvaček, Z., Kováč, M., Kovar-Eder, J., Doláková, N., Jechorek, H., Parashiv, V. Kováčová, M. & Sliva, L. (2006): *Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys.* – *Geologica Carpathica* 57, 4, 295-310. Bratislava.
- Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G. & Kovac, M. (eds) (2004): *Lithological-Paleogeographic maps of Paratethys.* – Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 250, Frankfurt a. M.
- Rögl, F. (1998): *Paleogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene).* – *Ann. Naturhistor. Mus Wien*, 99-A, 279-310. Wien.
- Rögl, F. & Steininger, F. (1983): *Vom Zerfall der tethys zu Mediterran und Paratethys. Die Neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranen Raumes.* – *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, 85-A, 135-163. Wien.
- Royden, L. & Horváth, F. (eds) (1988): *The Pannonian Basin: a study in basin evolution.* – AAPG Mem. 45. Tulsa

Dále použity různé internetové databáze (především paleontologická obrazová dokumentace)