

Paratethys a neogén na Moravě

Část I - Paratethys

(výběrová přednáška)

2015

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

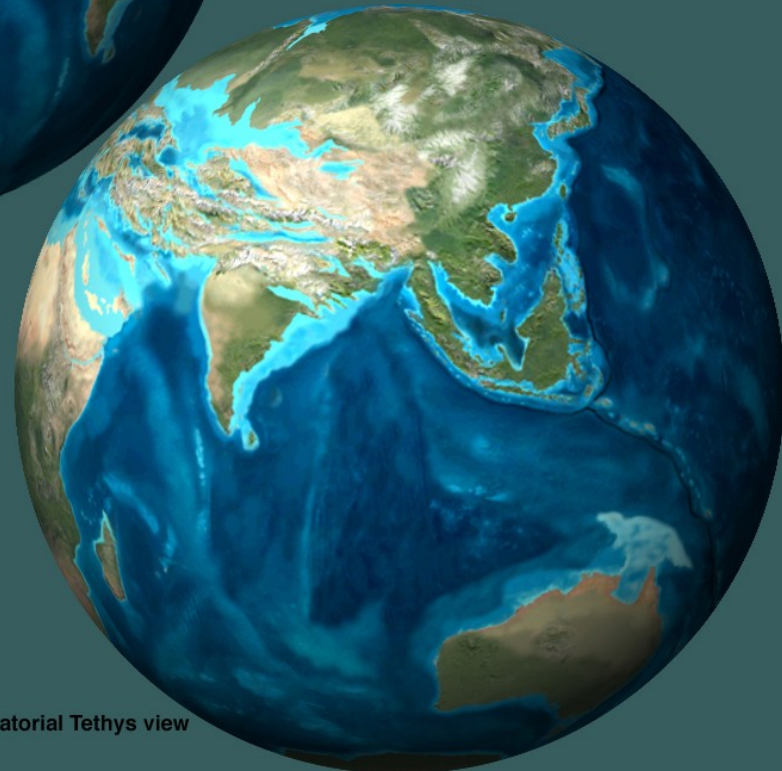
NP23 - paleogénní zóna vápnnitého nannoplanktonu 23

NN1 – neogénní zóna vápnnitého nannoplanktonu 1

Část 1. Paratethys



Oblique Europe view

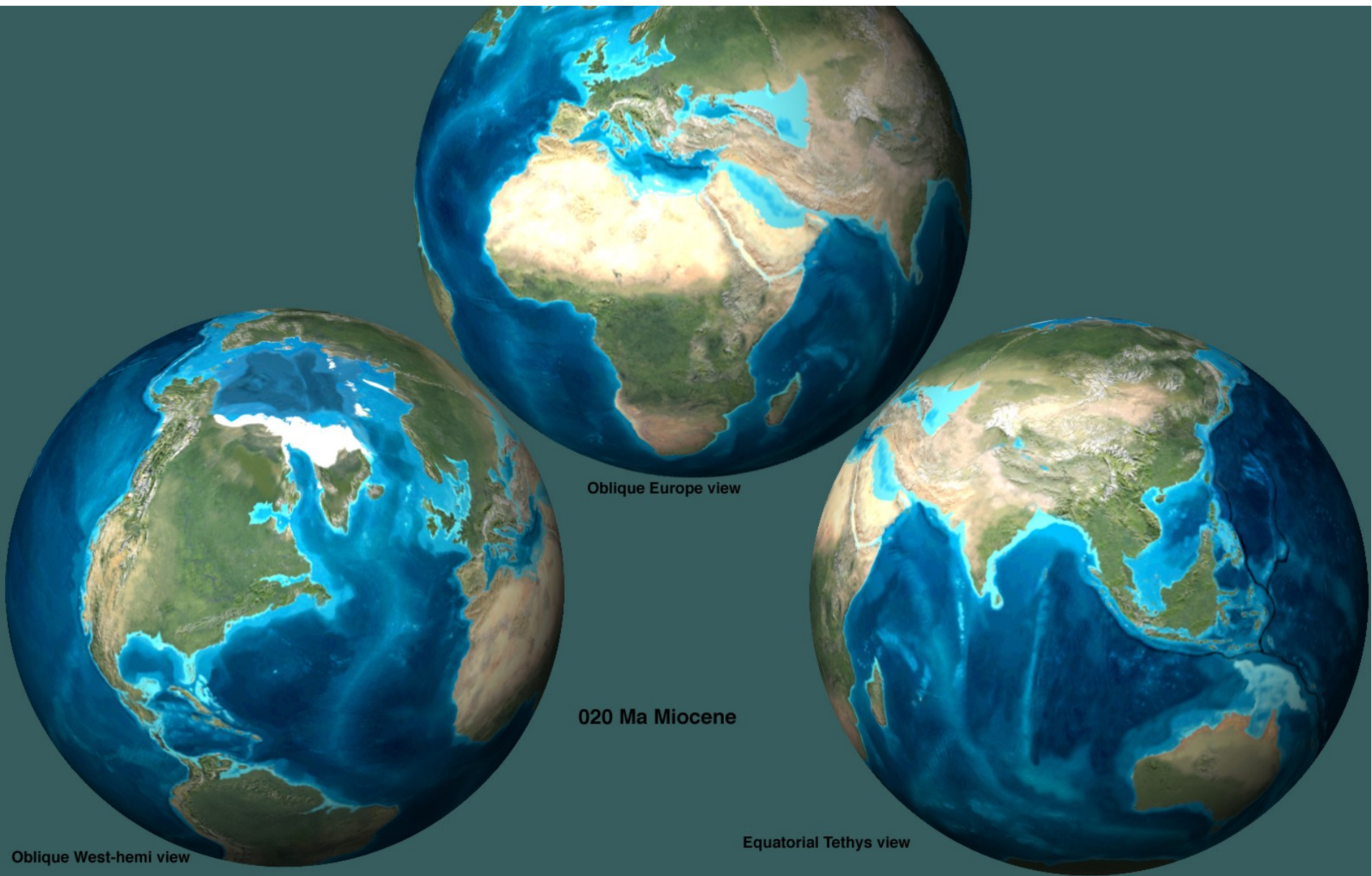


Equatorial Tethys view



Oblique West-hemi view

035 Ma Oligocene

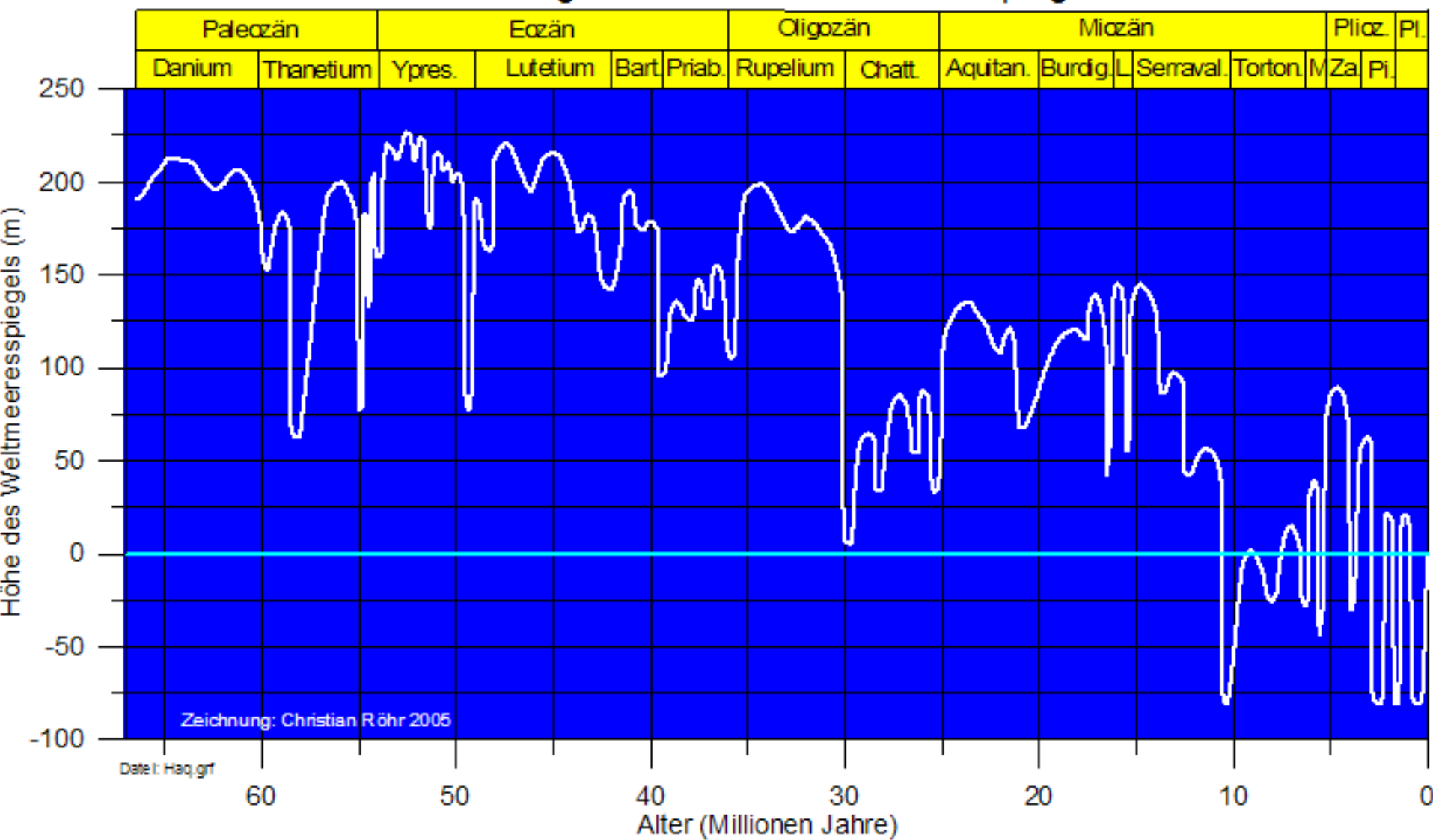


Hlavní komunikace: rýnský příkop (oligocén, sp. miocén), transdinarský koridor (sp. a stř. miocén)

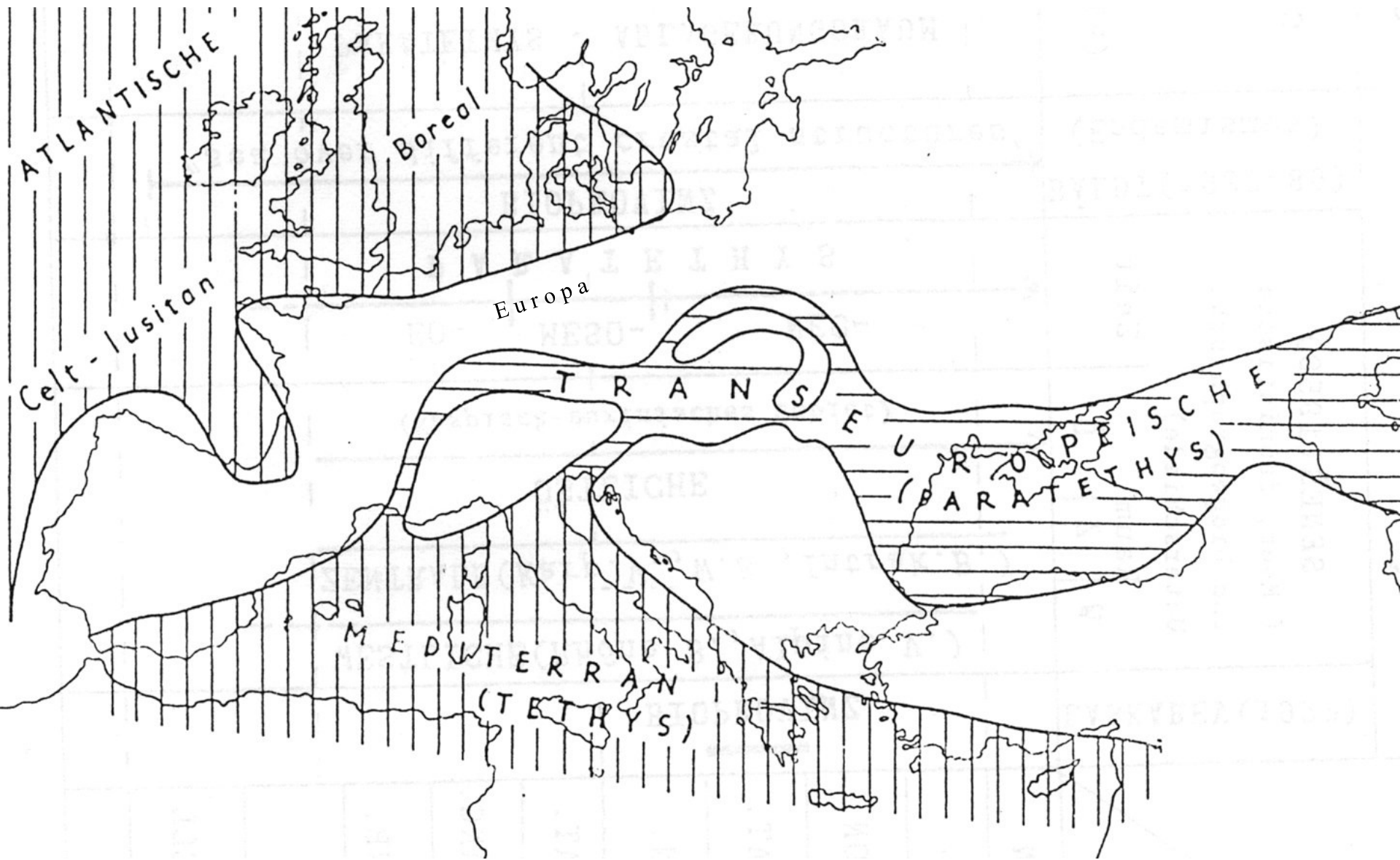


Střední miocén – Golonka (2002, upraveno)

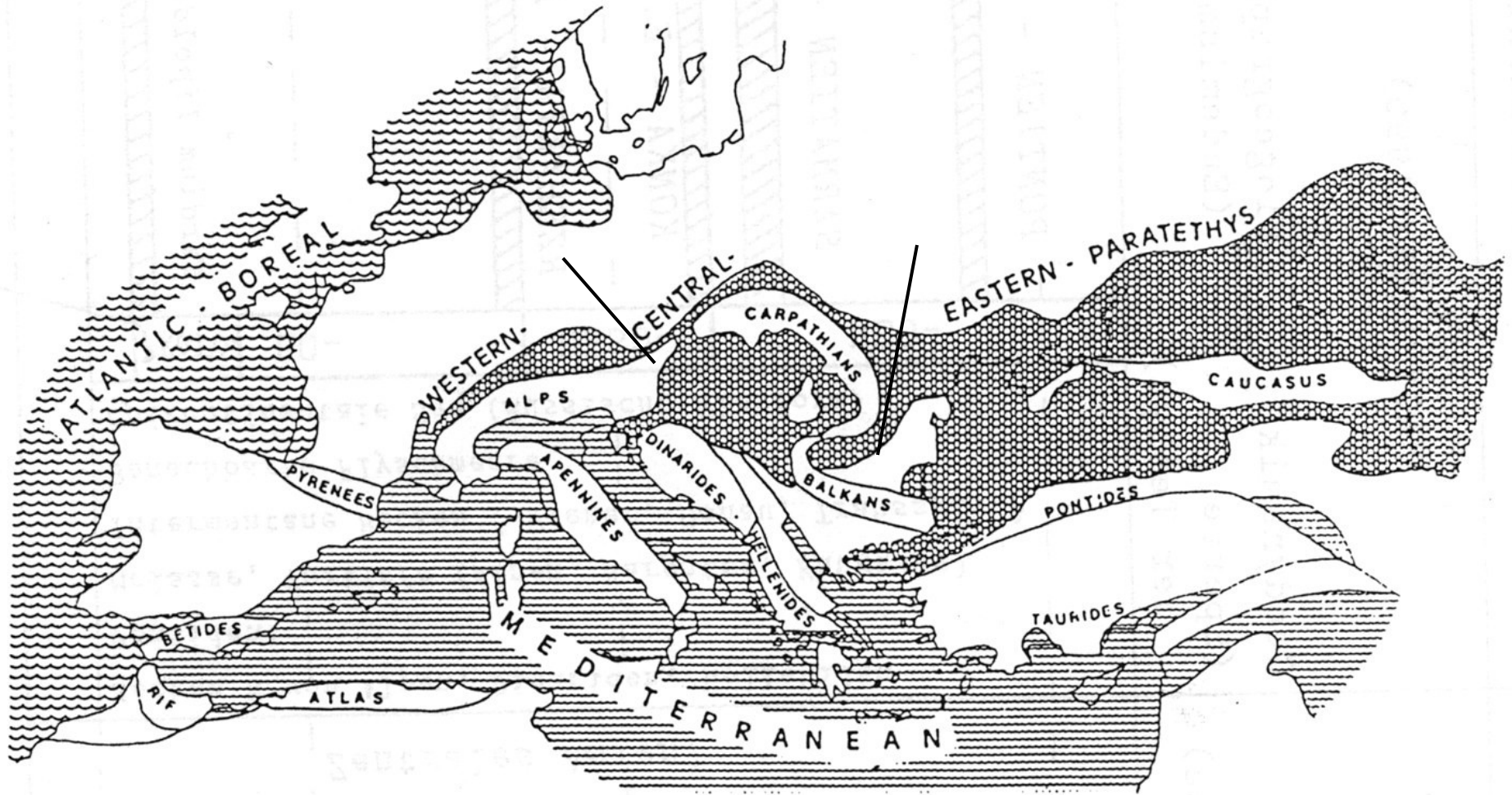
Zeitliche Veränderung der Höhe des Weltmeeresspiegels nach Haq et al. (1987)



Historie pojmu, členění, stratigrafie, indexové fosílie

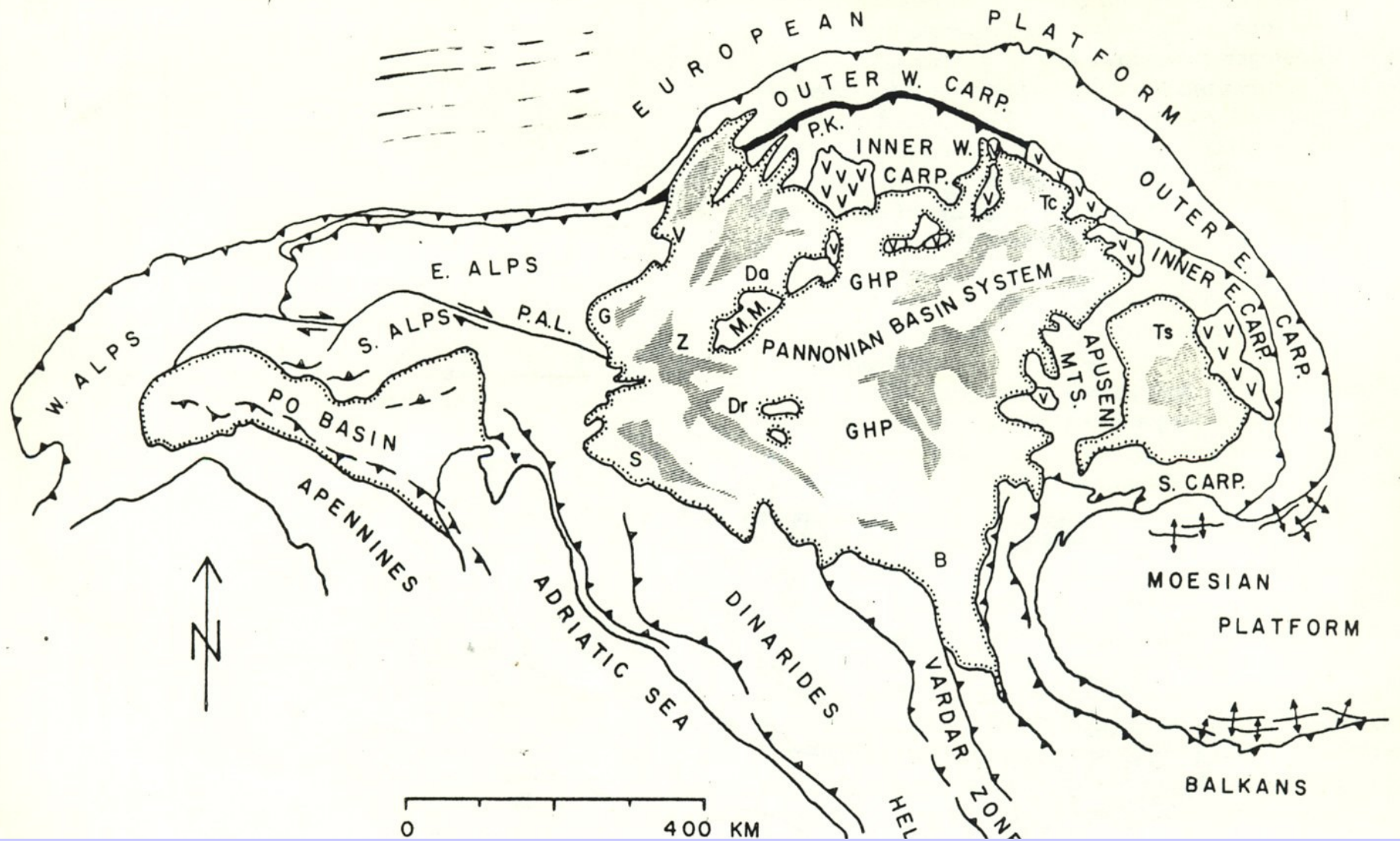


Mořské bioprovincie v evropském neogénu (Seneš 1958)



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

(upraveno podle Steininger et al. 1988)

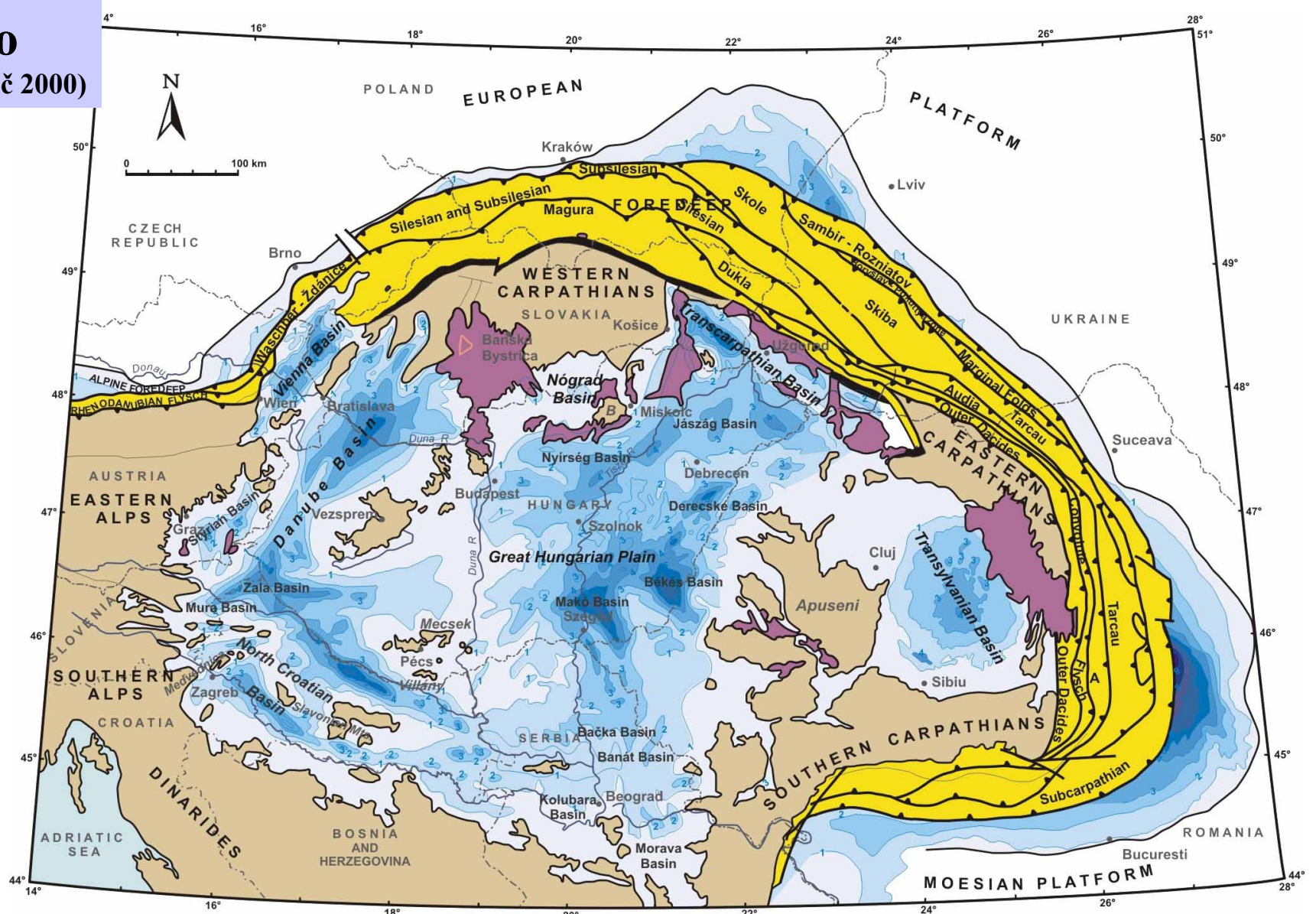






Centrální Paratethyda a její nejvýznamnější dílčí pánve (Royden 1988)

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

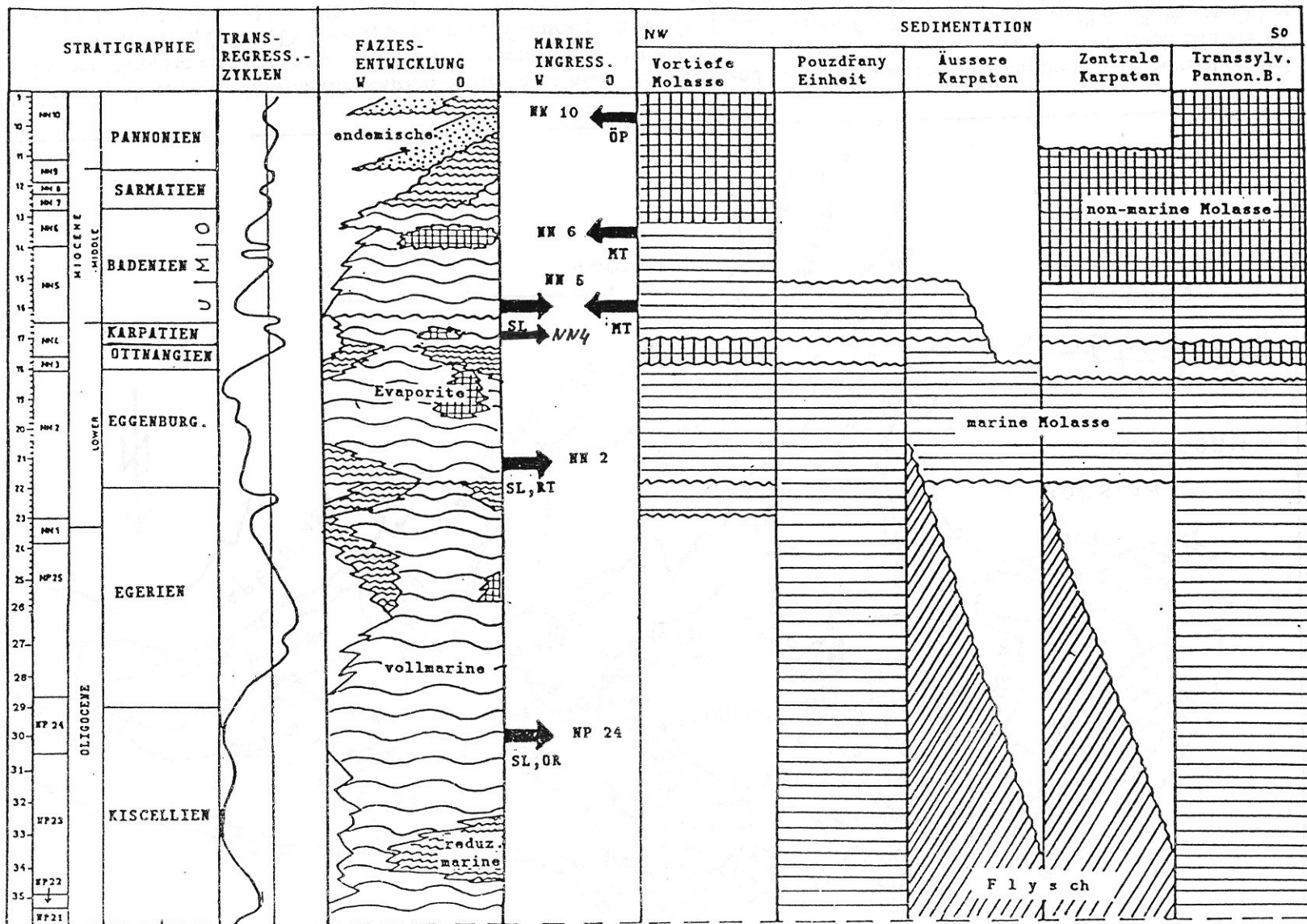
Dtto

(Kováč 2000)



-  European platform
-  Neogene basins
-  thickness of Neogene
-  Alpine - Carpathian externides

-  Pieniny Klippen Belt
-  Alpine - Carpathian - Dinaride internides
-  Neogene volcanic areas
-  main tectonic lines



Schematická charakteristika transgresních/regresních pohybů, základních facií, ingresí a sedimentace v centrální Paratehydě (NP, NN – biozóny vápnitého nanoplanktonu; mořské spojení prostřednictvím: SL = Slovinsko, OR = Hornorýnský příkop, RT = údolí Rhony, MT = mesopotámský trog, ÖP = východní Paratethys) (Brzobohatý, Brussel, 1992, podle různých pramenů)



Legend



Picha et al. (2006)

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

Central Paratethys climatic parameters (Kovac et al, 2002 & Kovar et al. 2003)



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)				
pont (Barbot d. Marny 1869)	pont				ruman					
					dac					
					pont					
pannon (Roth Telegdi 1879)	pannon (pannon s. s.)				pannon					
sarmat (Suess 1866)	sarmat				sarmat					
II. mediterrán (Suess 1867)	litavské vápence	torton	torton s. l.	svrchní torton (torton s. s.)	baden (Papp, Cicha 1968)					
	badenské tégly			spodní torton					kosov (sv. baden)	
	grundské vr.								wielic (stř. baden)	
I. mediterrán (Suess 1867)	šlír vnělapské pánve	helvet burdigal		svrchní helvet	karpát (Cicha, Tejkal 1959)					
	vrstvy hornské a eggenburgské oblasti			sp. helvet					helvet s. s.	ottnang (Papp, Roegl 1968)
				svrchní burdigal					eggenburg (Steininger, Seneš 1968)	
	burdigal	spodní burdigal								
aquitan (M.Eymar 1858)	chatt-akvitán			akvitan	eger (Báldi, Seneš 1968)					
chatt (Fuchs 1900)				chatt						
rupel (Dumont 1849)	rupel				kiscell (cca 1975)					

NEOGEN

miocén

spodní

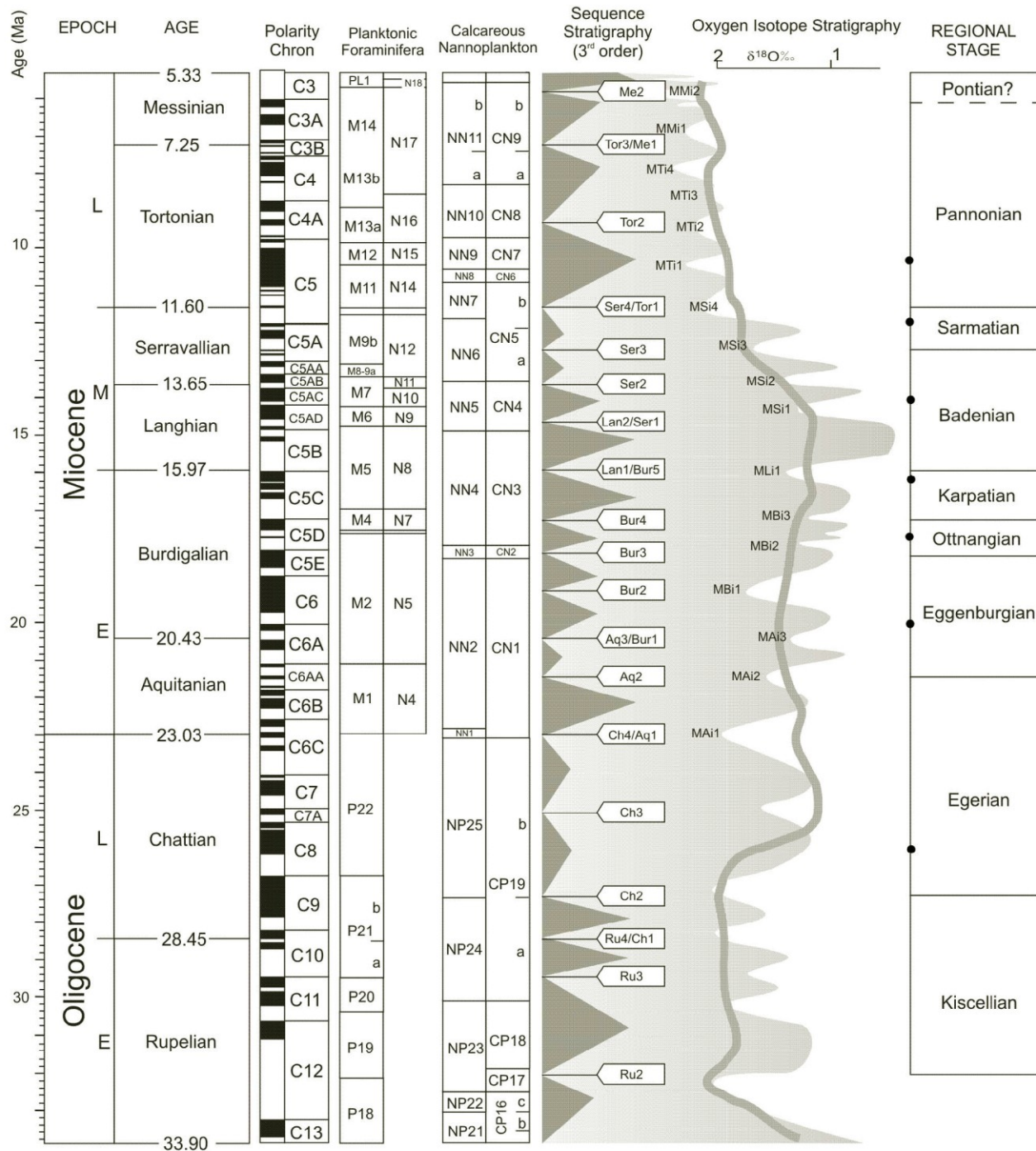
oligocén

PALEOGEN

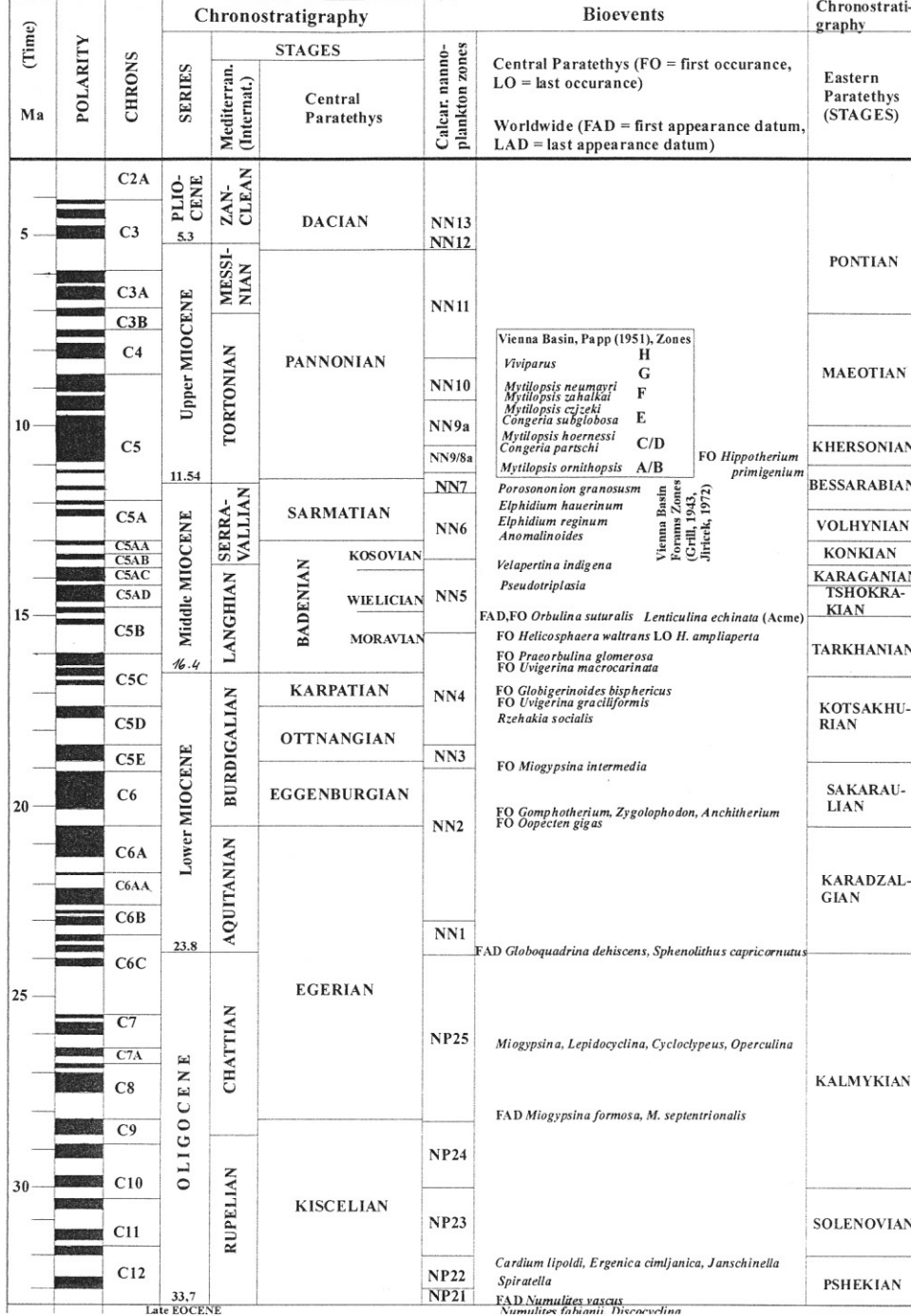
Paratethys Chronostratigraphie & Neostatotypen

8 volumes: Egerian to Pontian

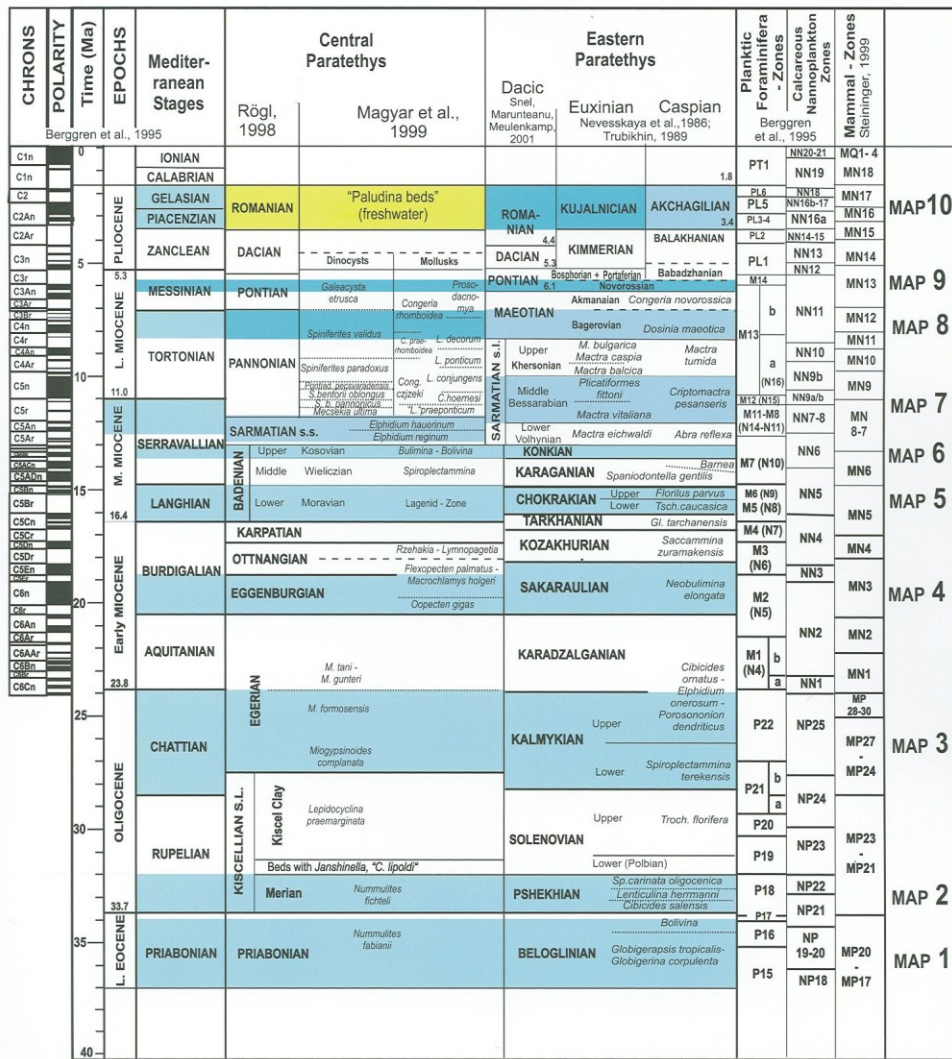




● pozice historických stratotypů

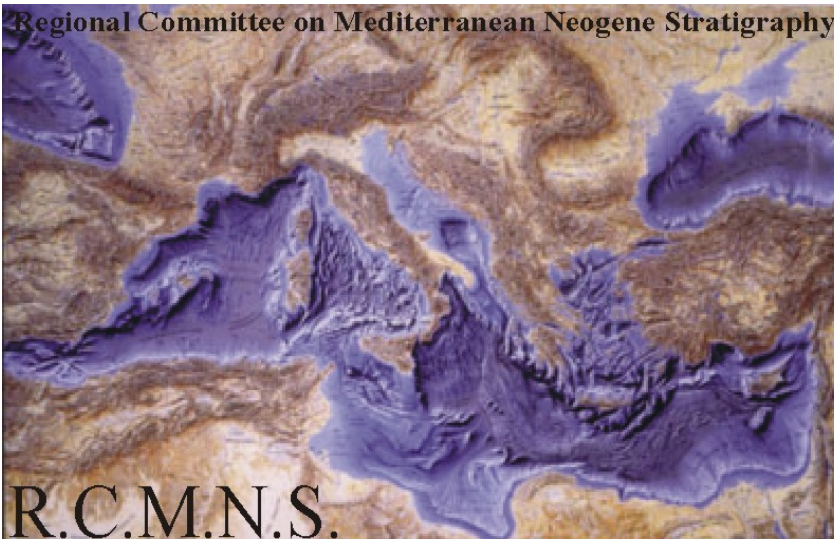


Stratigrafická tabulka C. a V. Paratethydy a významné bioeventy (upraveno podle různých pramenů, Brzobohatý 2004)

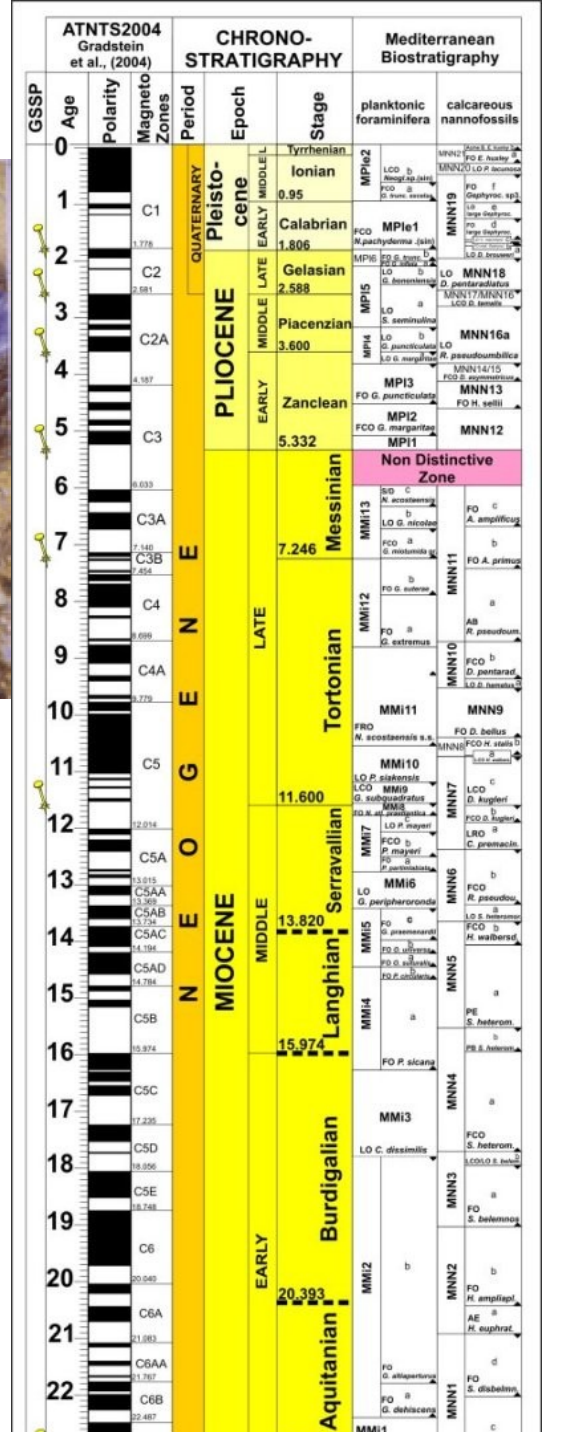
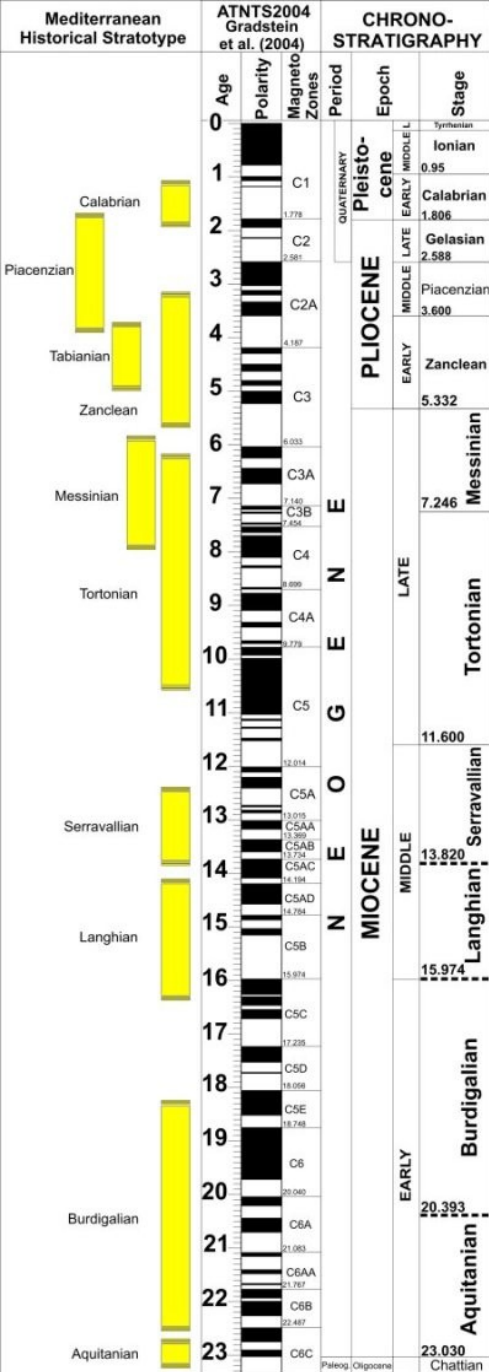


Mediterranean

Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy



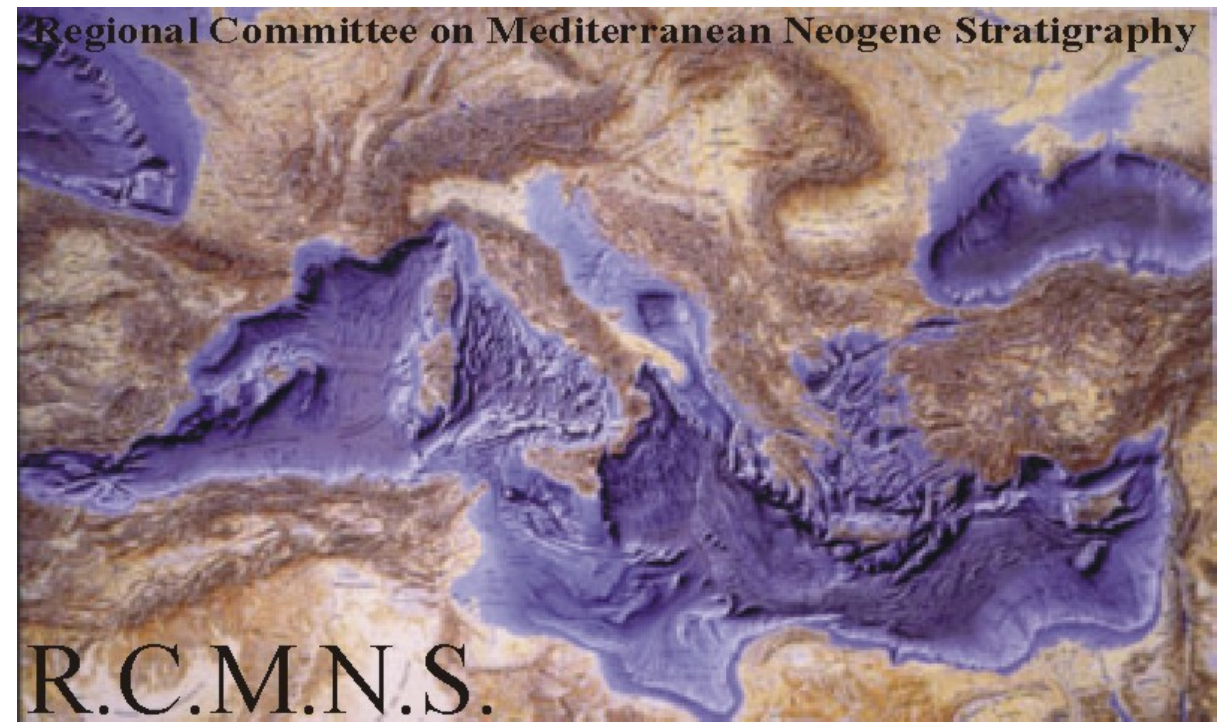
R.C.M.N.S.



Pozice historických stratotypů (Itálie, Francie)

Mezinárodní škála

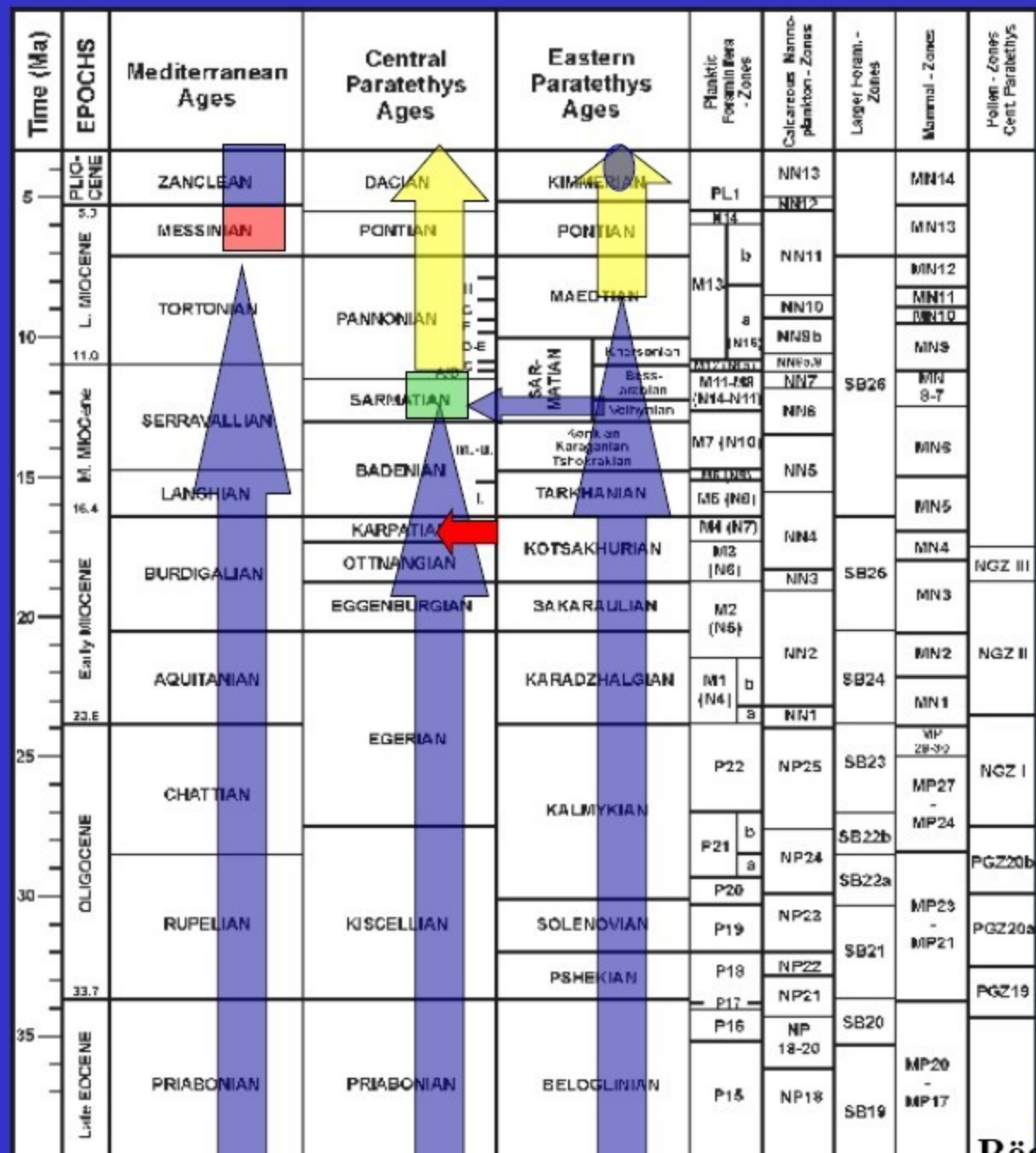
Age		Magnetozones	MEDITERRANEAN			PARATETHYS		STANDARD MAMMAL ZONES					
Age	Polarity		Period	Epoch	Stage	Central Paratethys	Eastern Paratethys	Western European Land Mammals		Central European Land Mammals			
								Mammal Stage	Mammal Zones	"Mega-Zones"	MN-Zones		
0			QUATERNARY	Pleistocene	Tyrrenian								
1		C1			0.95	Ionian							
2		C2	MIDDLE	LATE	Calabrian								
3		C2A			1.806	Gelasian							
4		C3	EARLY	Zanclean	Piacenzian								
5		C3A			3.600	Messinian							
6		C3B	LATE	Tortonian	Pontian								
7		C4			7.246	Messinian							
8		C4A	MIDDLE	Serravalian	Pannonian								
9		C5			11.600	Serravalian							
10		C5A	EARLY	Langhian	Badenian								
11		C5B			13.820	Langhian							
12		C5C	MIDDLE	Burdigalian	Badenian								
13		C5D			15.974	Burdigalian							
14		C5E	LATE	Tortonian	Badenian								
15		C6			20.393	Tortonian							
16		C6A	EARLY	Aquitanian	Badenian								
17		C6B			23.030	Aquitanian							
18		C6C	MIDDLE	Serravalian	Badenian								
19		C6D			13.820	Serravalian							
20		C6E	LATE	Tortonian	Badenian								
21		C6A			20.393	Tortonian							
22		C6B	EARLY	Aquitanian	Badenian								
23		C6C			23.030	Aquitanian							



Paratethys - stratigrafie

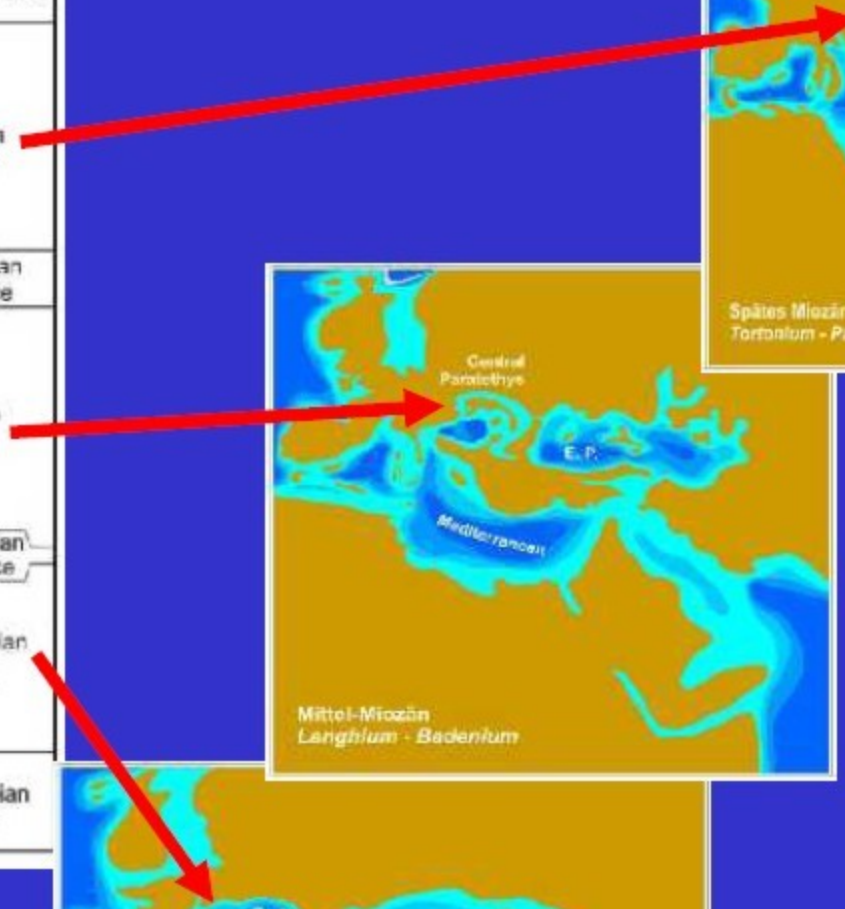
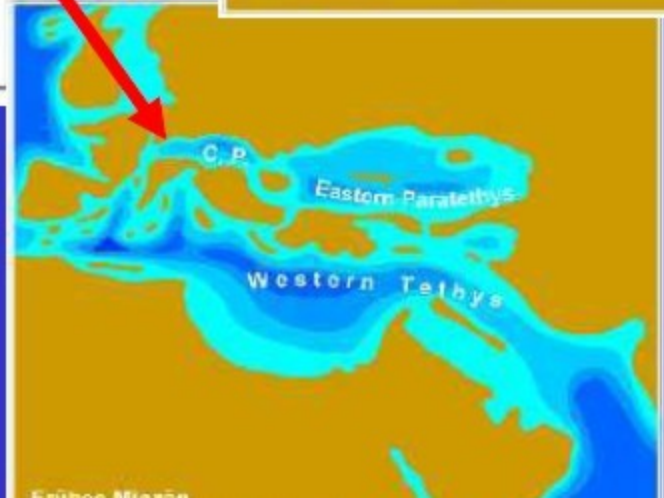
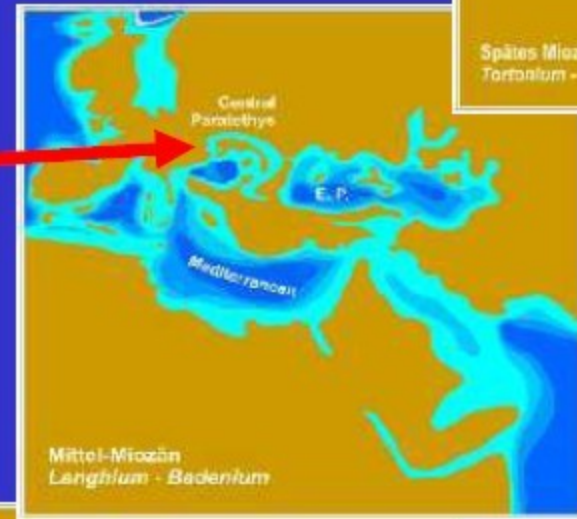
Mediterranean & Paratethys Neogene Facies Developme

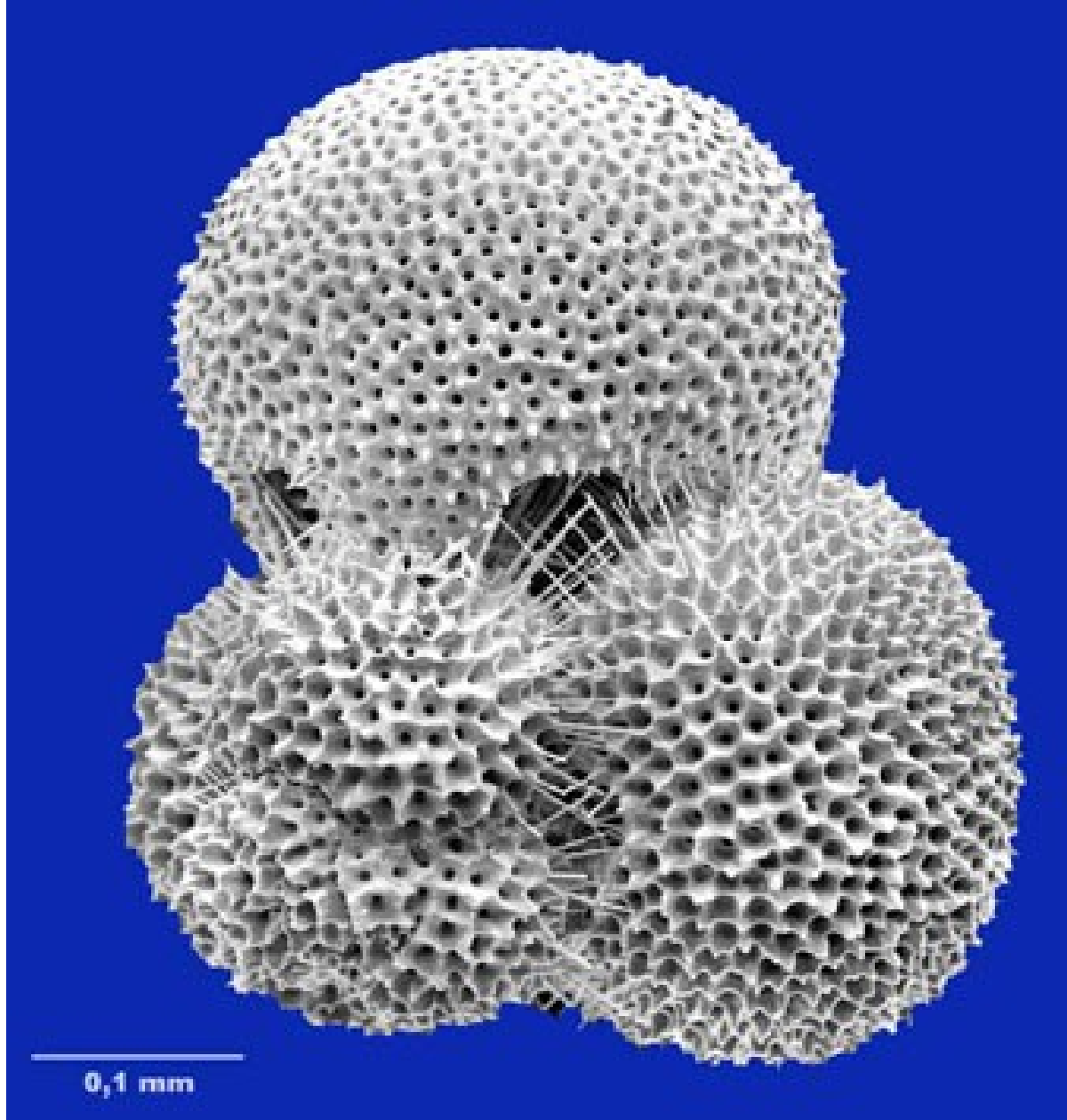
- limnic to terrestrial
- brackish
- evaporitic
- marine



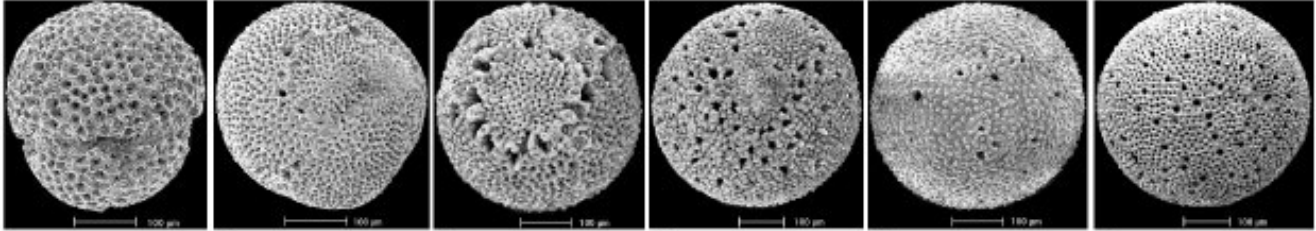
Biogeography of Paratethys and the Mediterranean

CHRONOSTRATIGRAPHY		GEOGRAPHY	BIOGEOGRAPHY
Tortonian	Pannonian	Lake Pannon	Balatonian Province
Serravallian	Sarmatian	Central Paratethys Sea	Proto-Caspian Subprovince
	Langhian		Badenian
Burdigalian	Karpatian		Proto-Caspian Subprovince
	Ottnangian		Early-Danubian Province
Aquitanian	Eggenburgian		Proto-Danubian Province
	Egerian		



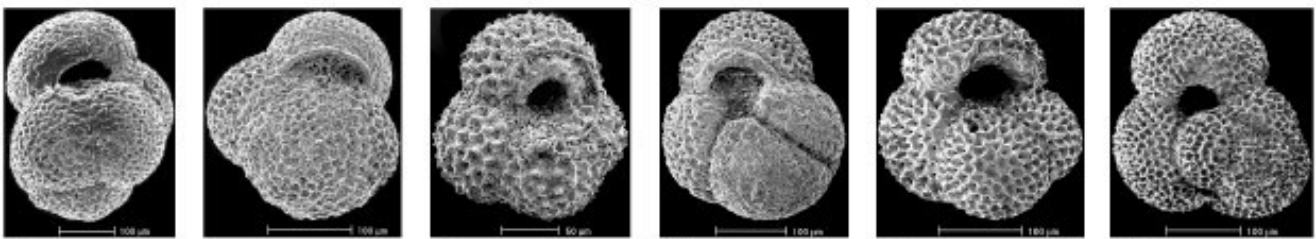


Globigerinoides sp., rec., Arabské moře, 1000 m, (podle Weiße 2007)

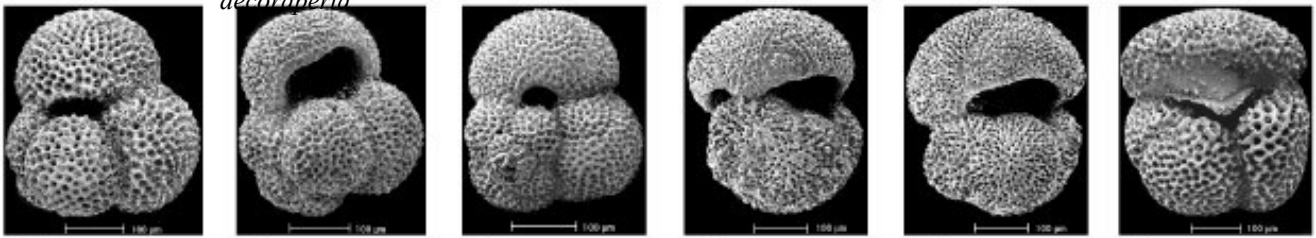


- 1. *P. sicana*
- 2, 3. *P. glomerosa* s.l.
- 4. *O. suturalis*
- 5, 6. *O. universa*

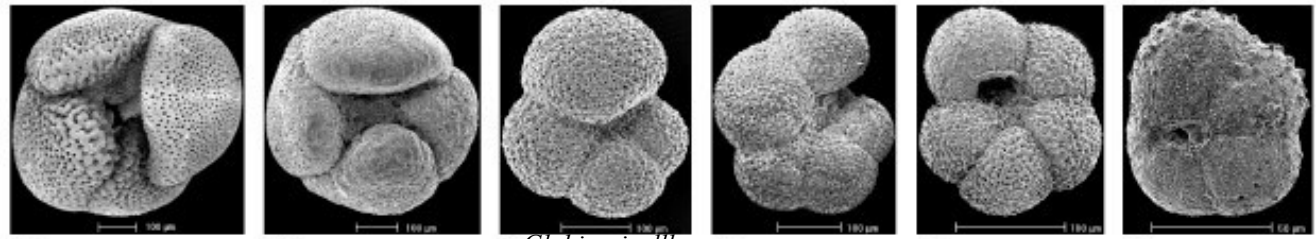
1 2 3 4 5 6



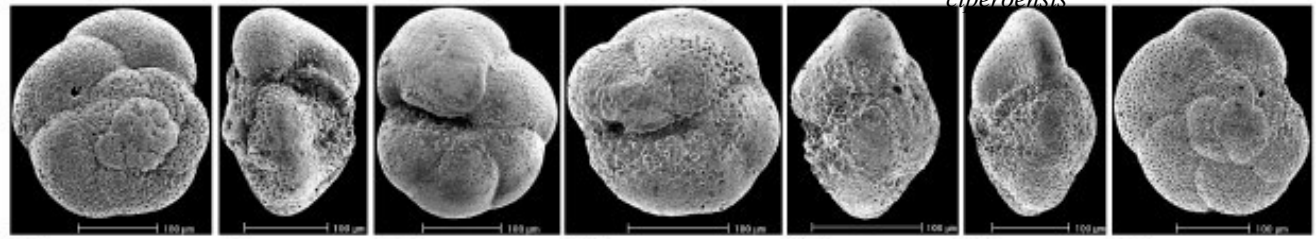
7 8 *Globoturborotalita decoraperta* 9 *G. rubescens* 10 *G. druryi* 11 *Globigerinoides parawoodi* 12



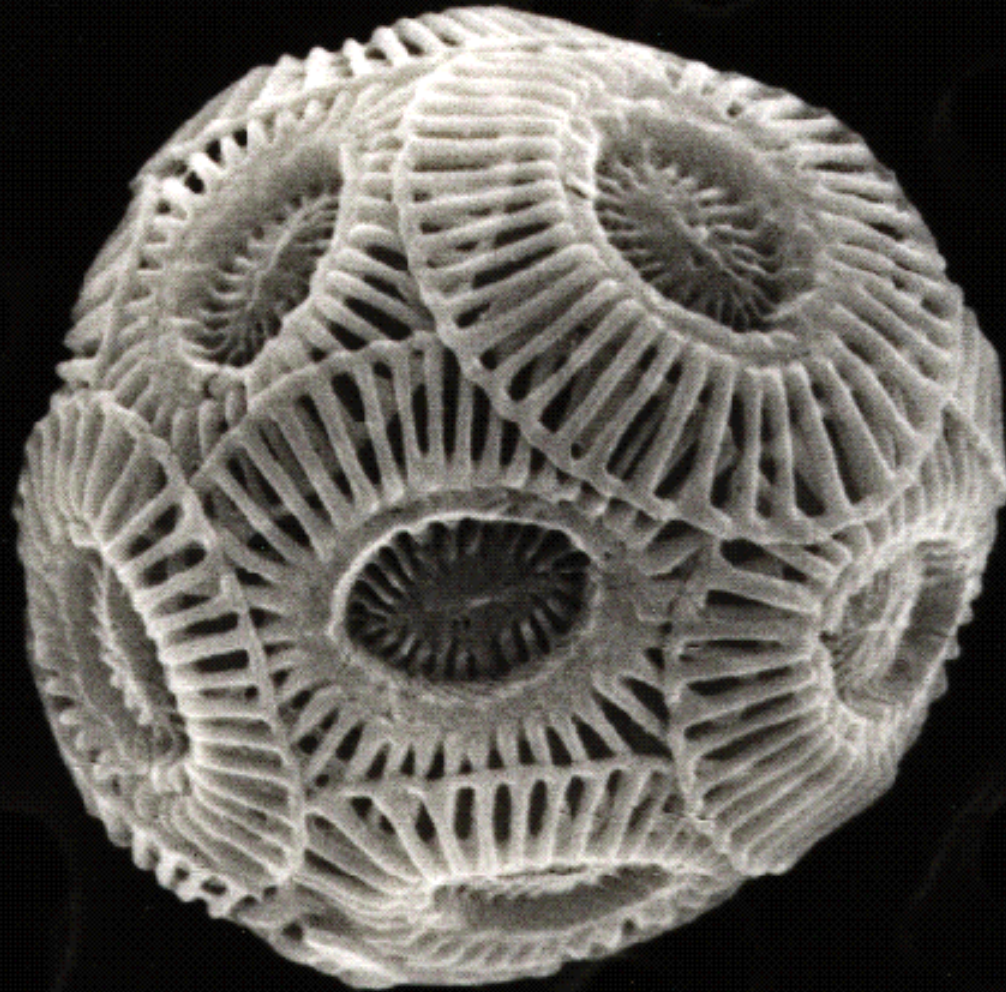
13 *G. quadrilobatus* 14 15 *G. obliquus* 16 17 *G. mitra* 18 *Globoquadrina dehiscens*



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

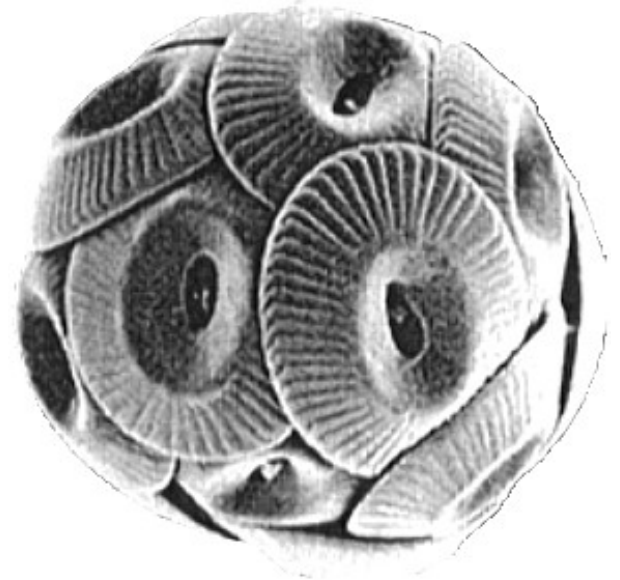
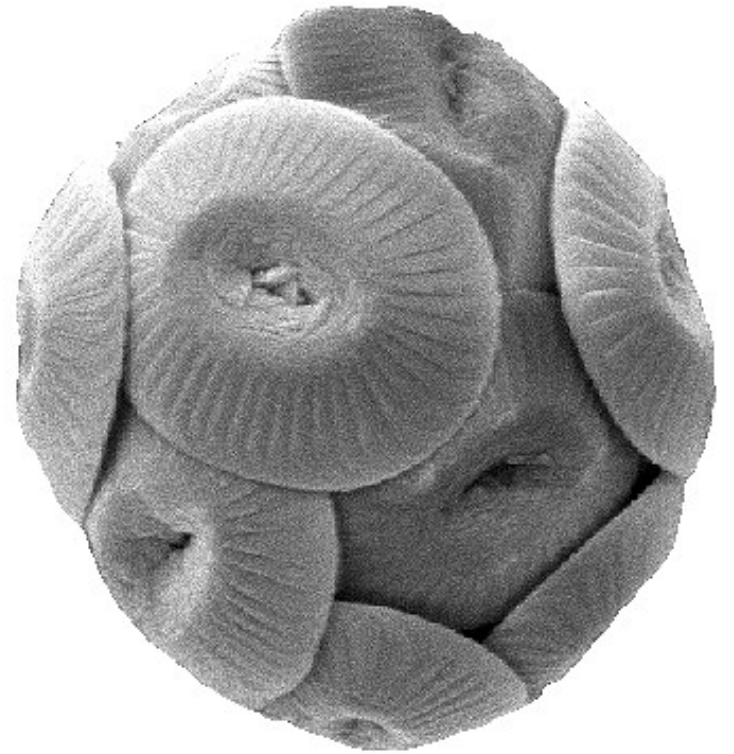
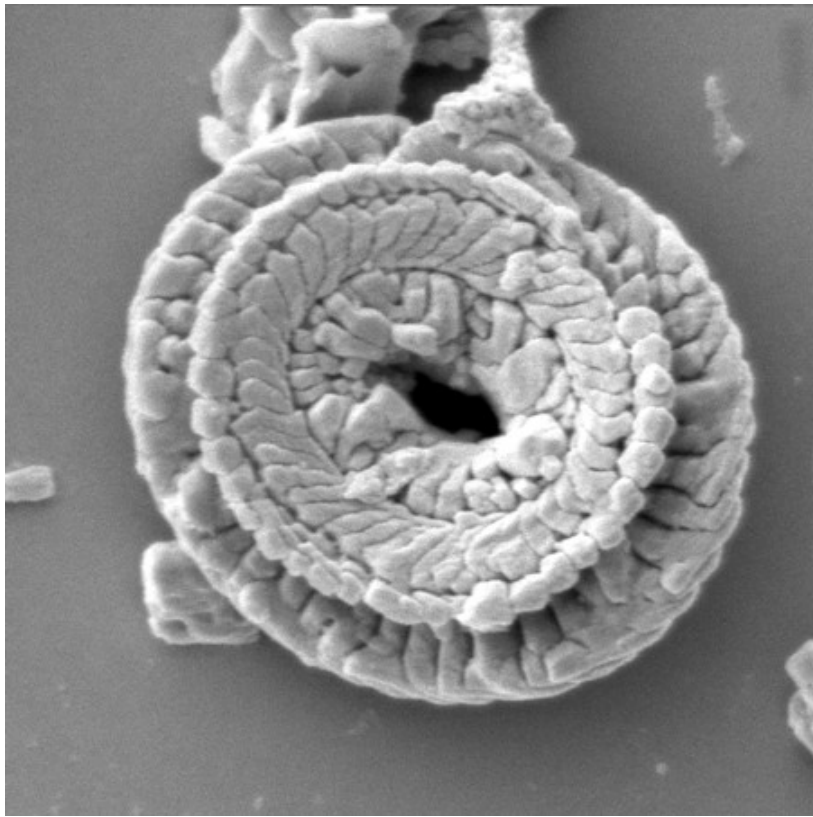


25 26 27 *Globorotalia* 28 *lenguanensis* 29 30 31



Scanning electron photomicrograph of Emiliana huxleyi

Emiliana huxleyi – recent



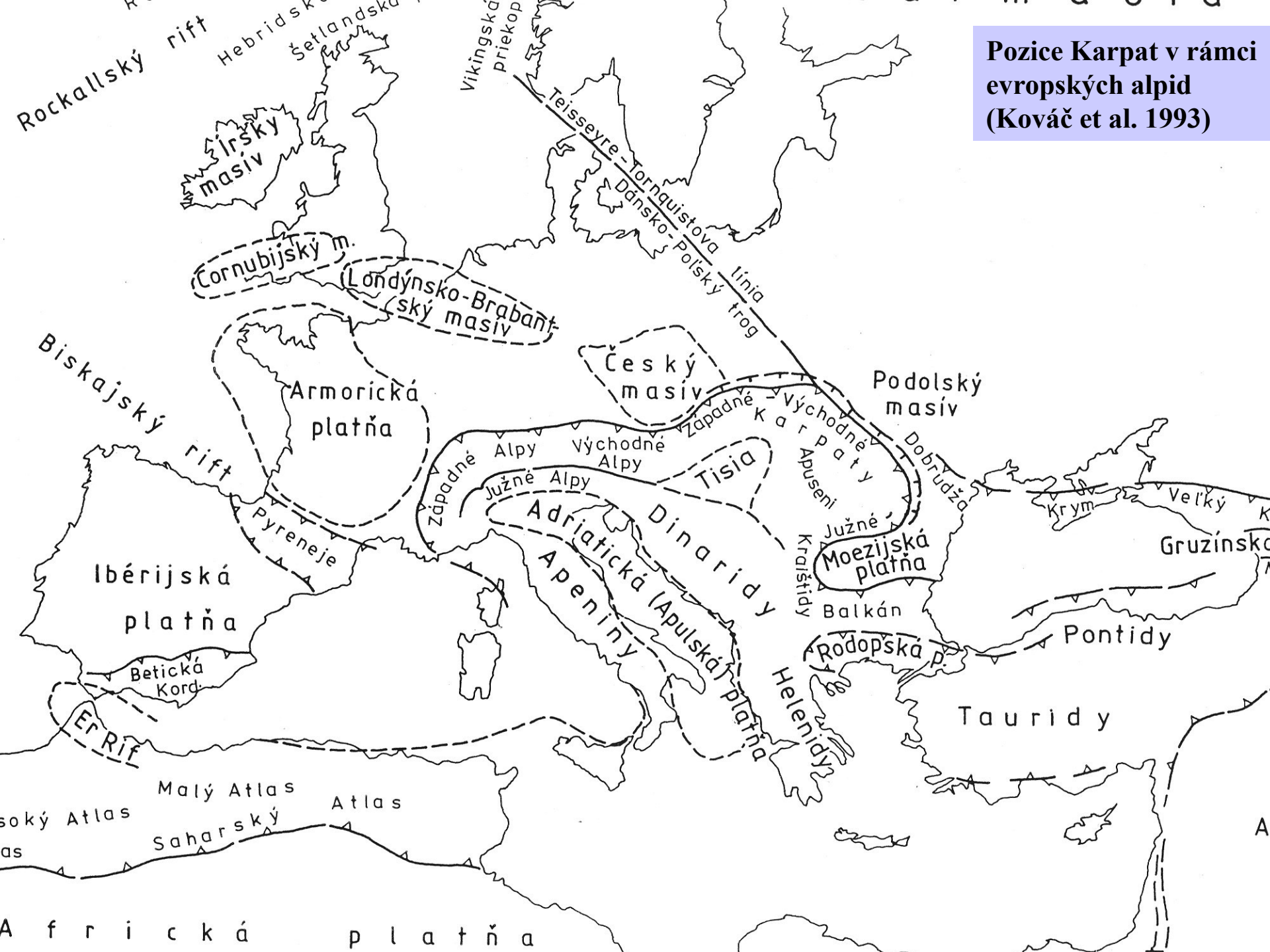
Coccolithus pelagicus



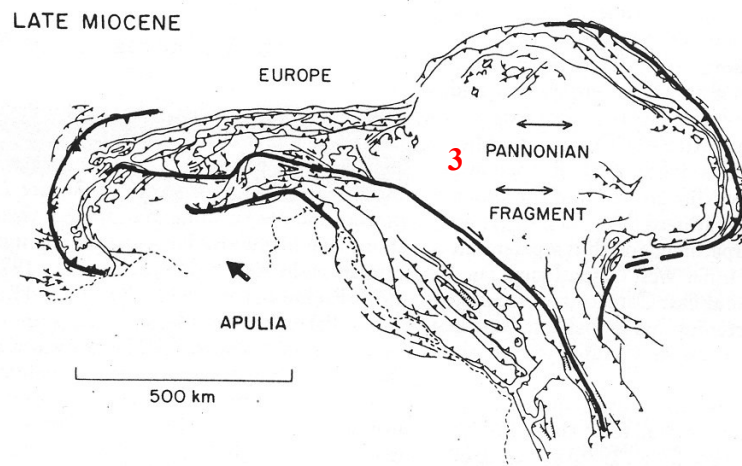
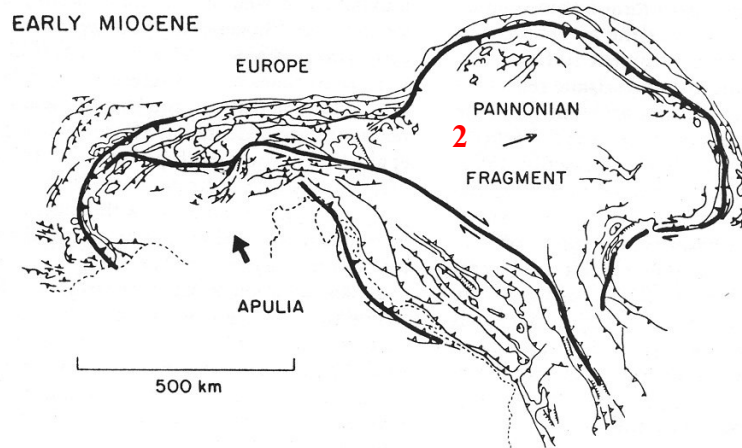
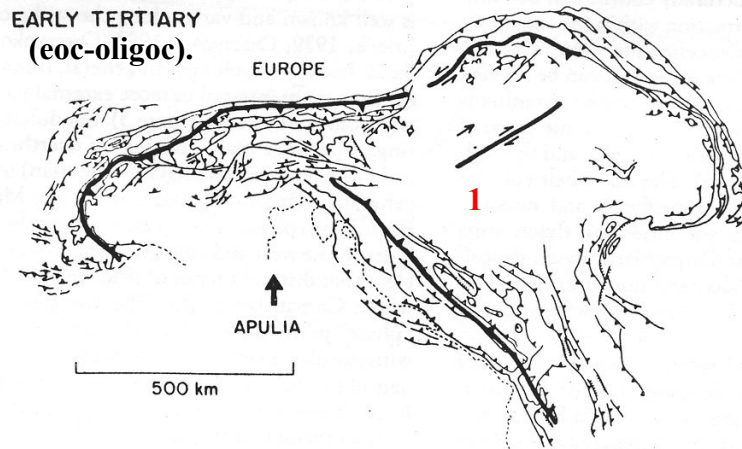
Discoaster exilis – stř. miocén

Tektonika, vulkanizmus

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

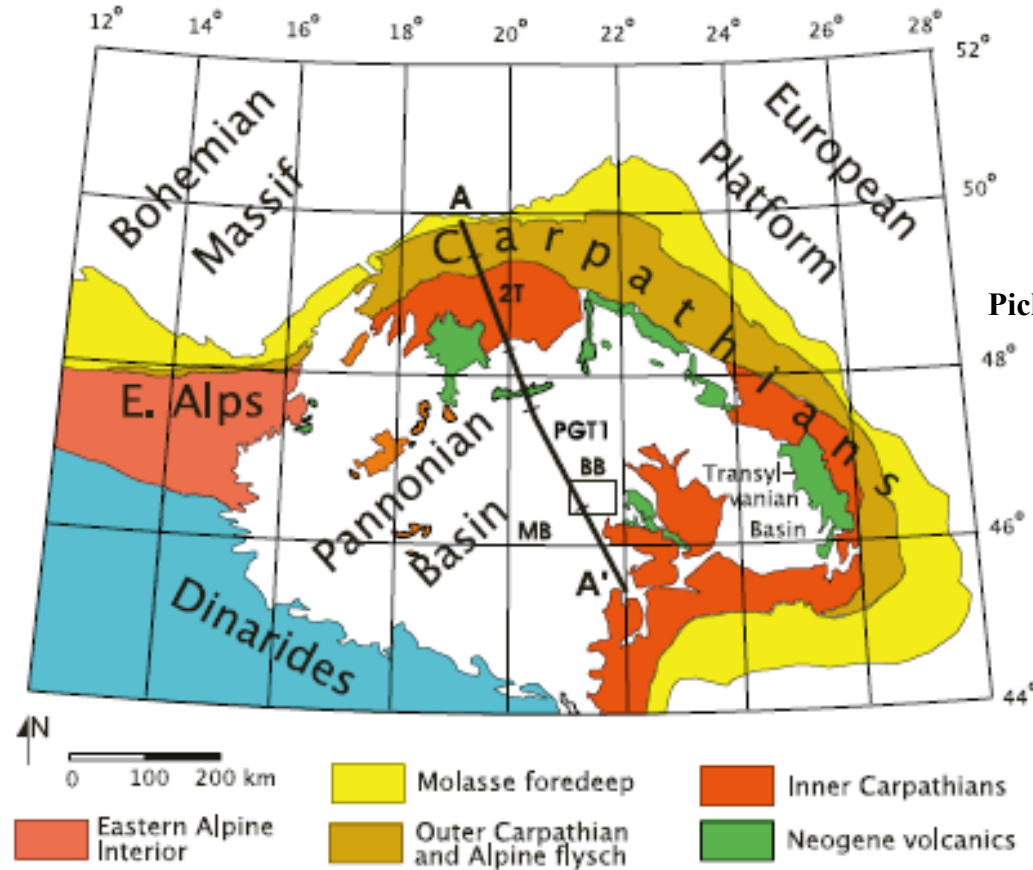


Směry pohybu desek formujících prostor CP v paleogénu až neogénu (Royden 1988)



- 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) střížné 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.

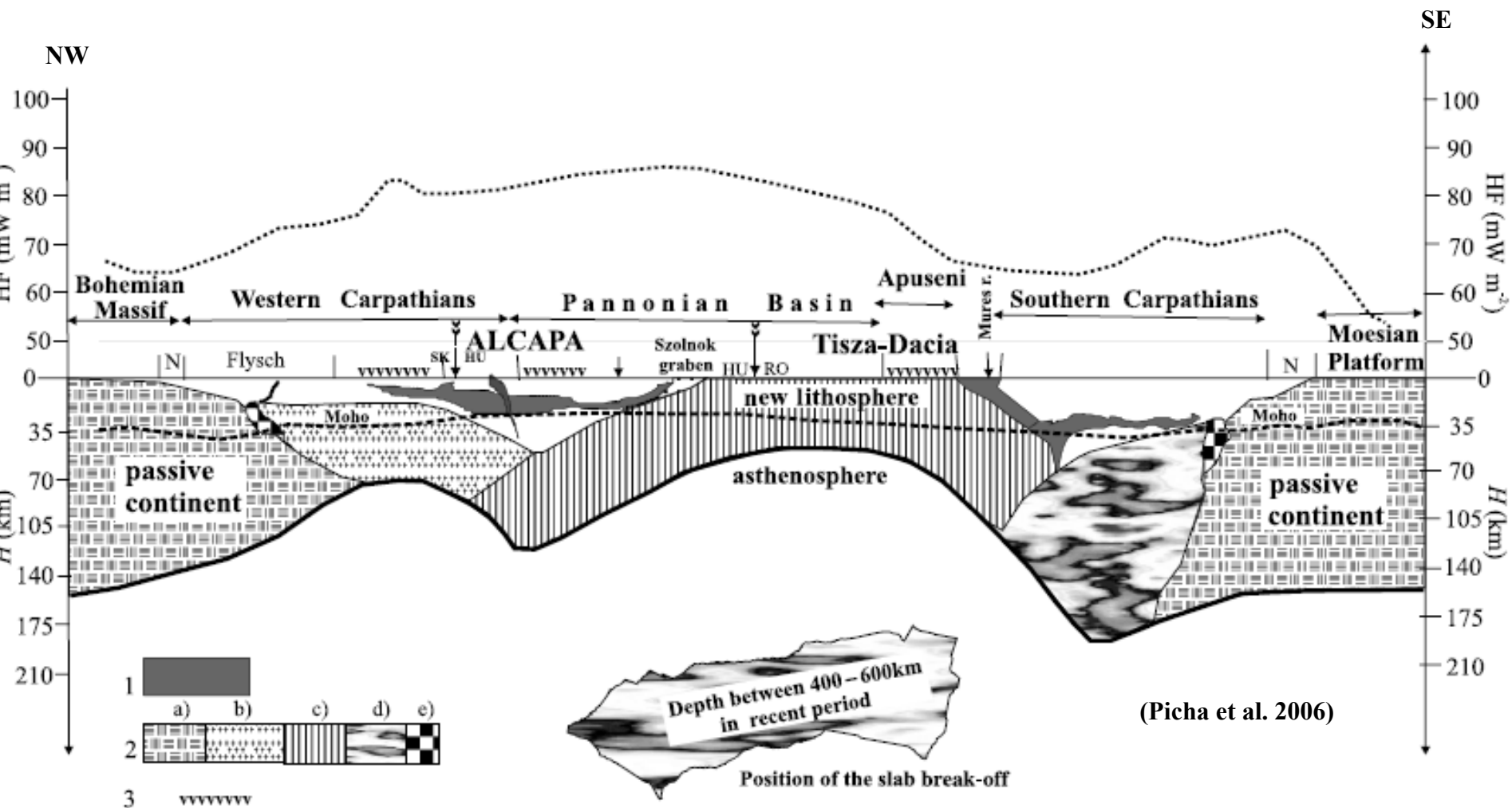
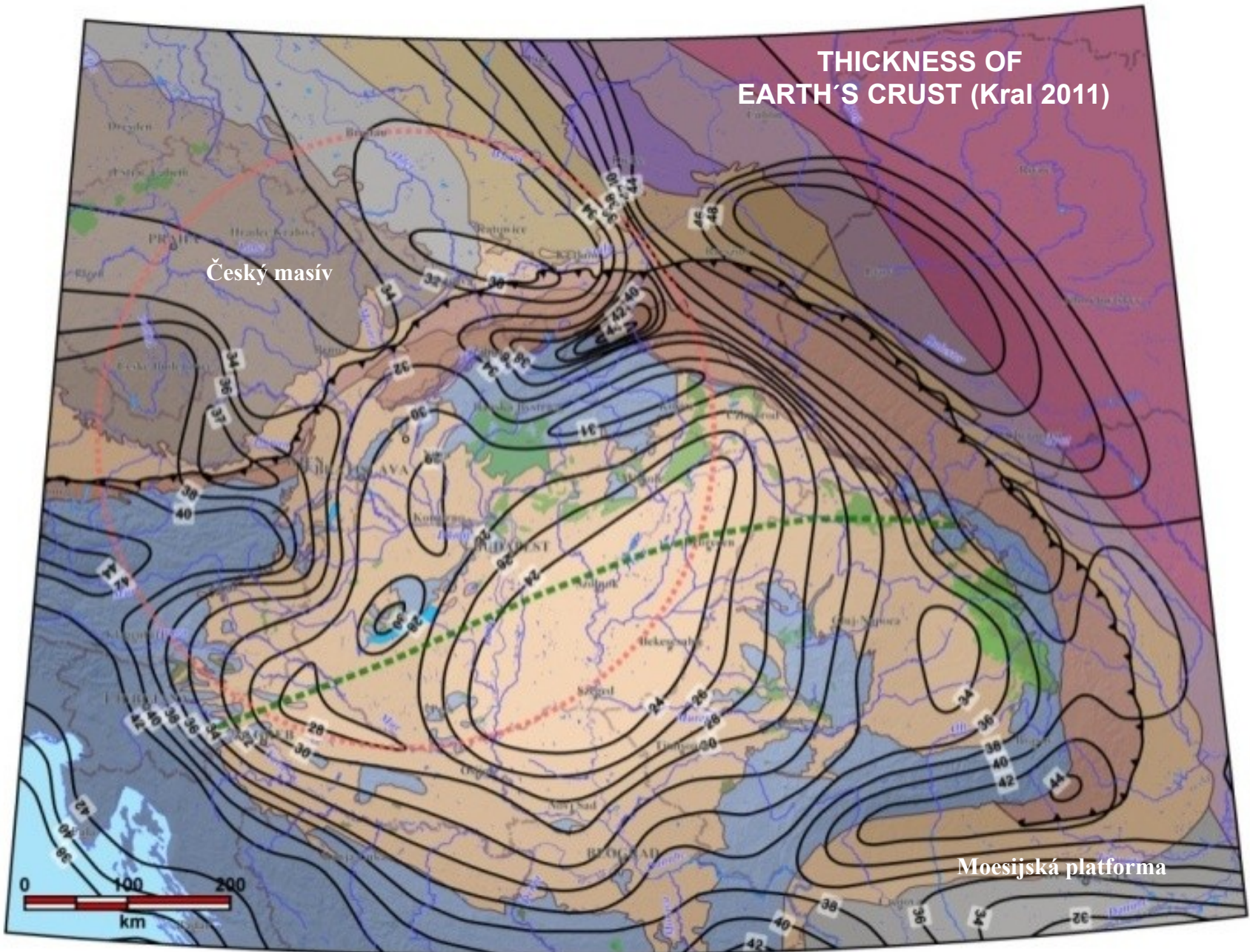


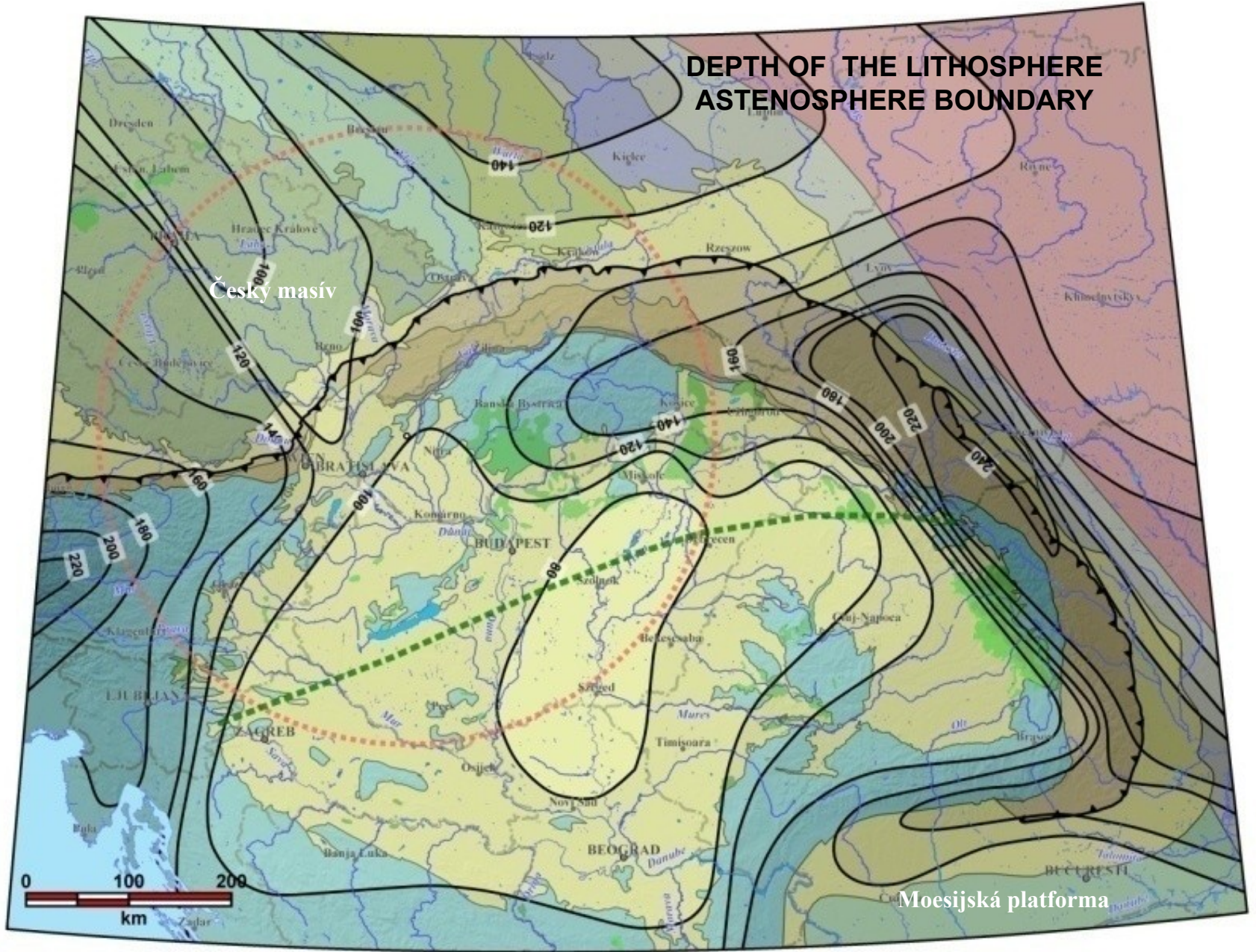
Figure 7. Simplified lithospheric profile through the Bohemian Massif, Pannonian Basin system, and Moesian Platform providing information about lithospheric composition and structure together with heat-flow curve. Green v letters = location of Neogene–Quaternary volcanics; N = sediments of the Neogene 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.

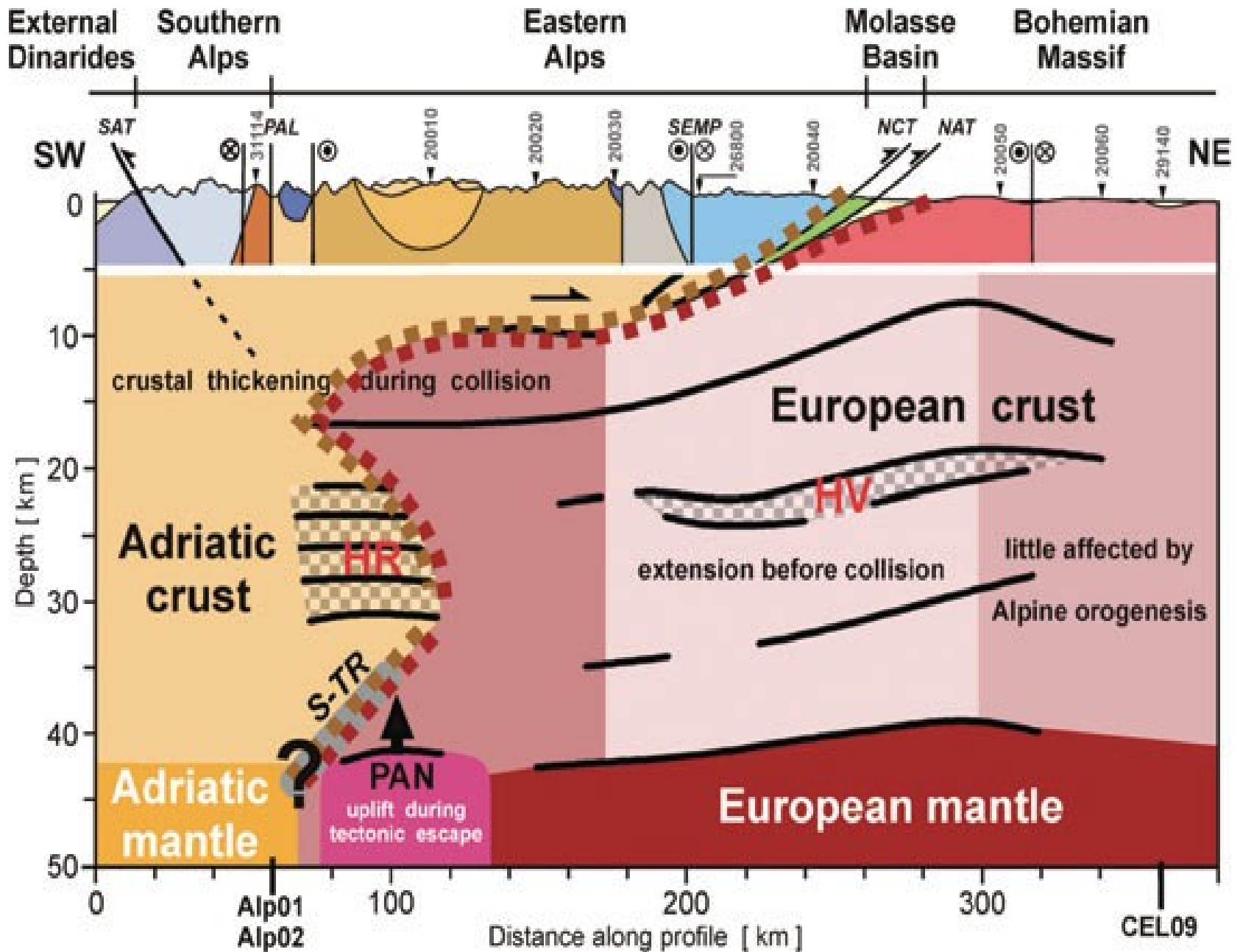
SK = Slovakia, HU = Hungary, N = Neogene, RO = Rumunsko

THICKNESS OF EARTH'S CRUST (Kral 2011)



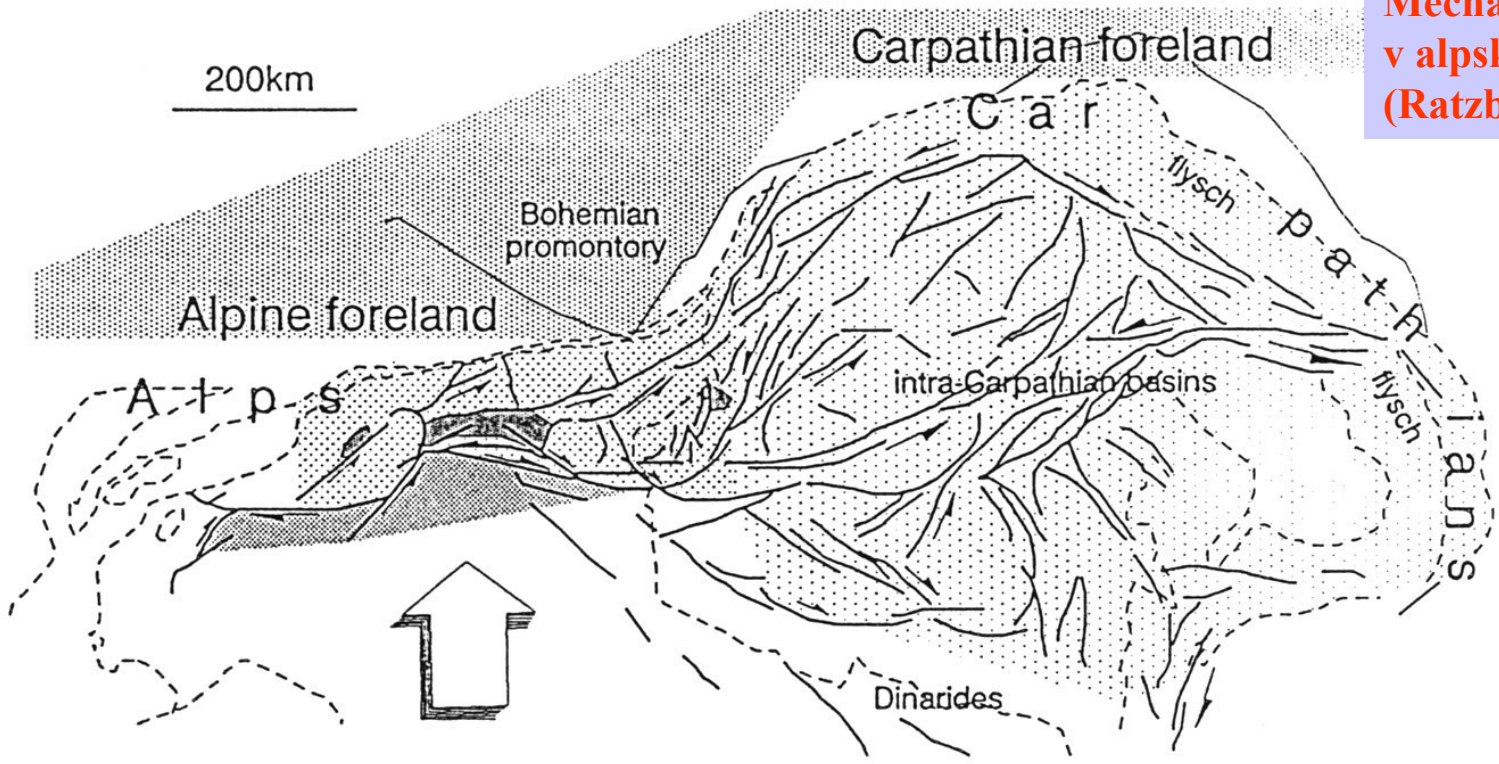
DEPTH OF THE LITHOSPHERE ASTENOSPHERE BOUNDARY








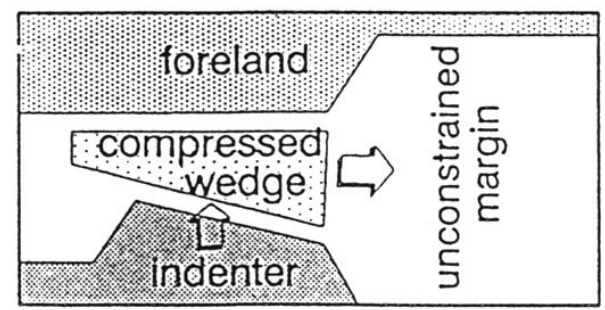
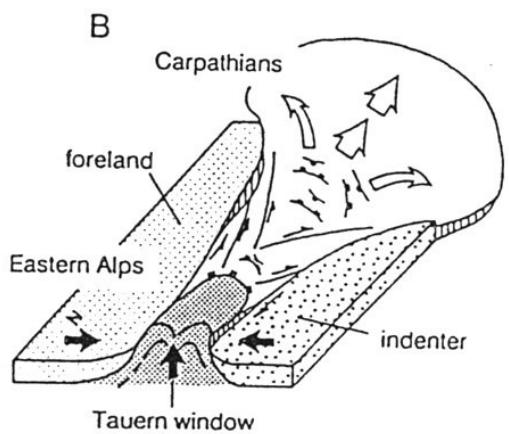


**Mechanismus desek
v alpsko-karpatské oblasti
(Ratzbacher et al. 1991)**

200km



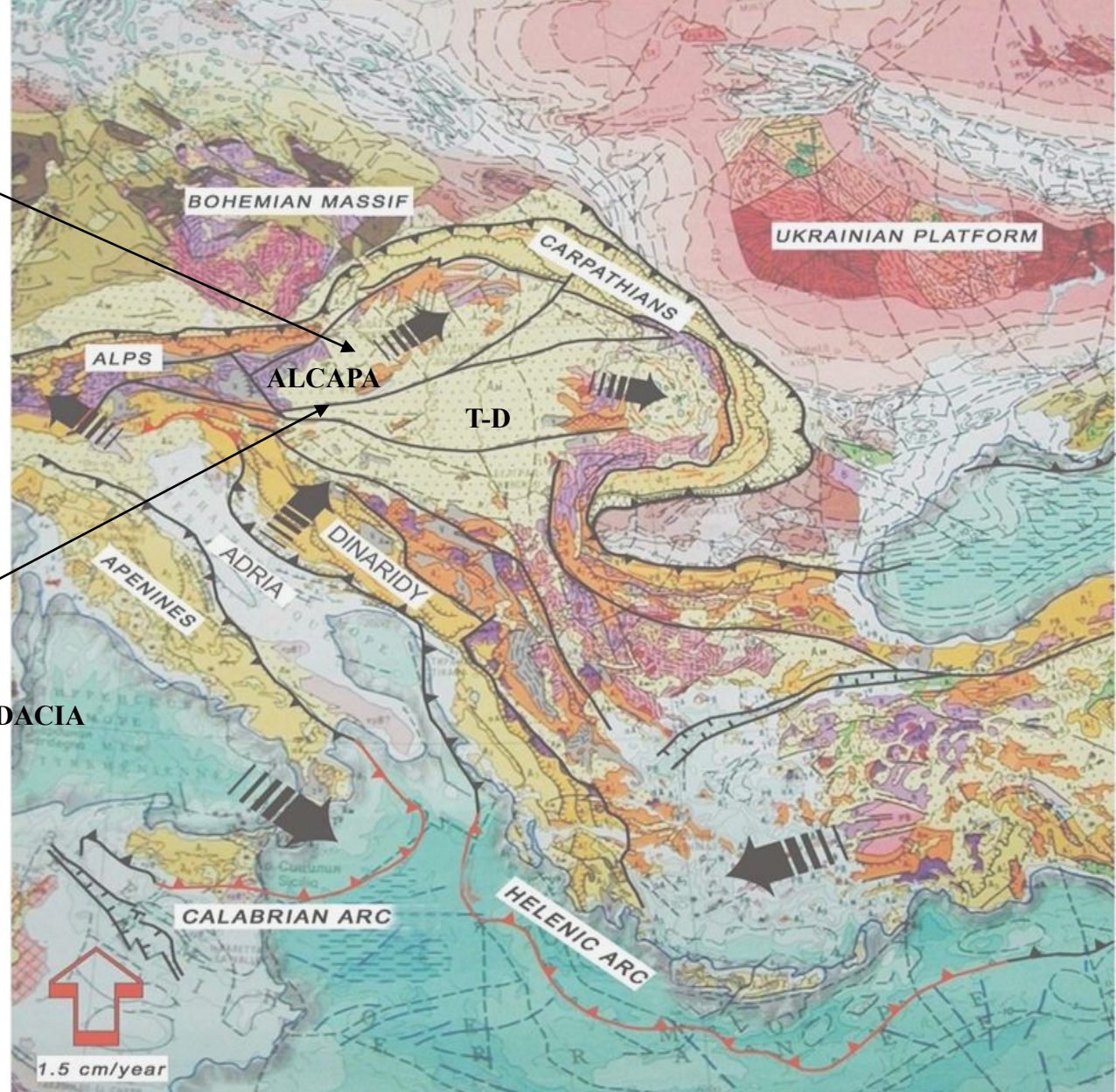
-  Penninic windows
-  South Alpine indenter
-  Eastern Alpine orogen
-  unconstrained lateral margin
-  Alpine - Carpathian foreland













Miocénní dynamika ALCAPy byla ovlivněna konvergentní kolizí s Evropskou platformou a poté zvednutím astenosférického pláště v pannonské oblasti

Tektonický posun ALCAPy k východu a jeho CCW rotace

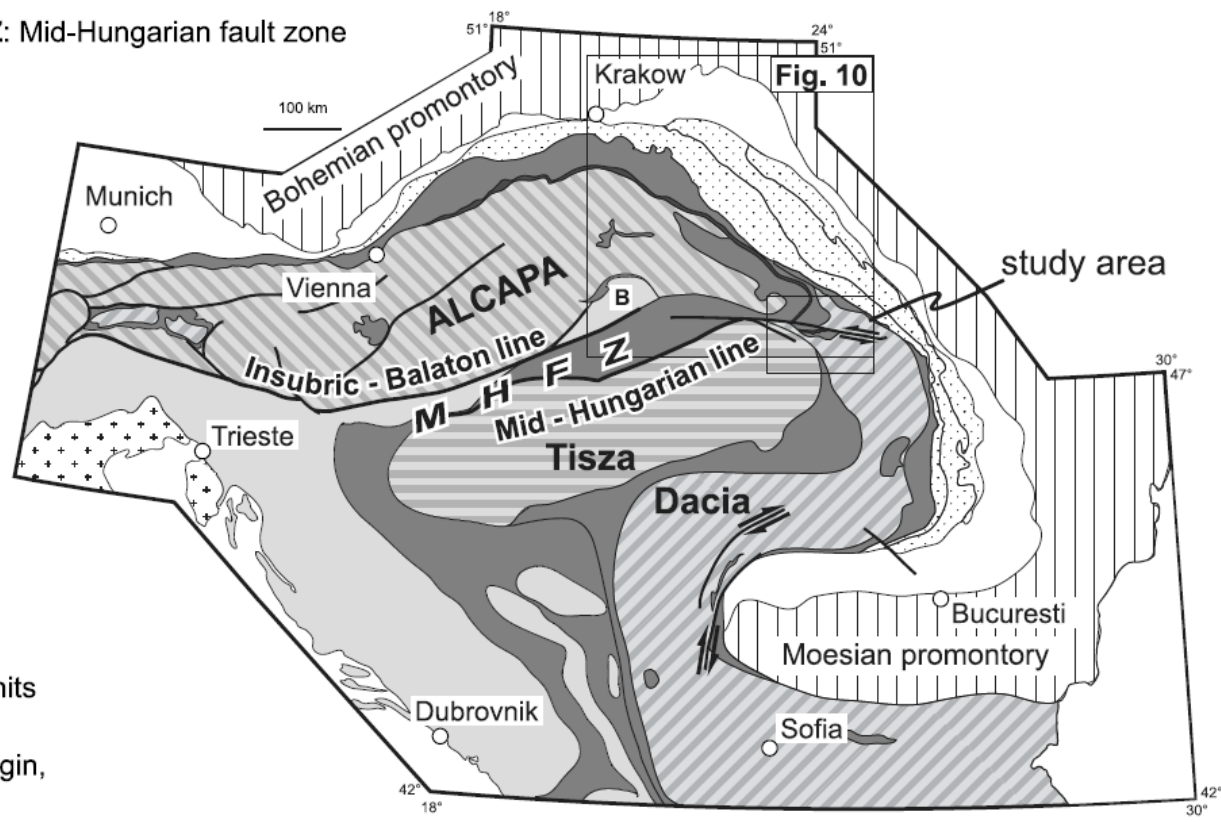
Středomořarská linie
(transformní linie ALCAPA-TISA/DACIA)



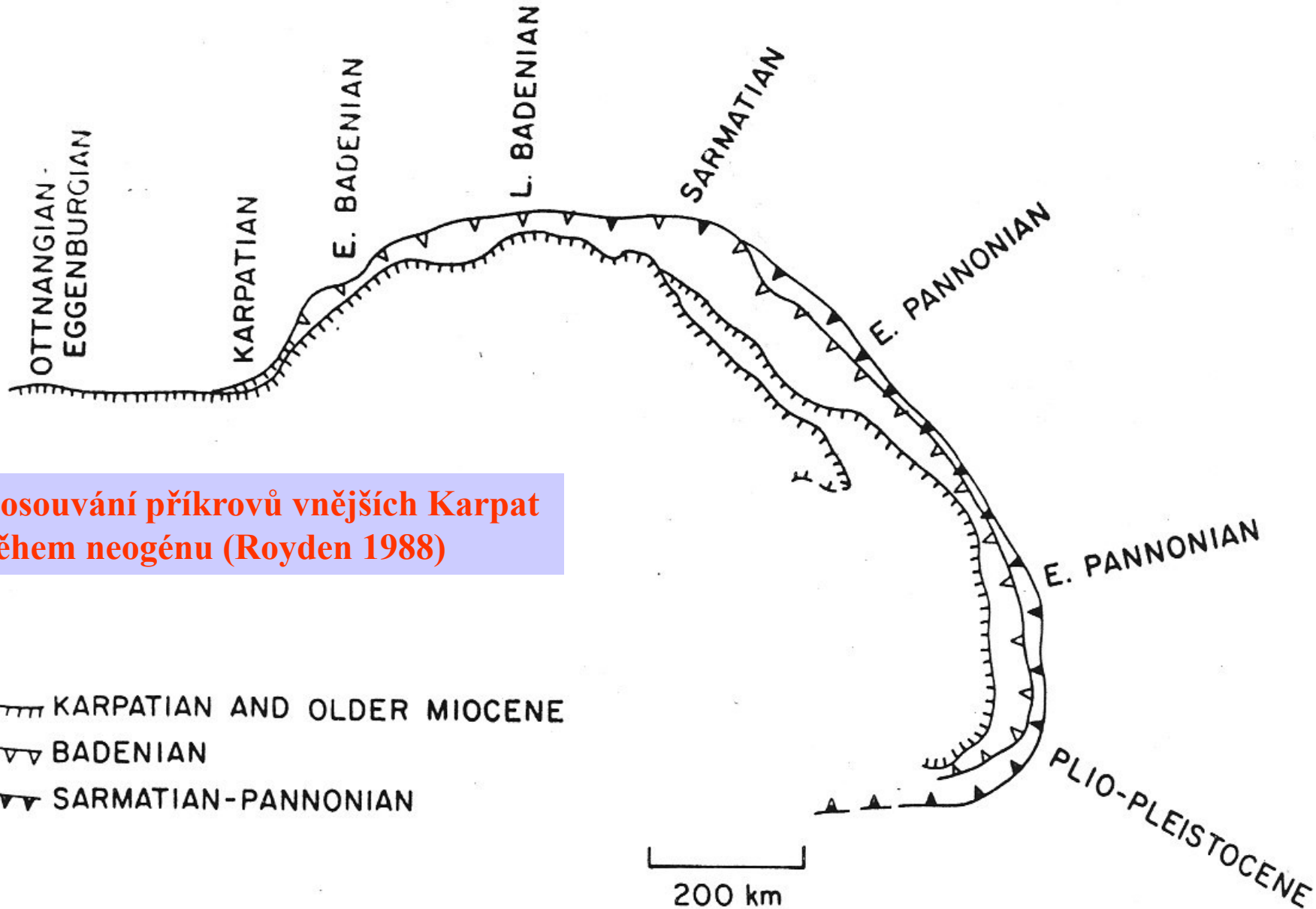
(Kováč 2013)

-  undeformed European foreland
-  Apulian plate
-  external foredeep
-  Miocene thrust belt
-  Ophiolites, suture zones, oceanic accretionary prisms
-  Pienniny klippen belt
-  Apulia derived allochthons: Austroalpine, ALCAPA
-  "Tisza", including the N. Apuseni Mts. with mixed European and Apulian affinities
-  Europe derived allochthons: Dacia, Balkan, Rhodopes, Sub-Penninnic units
-  Apulia derived elements: Southern Alps and Dinaridic continental margin, including Bükk Mts. (B)

MHFZ: Mid-Hungarian fault zone



(Kováč 2013)

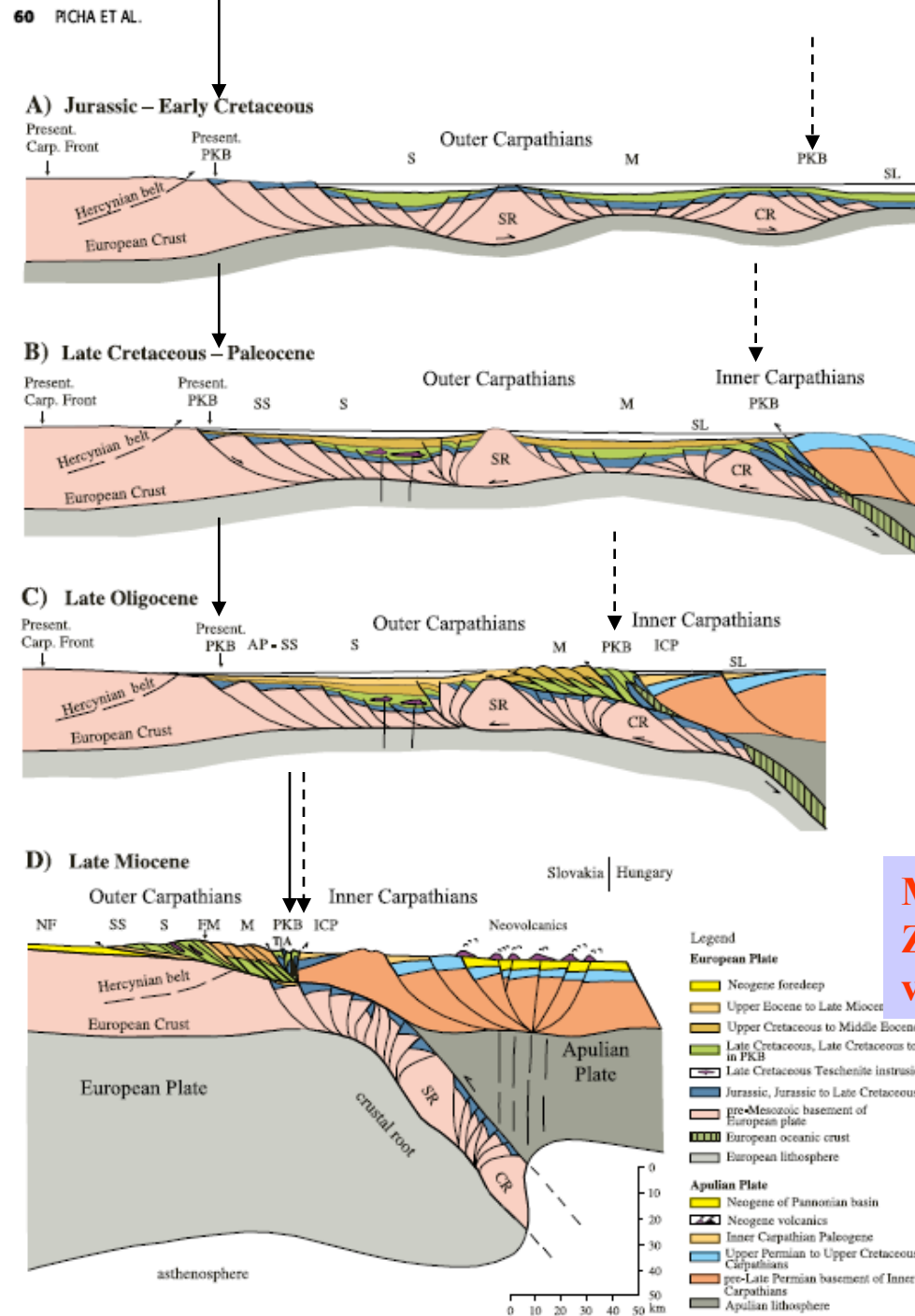


Dosouvání příkrovů vnějších Karpat během neogénu (Royden 1988)

- ▬ 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

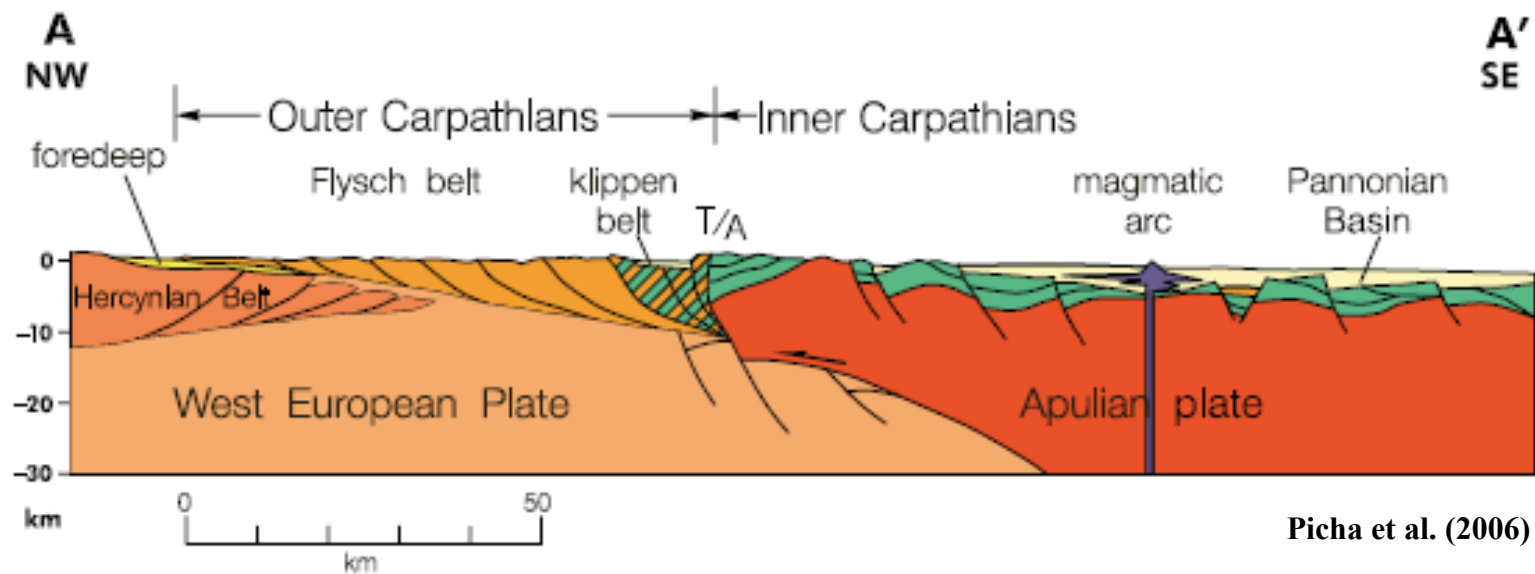
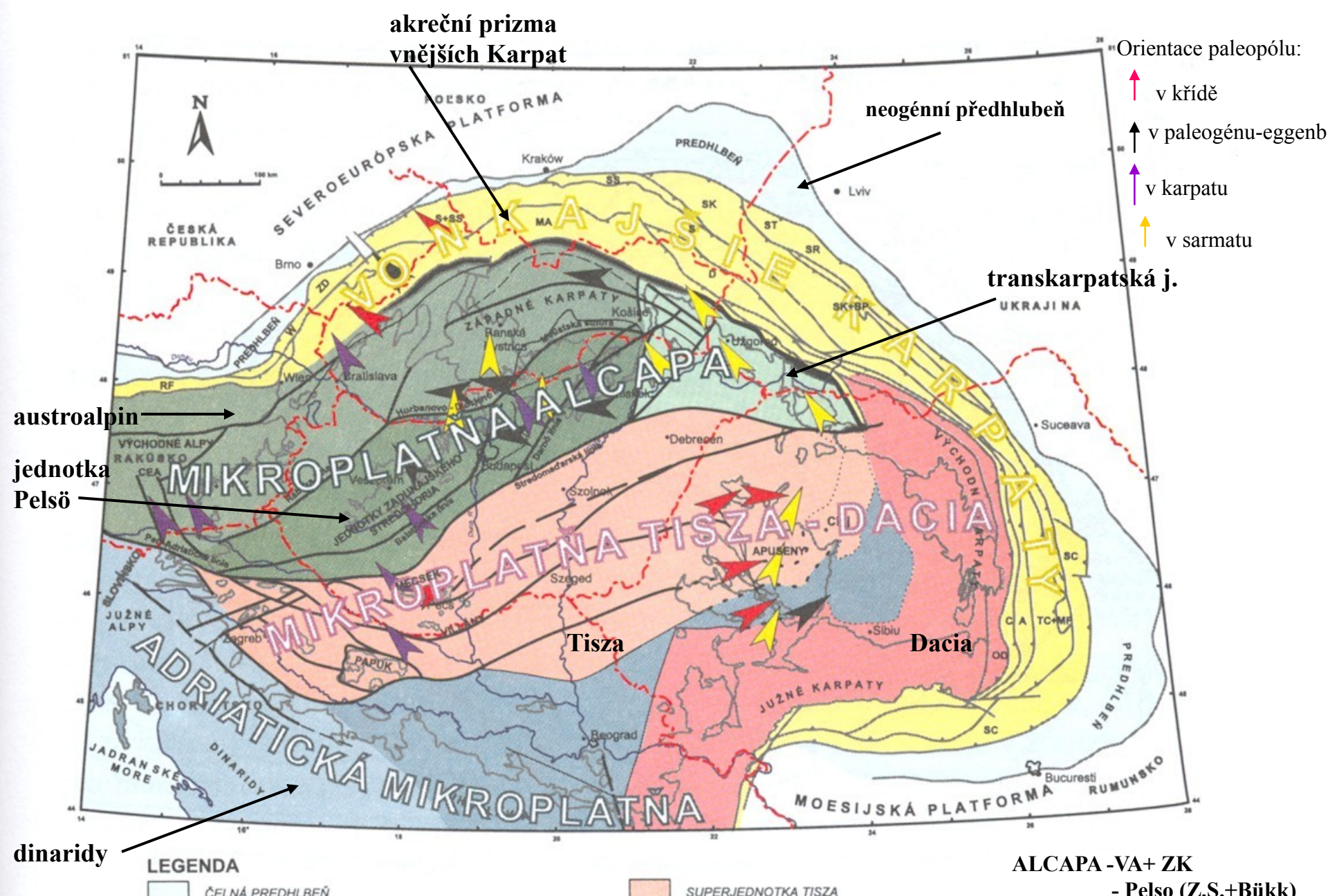


Figure 2. Generalized crosssection through the Western Carpathians and their foreland. The term "Apulian plate" (Adria) is used here as a general name for microplates of the Carpathian region separated from North Africa. Location in Figure 1. Modified from Picha (1996).

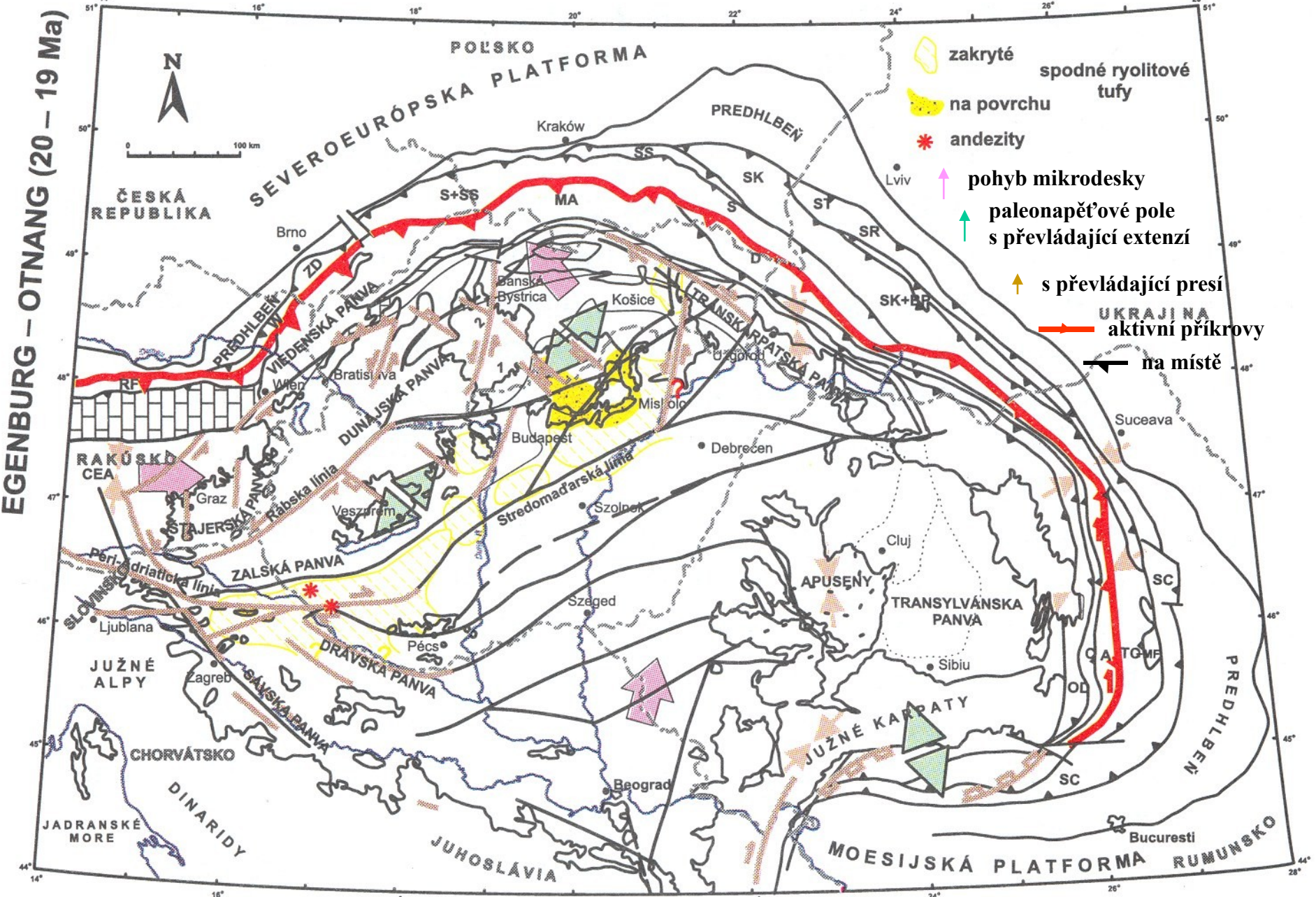


Základní mikrotectonický karpatsko-panonského systému a jejich dělení na geologické jednotky (Kováč 2000, upraveno)

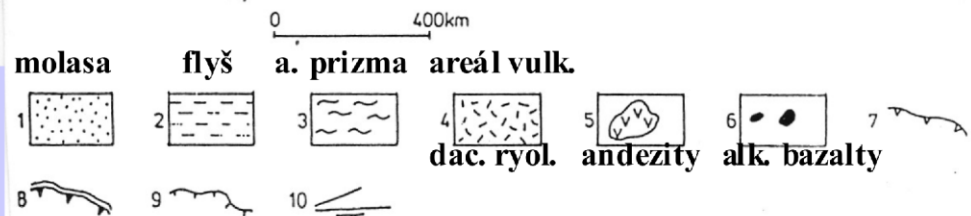
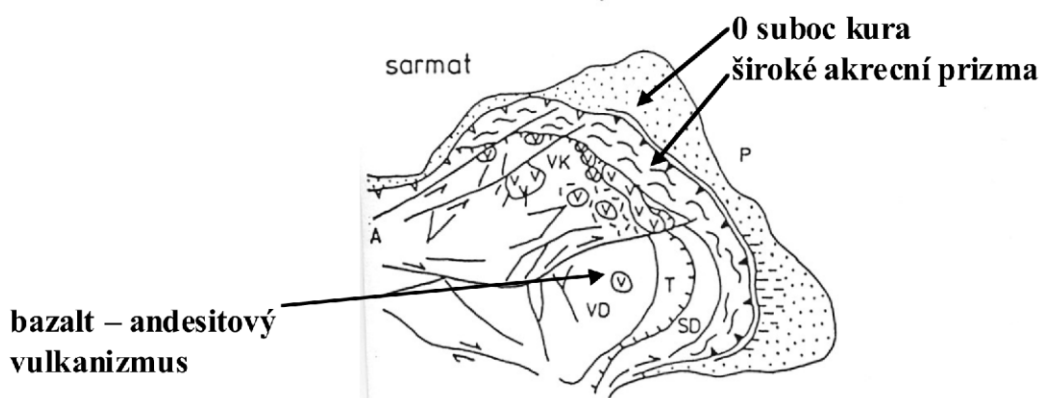
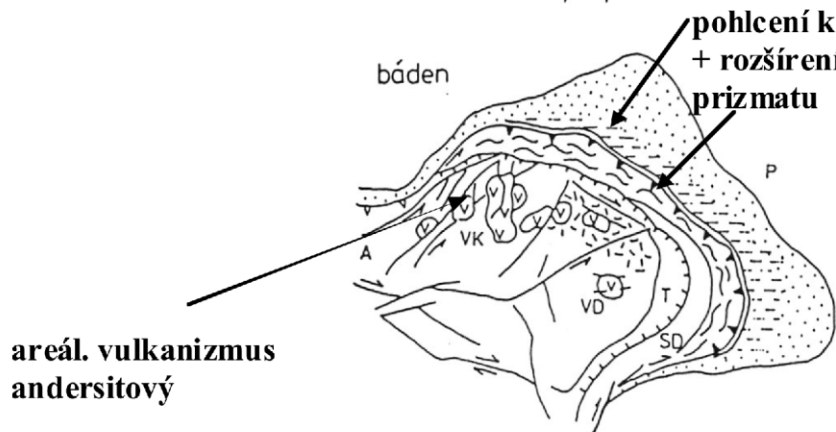
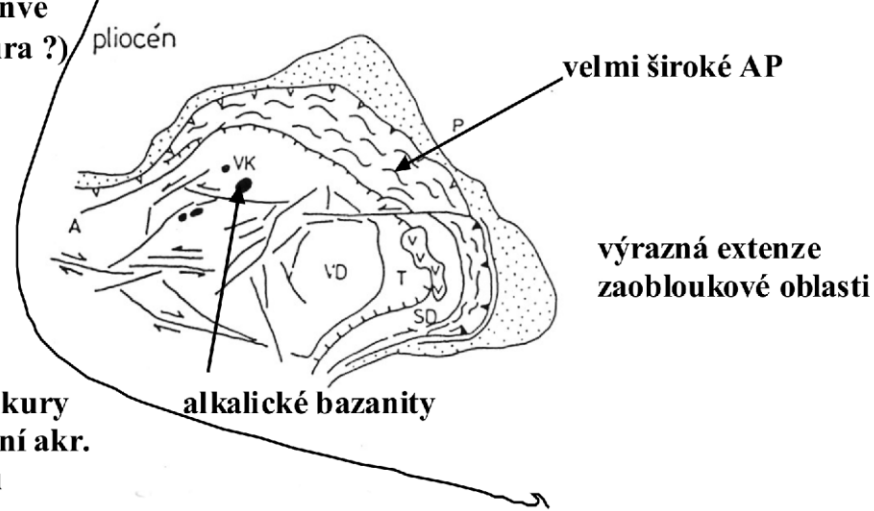
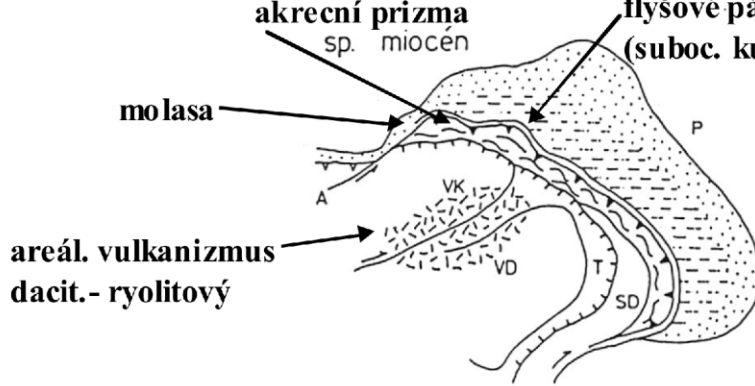
 poklesy

 horizontální posuny

 zlomové linie



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



A – ostalpin
VK –vnitřní Záp. Karpaty
T – transylvanidy
VD – vnitřní dacidy
SD – střední dacidy
P – evropská platforma

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

Poslední příkrovové
pohyby

Poslední sedimentace
v předhlubni (v Ma)

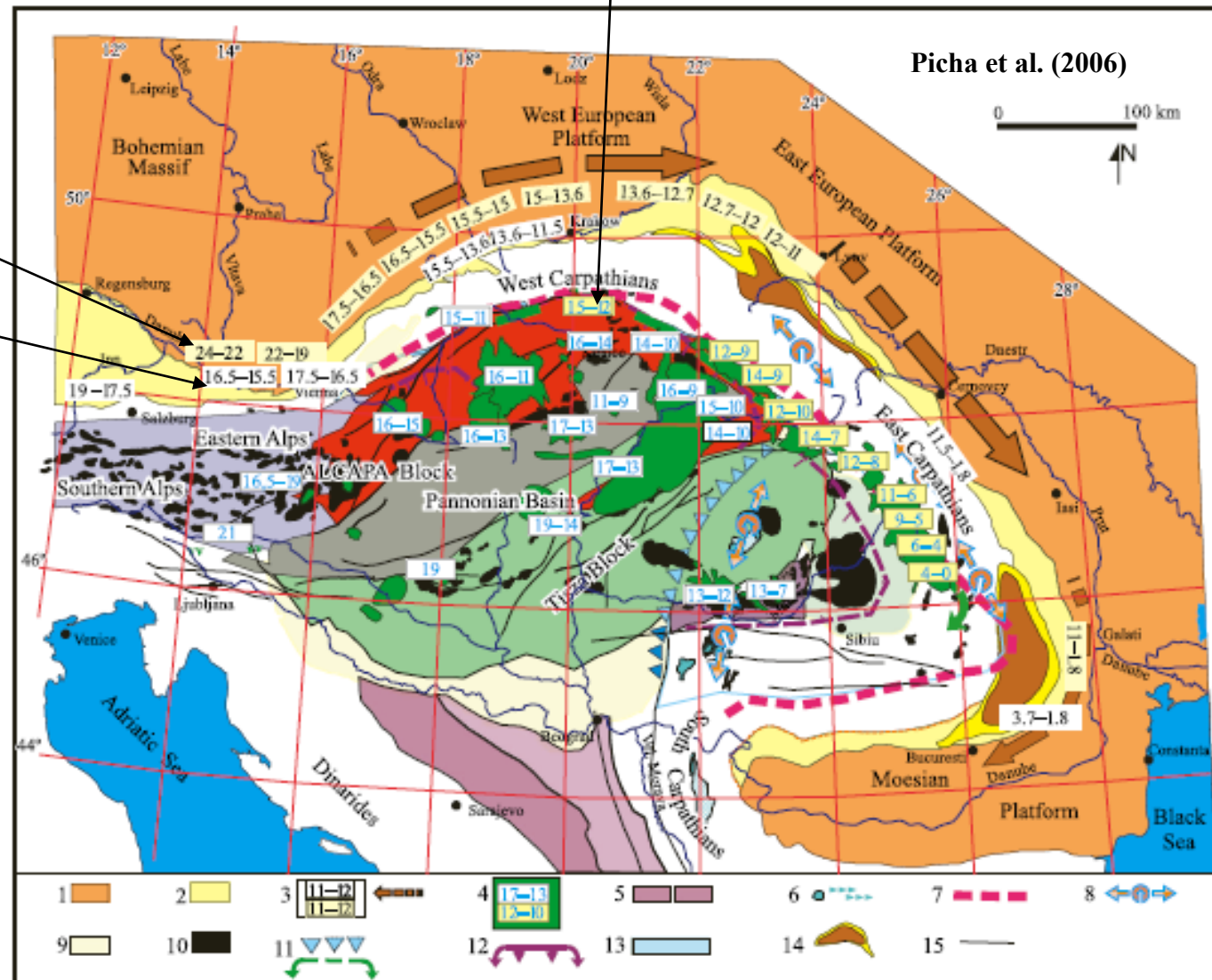
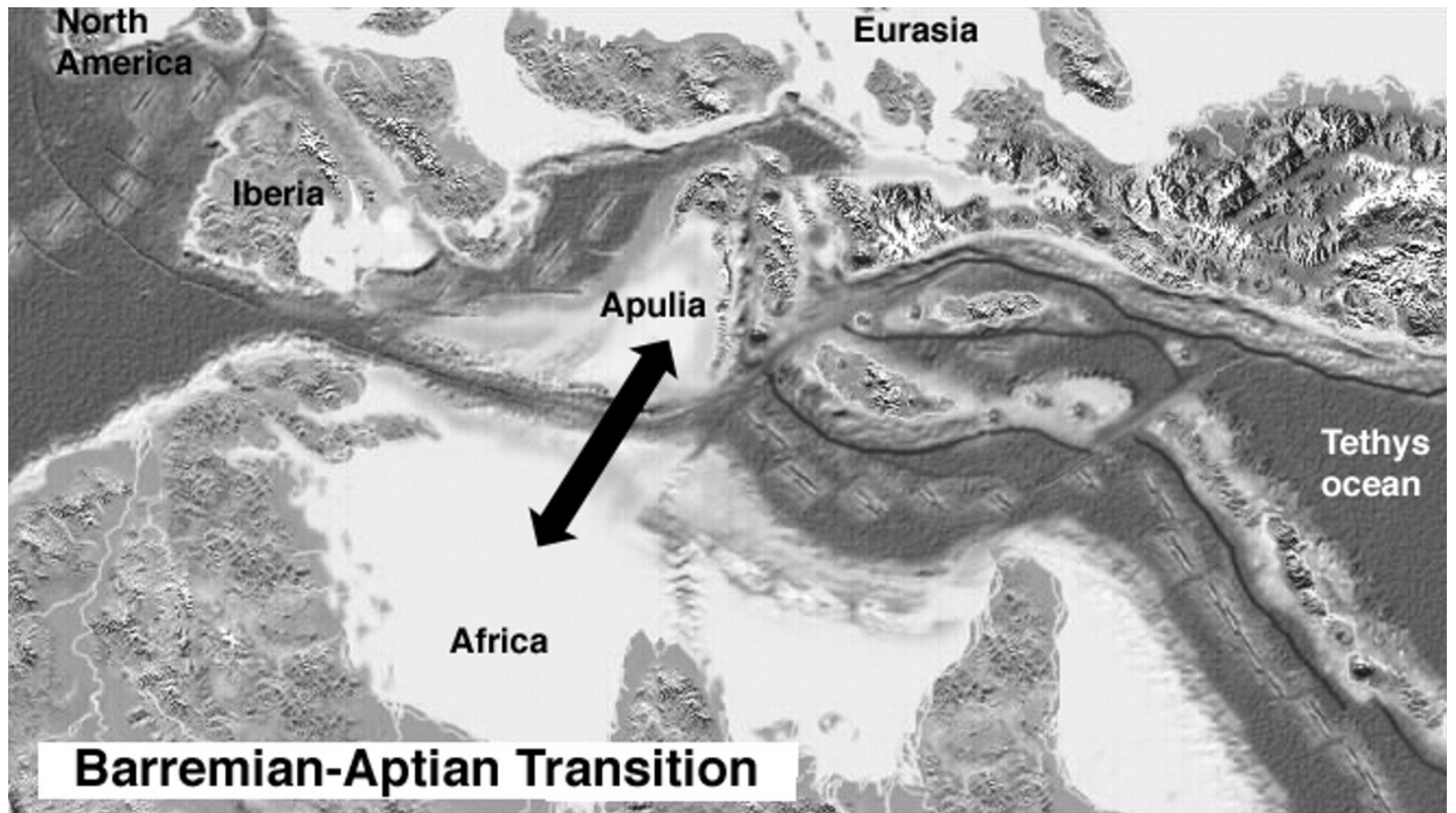


Figure 6. A summary figure with geophysical data, geological data, and speculative boundaries in the Carpathian–Pannonian region. Explanation: 1 = platform; 2 = Alpine and Carpathian foreland basin; 3a = last stage of foreland basin deposition (in Ma); 3b = last thrust movements of the Outer Carpathians (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

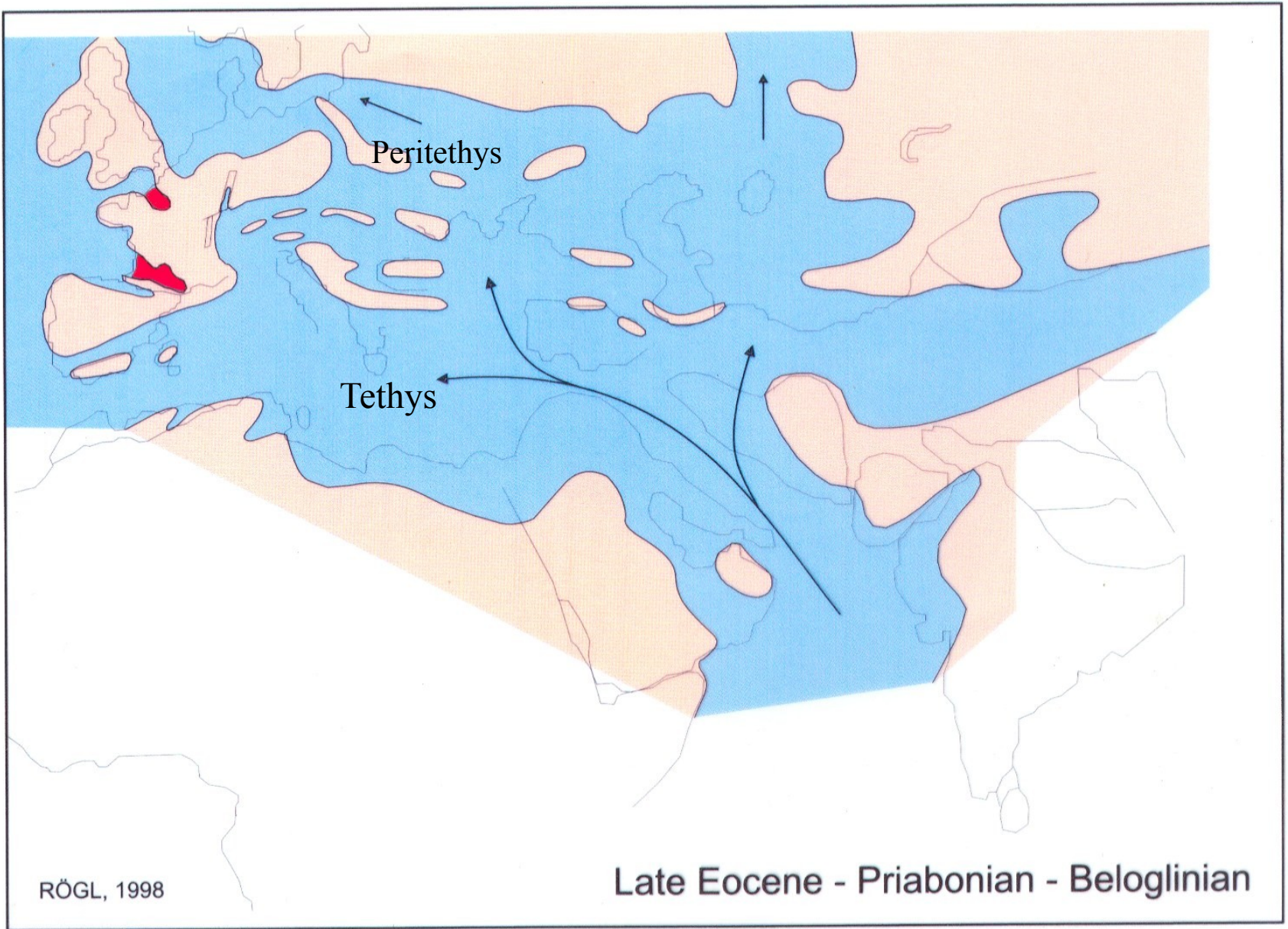




Eocene

spreading





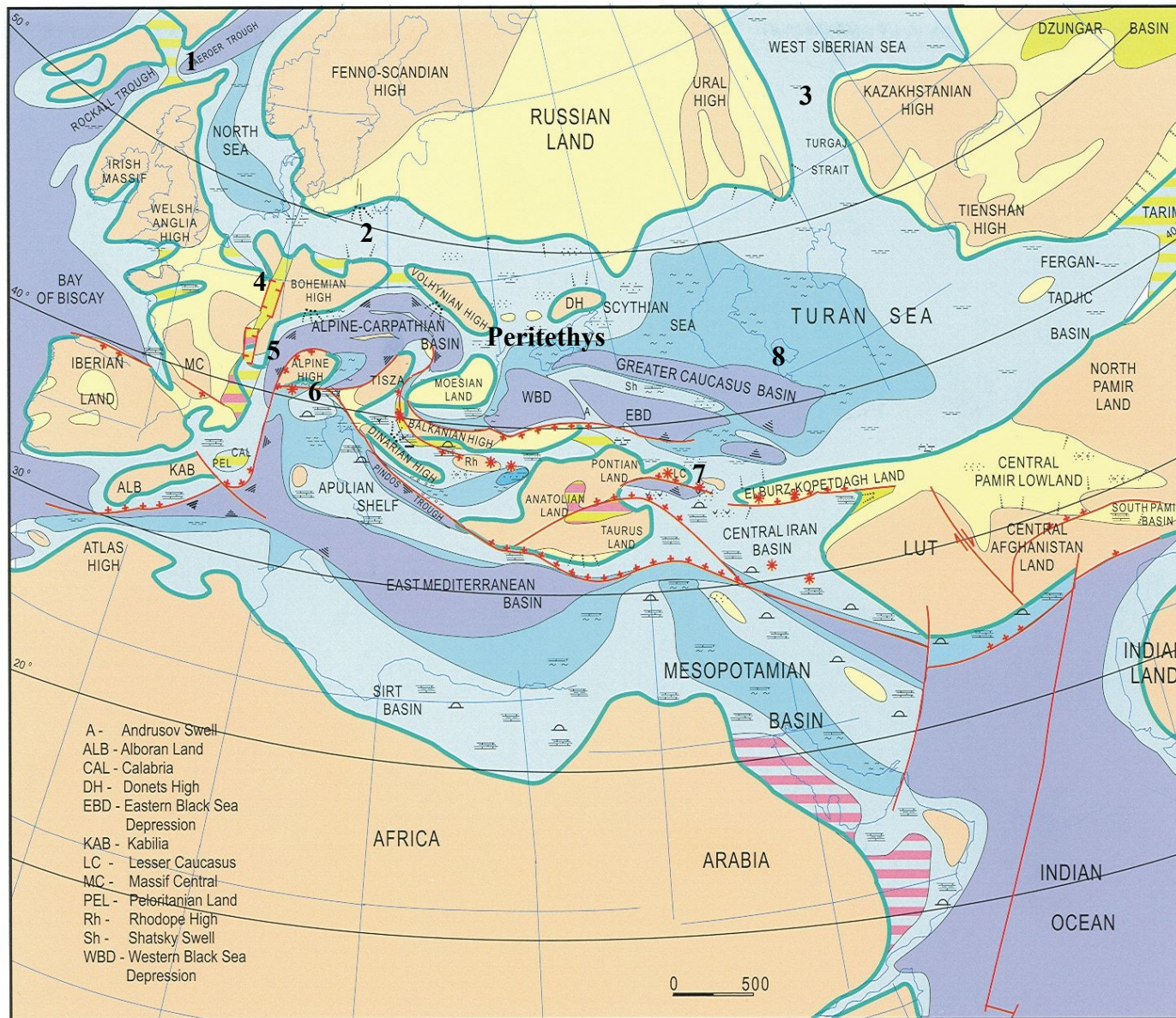
Late Eocene

37-34 Ma

NP 18 – NP 20

priabon-beloglin

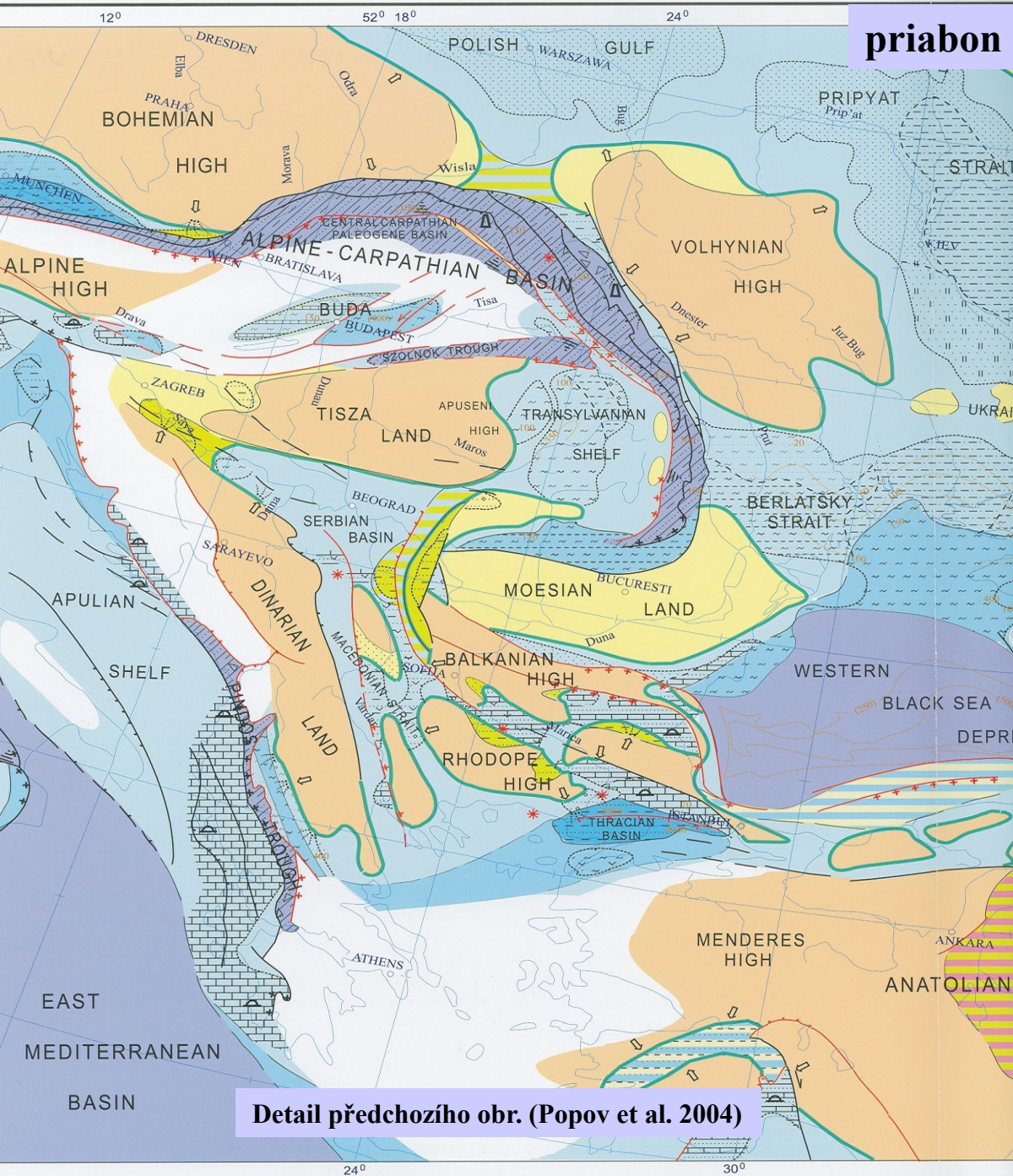
- 1 – žádné spojení Sev. moře – Atlantik
- 2 – pripjatská cesta
- 3 – turgajská cesta
- 4 – rýnský příkop, počátek rozevírání
- 5 – předalpské spojení
- 6 – slovinský koridor
- 7 – oblast rozsáhlé písčito-karbonátové sedimentace s nummuly (šelf Pontidy-M. Kavkaz-Elbruz-Kopet Dag)
- 8 – belogilinská p.,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



numulitový vápenec – charakteristická hornina eocénu mediterránní oblasti



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

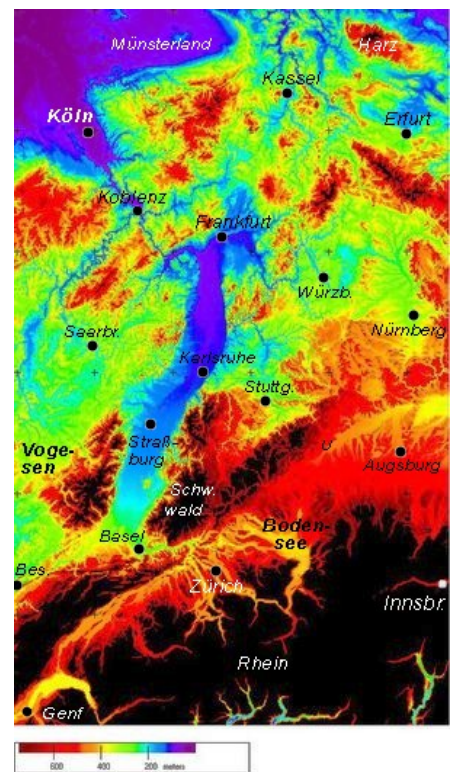
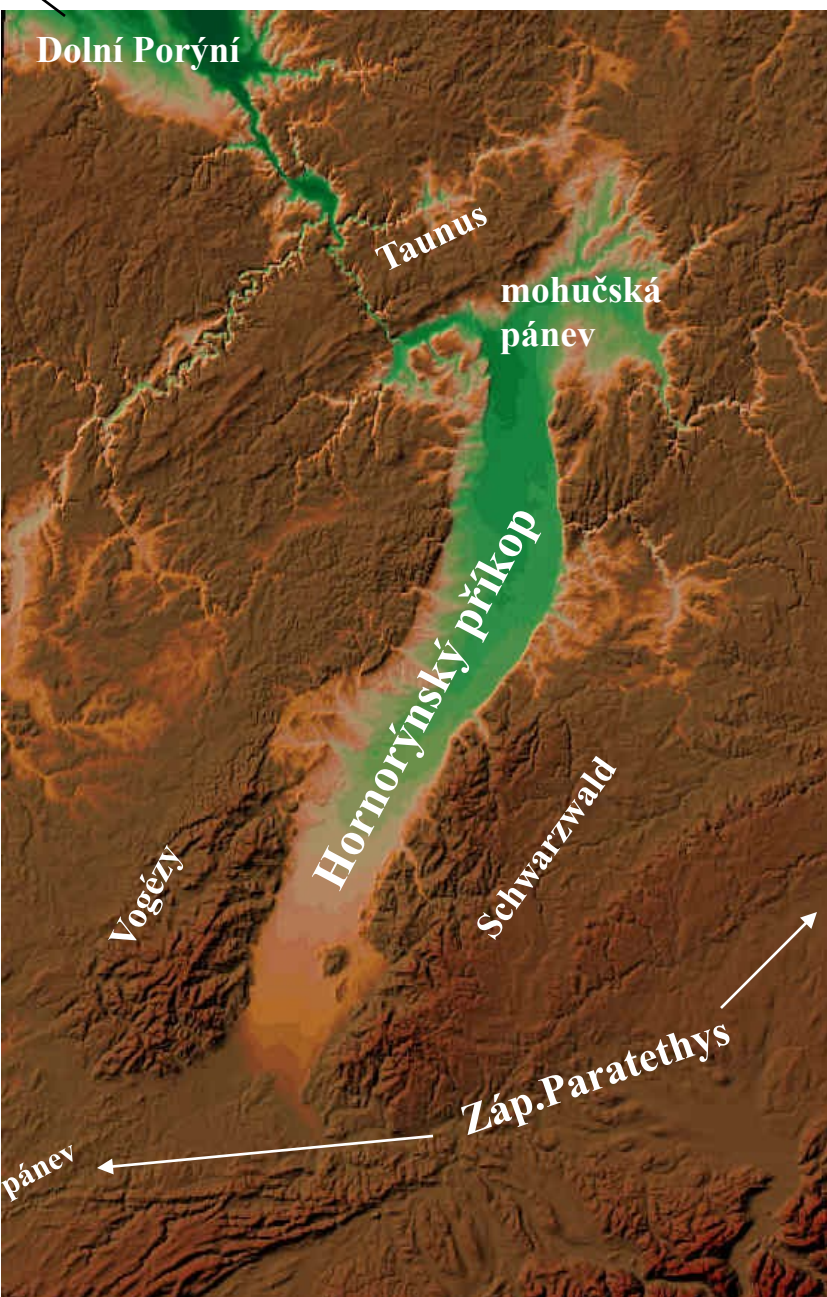
Oligocén



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



C. Paratethys

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

Středozemní moře

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“

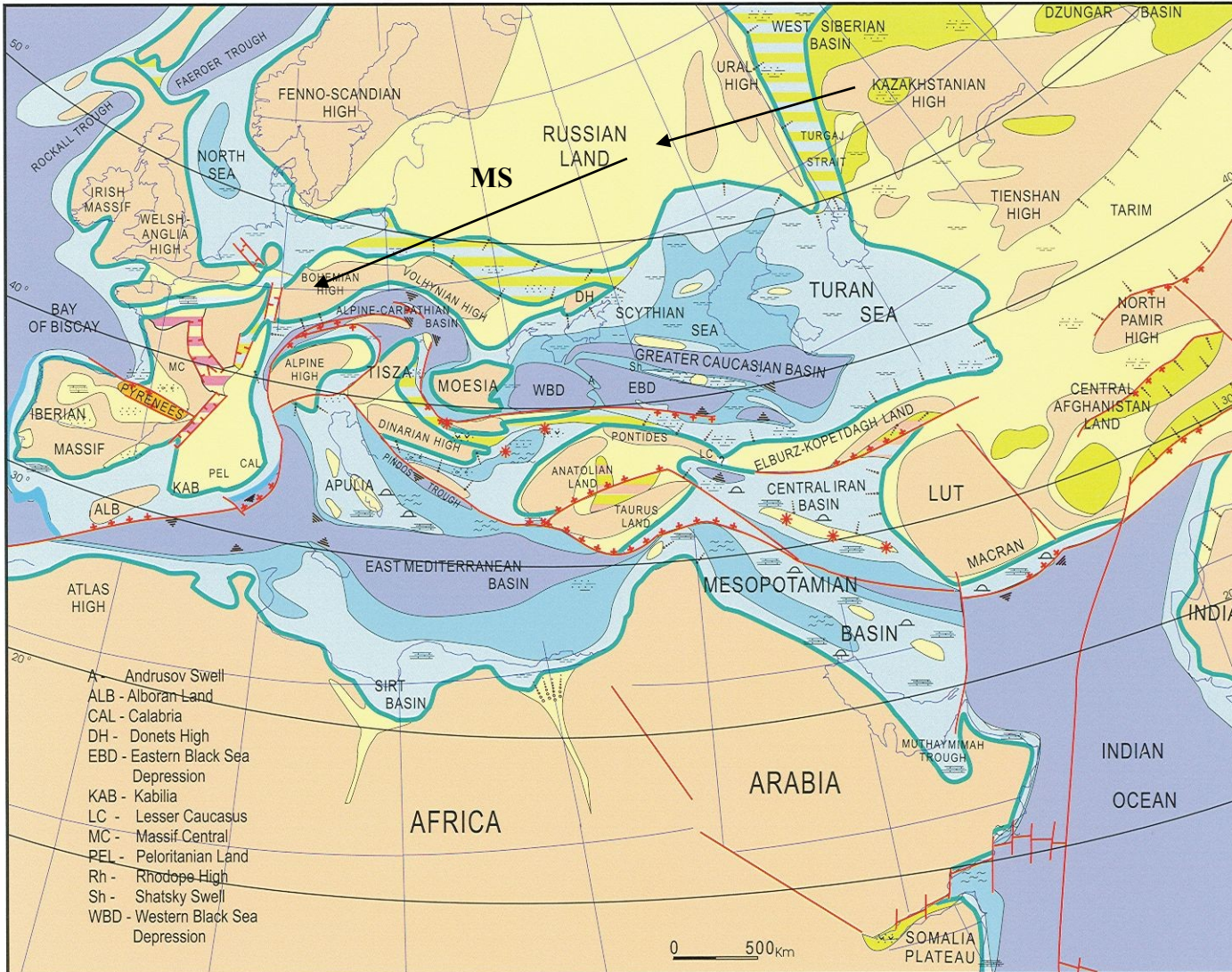
-separace Paratehydy,

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

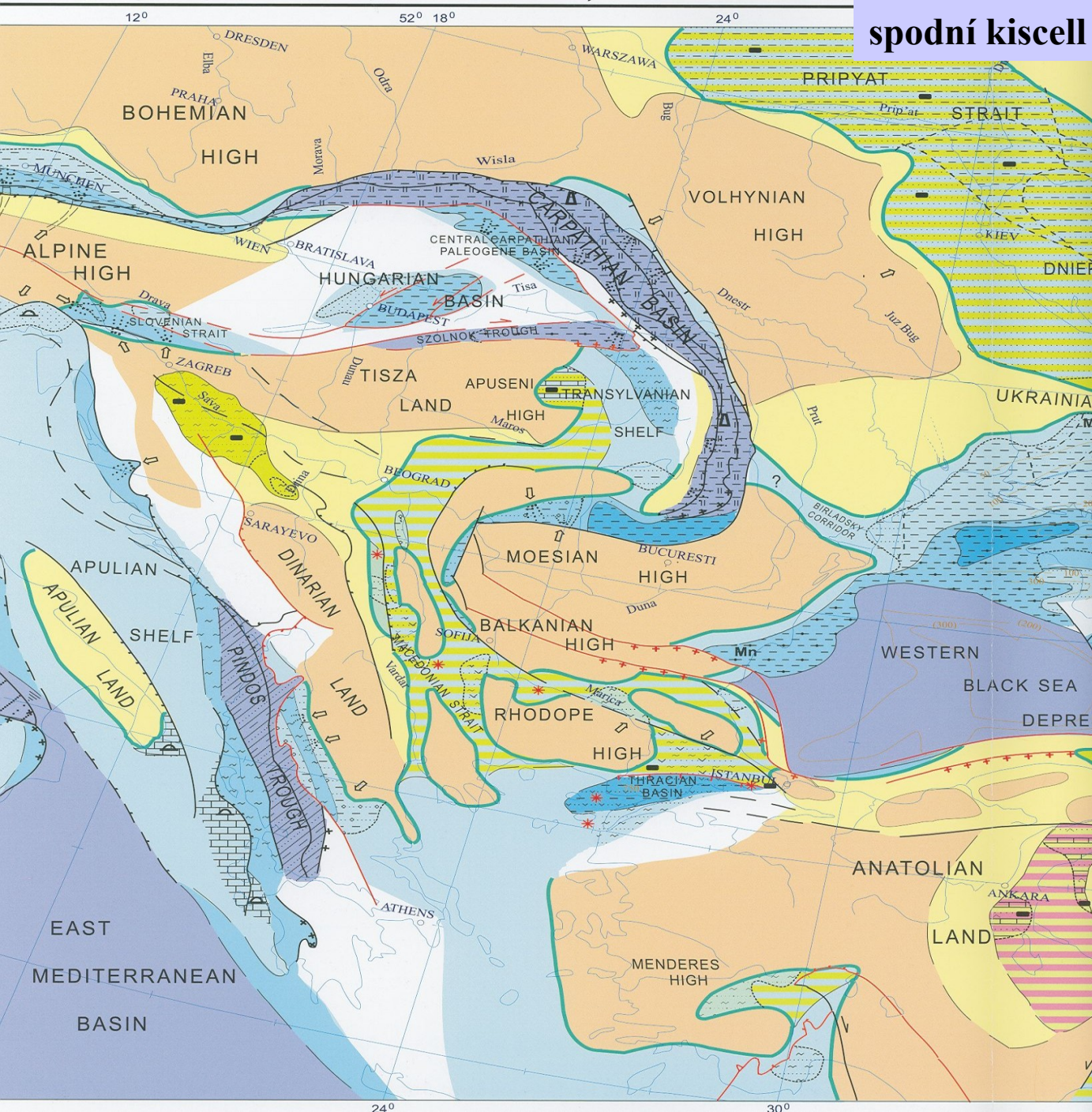
CP
↓
VP

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:

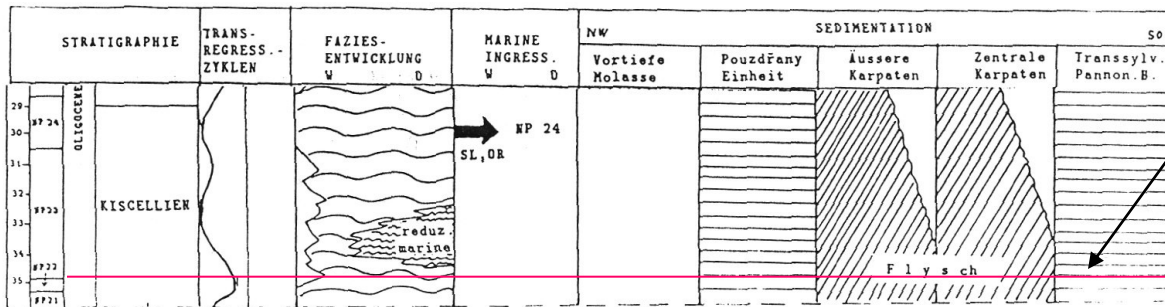
pouzdránské vrstvy
menilitové souvrství (Mor., Pol.)
dysodilové břidlice (Rum.)

tardské jíly (Maďarsko) se 2 horizonty pteropodů

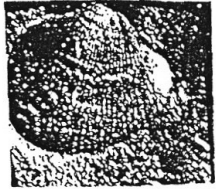
VP:

pšeská pánev (chadumské s., laminované jíly + rybí zbytky), dysaerobní podmínky + sírníková 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)



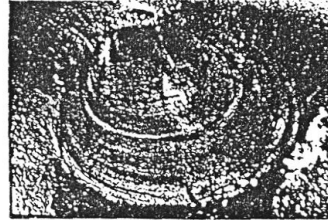
Cardium lipoldi

Rolle



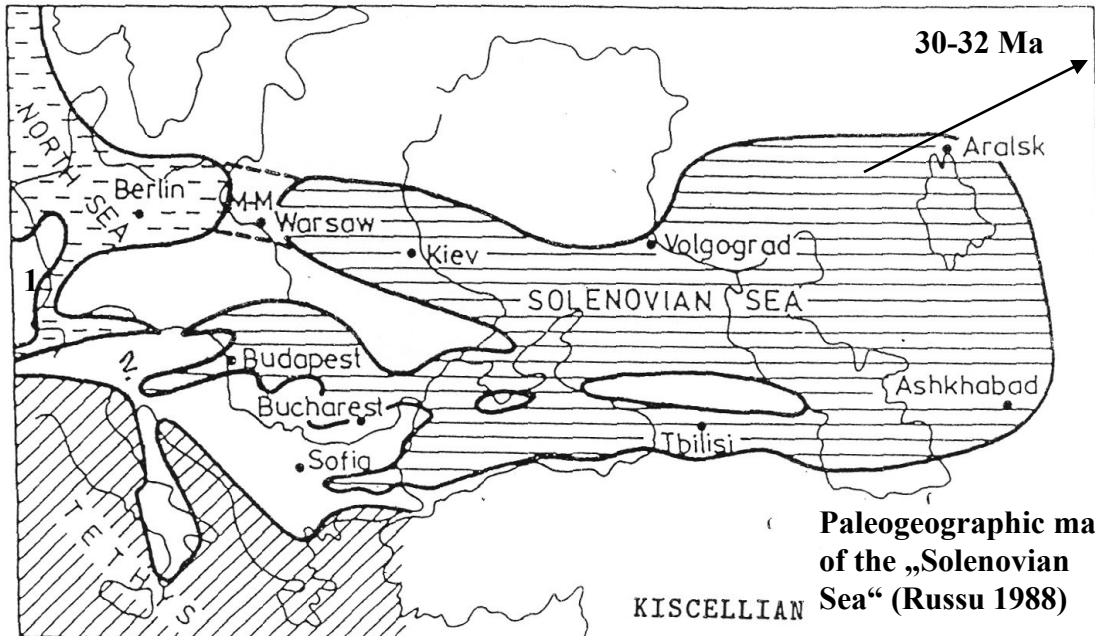
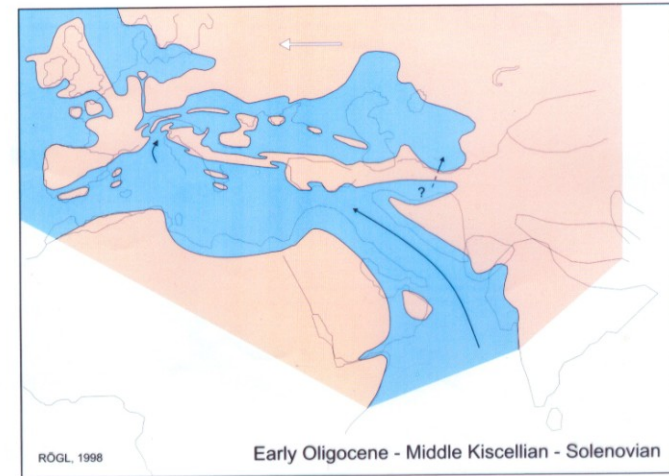
Kiscellima cancellata

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 (1), 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 (?))

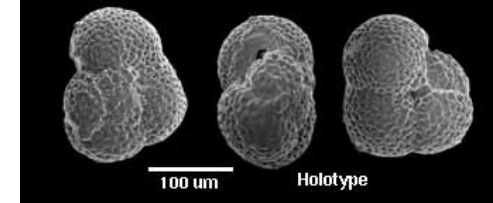


V celé P podmínky redukované salinity, chladných vod a dysaerobního prostředí u dna

Late Oligocene

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

29 - 24 Ma



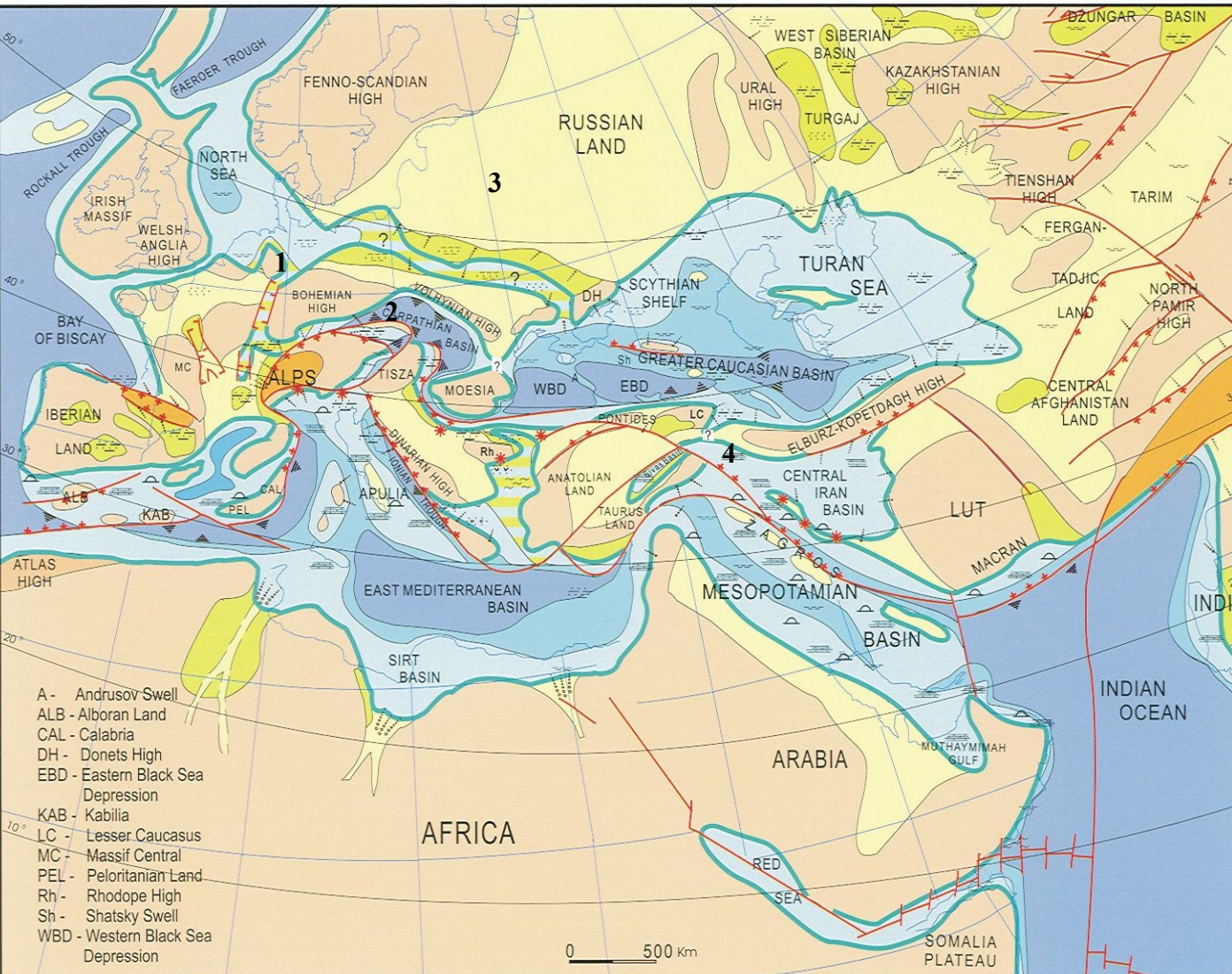
Globorotalia opima opima
Miogypsina septemtrionalis

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

-obnovení mořské sedimentace,
-lepší okysličení pánví,

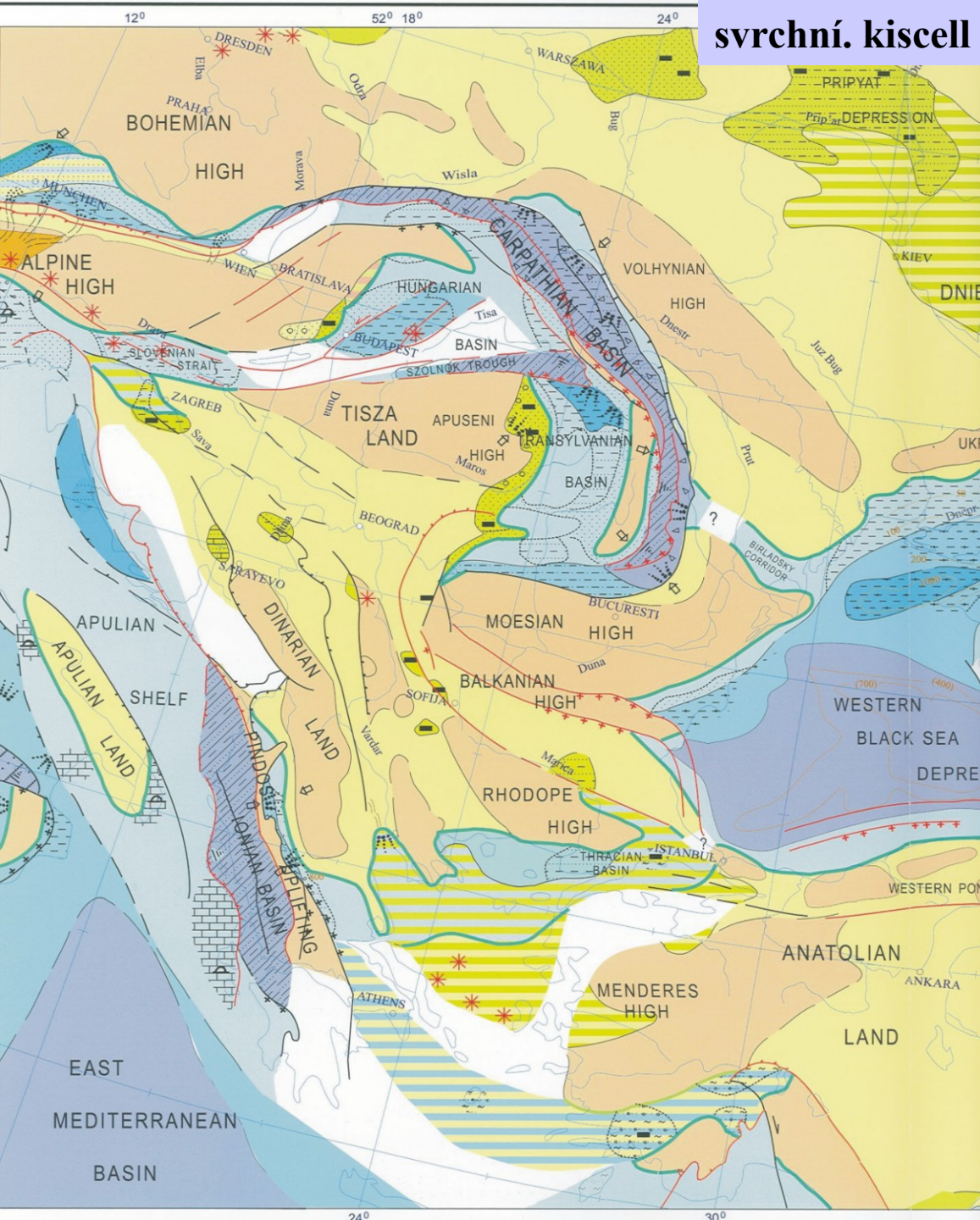
Závěrem oligocénu končí komunikace šv. a bav. molasy = paralicná uhelná pánev + sedimentace tzv. spodní sladkovodní molasy

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

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*).

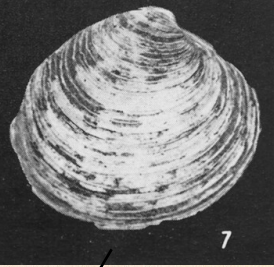
Podél středomaďarské linie nastupuje andesitový vulkanismus

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

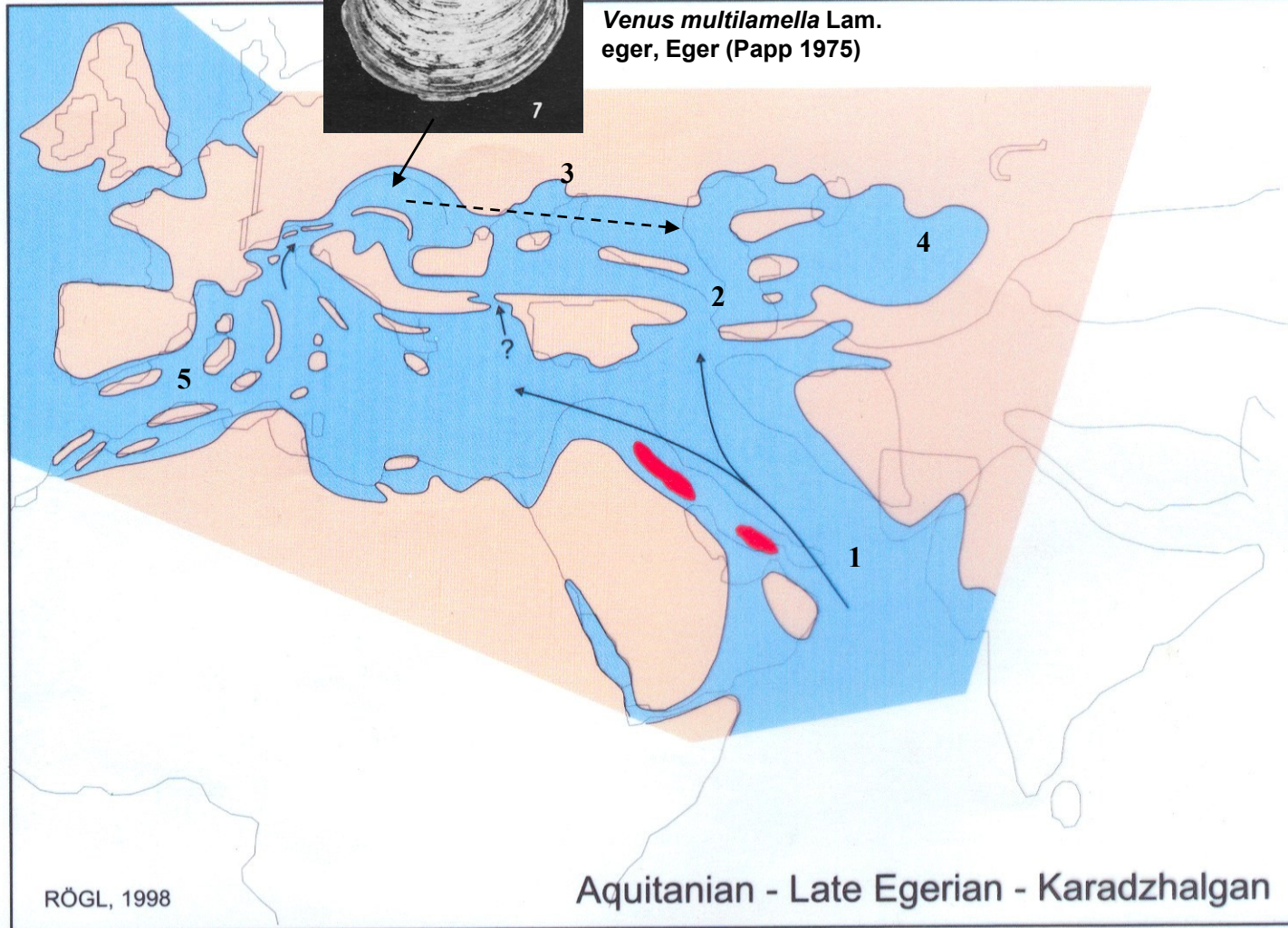
Miocén

Eger

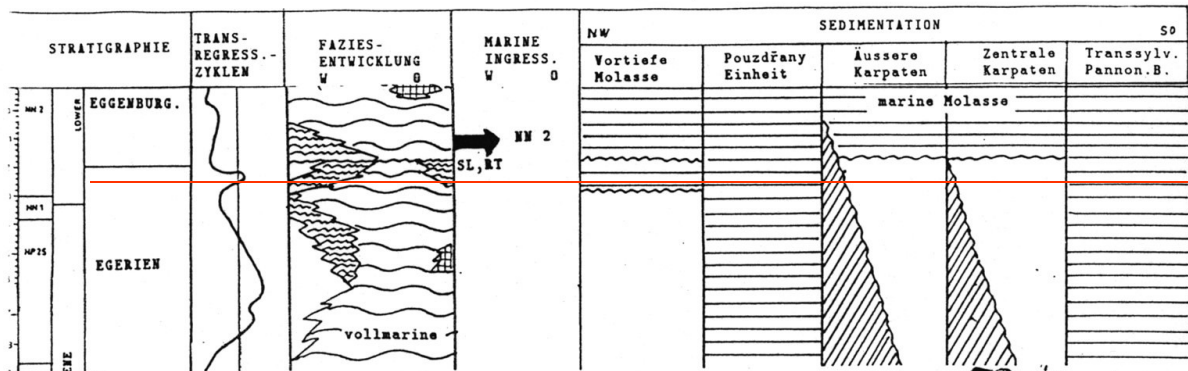
NN1– NN2 23.8 – 20.5 Ma



Venus multilamella Lam.
eger, Eger (Papp 1975)



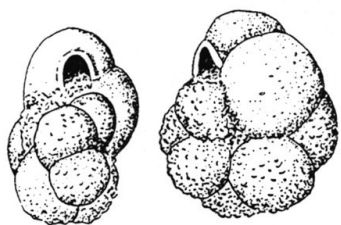
Široké spojení Mediterrán-Paratethys-Indik (1) => rozšíření teplomilné fauny. Podél zlomu Rudého moře vznikají hluboké grabeny, rozevívá se i cesta k severu do VP (2, mělkovodní sedimenty s miogypsinami a amphisteginami). VP – transgrese i do dněpersko-doněcké pánve (3) a k V do Kyzylkumu a Turkmenie (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*, *Lepidocyclus morgani* (akvitánské stáří)

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



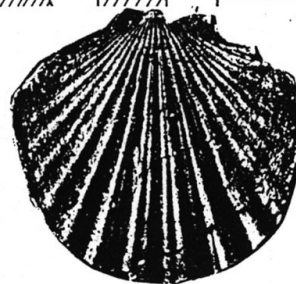
Cassigerinella boudecensis

Pokorný



Uvigerina hantkeni

C.-E.

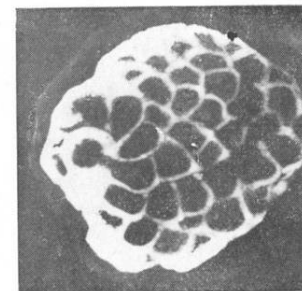
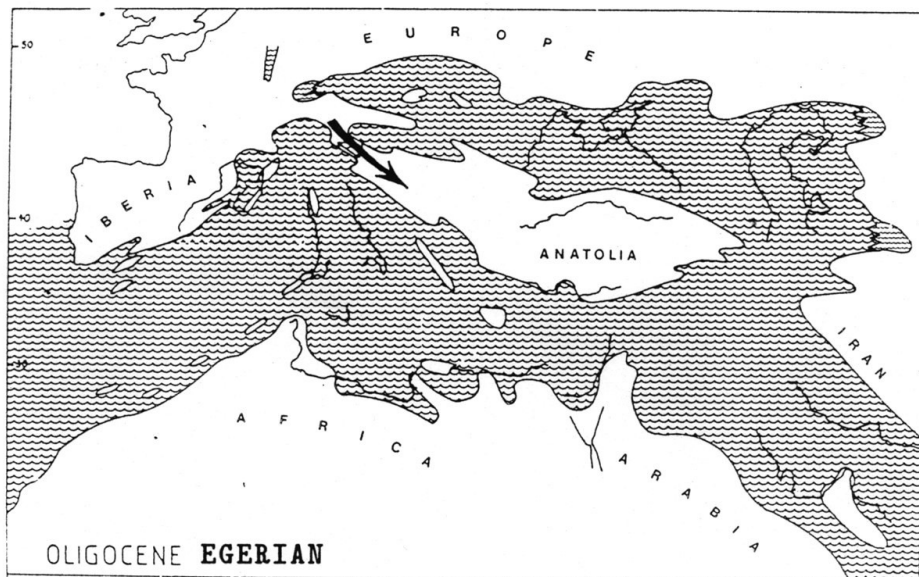


Pecten burdigalensis

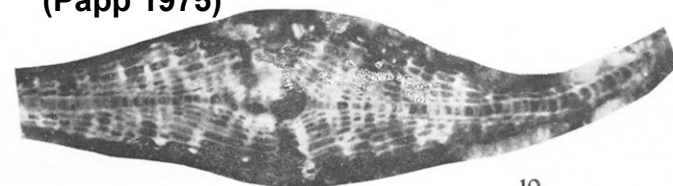
Lam.

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.

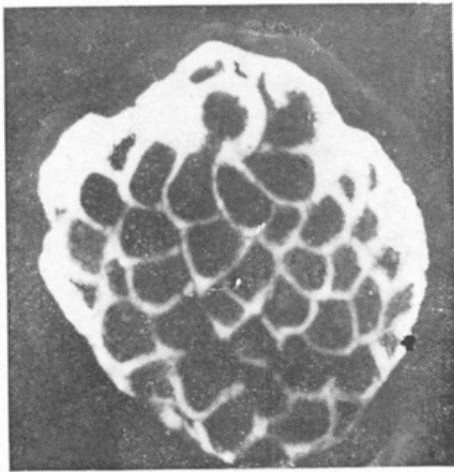
Kp – malešovické v., ? žerotické v.



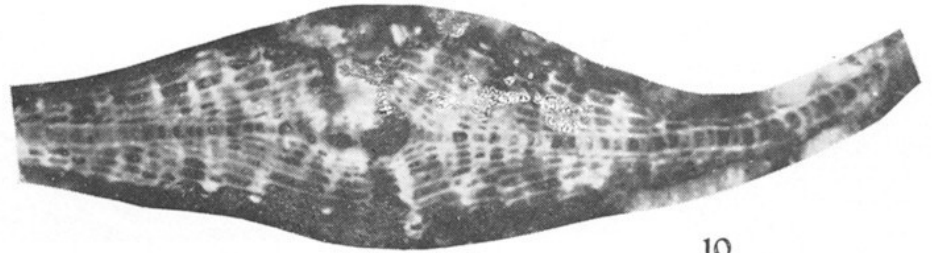
Miogypsina gunteri Cole, eger, Bretka (Papp 1975)



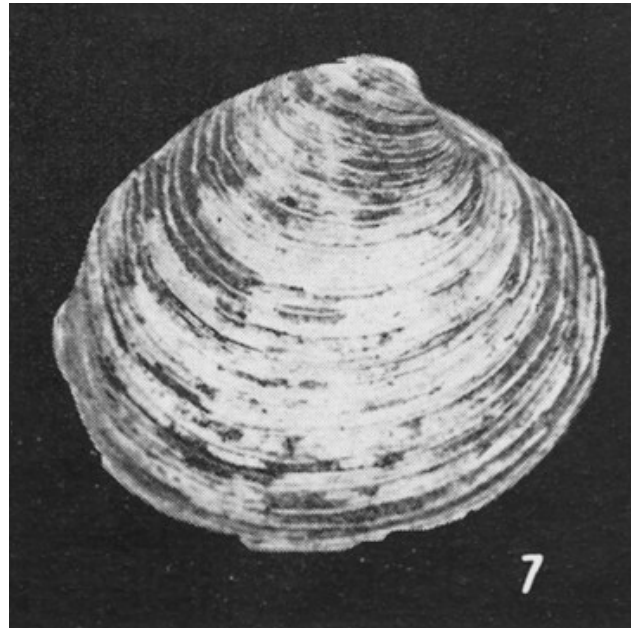
Lepidocyclus morgani Lem. et Douv. eger, Bretka (Papp 1975)



*Miogypsina gunteri*⁵
Cole, eger, Bretka
(Papp 1975)

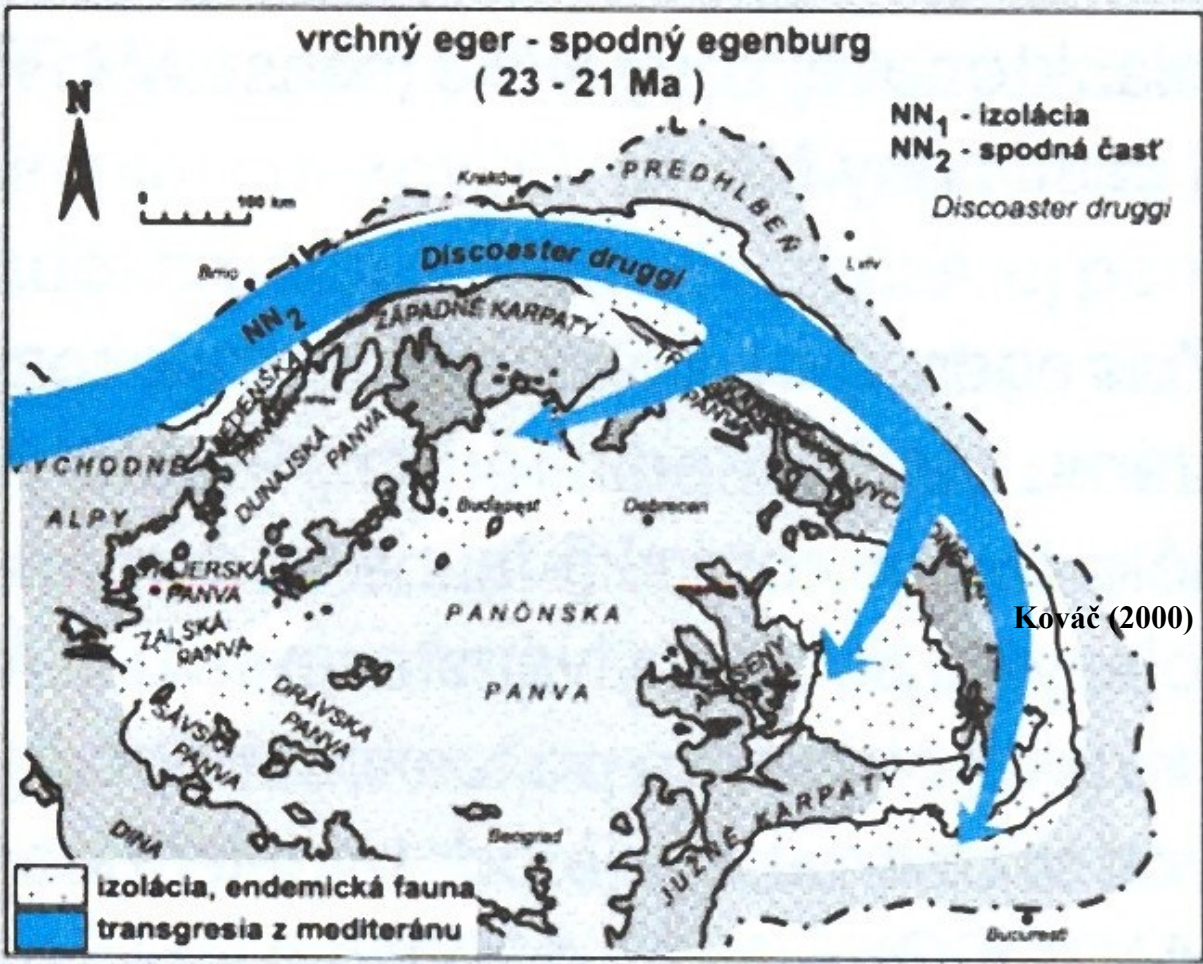


10
Lepidoccyliina morgani Lem. et Douv.
eger, Bretka (Papp 1975)



Venus multilamella Lam.
eger, Eger (Papp 1975)

nanoplankton



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

eggenburg



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

nach Rögl/Repp

Early Miocene

20,5-19 Ma

NN2/NN3

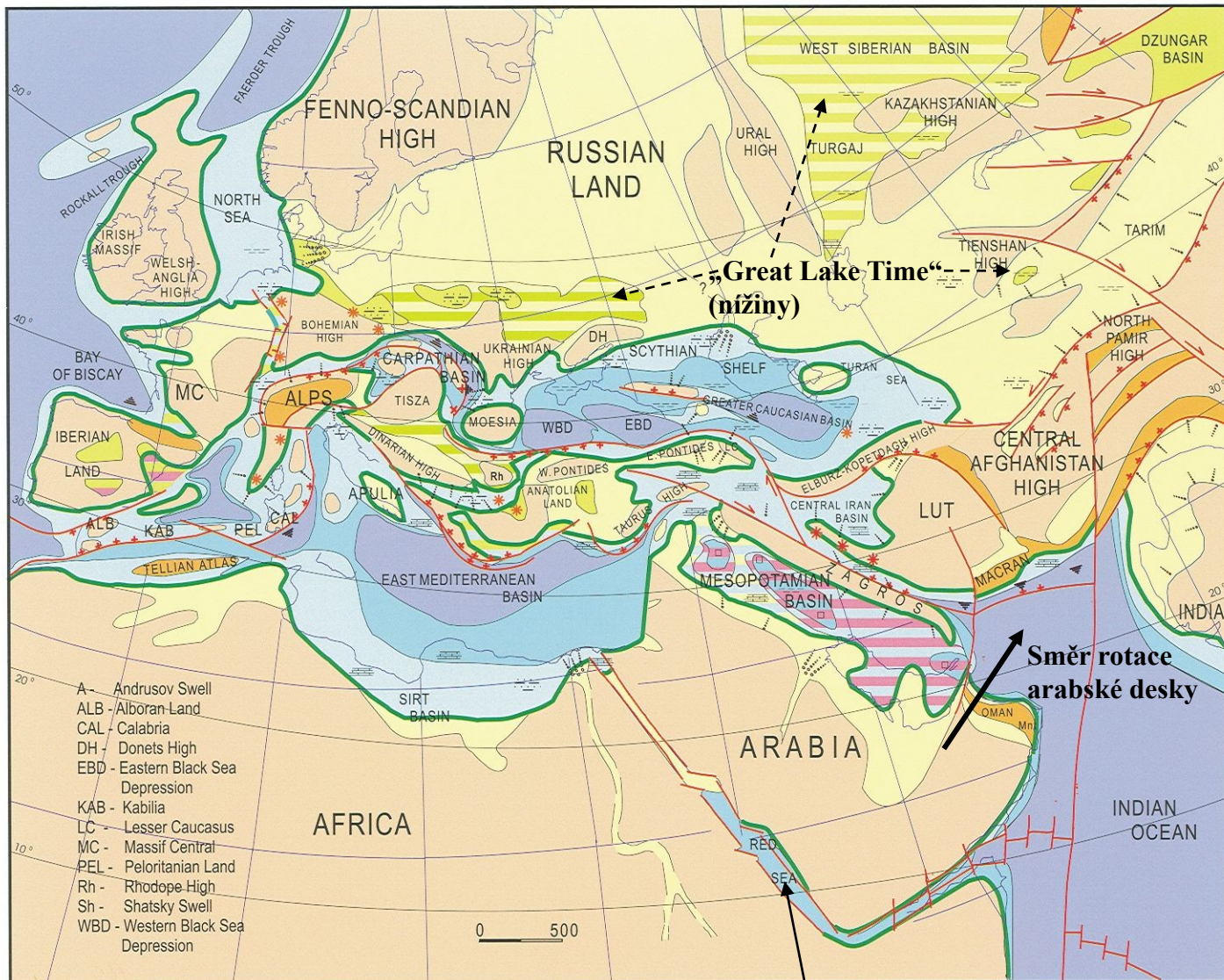
sp. burdigal – eggenburg - sakaraul

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 vnějšek) sp. lužické s. (Vp)

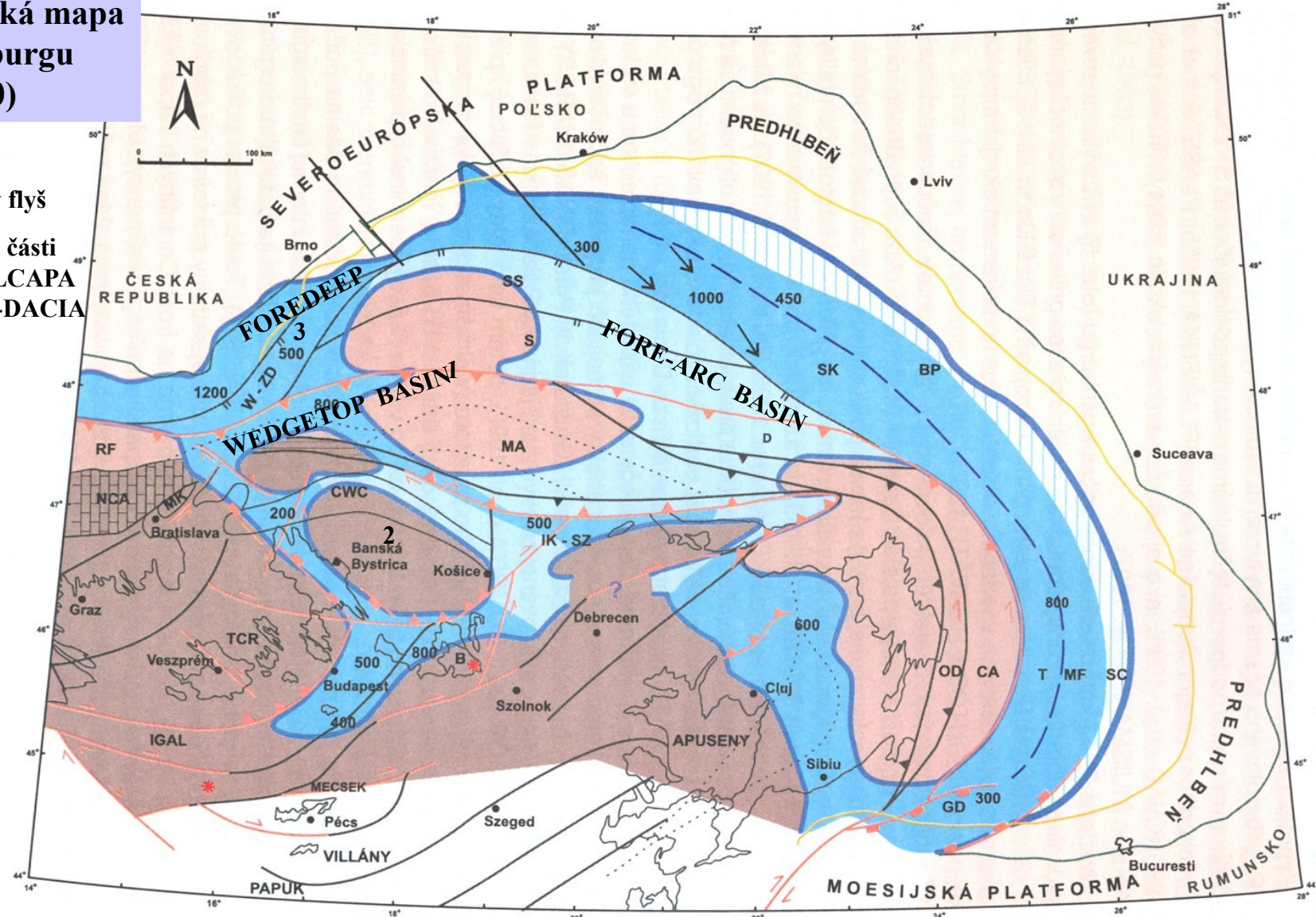


otevírání Rudého moře

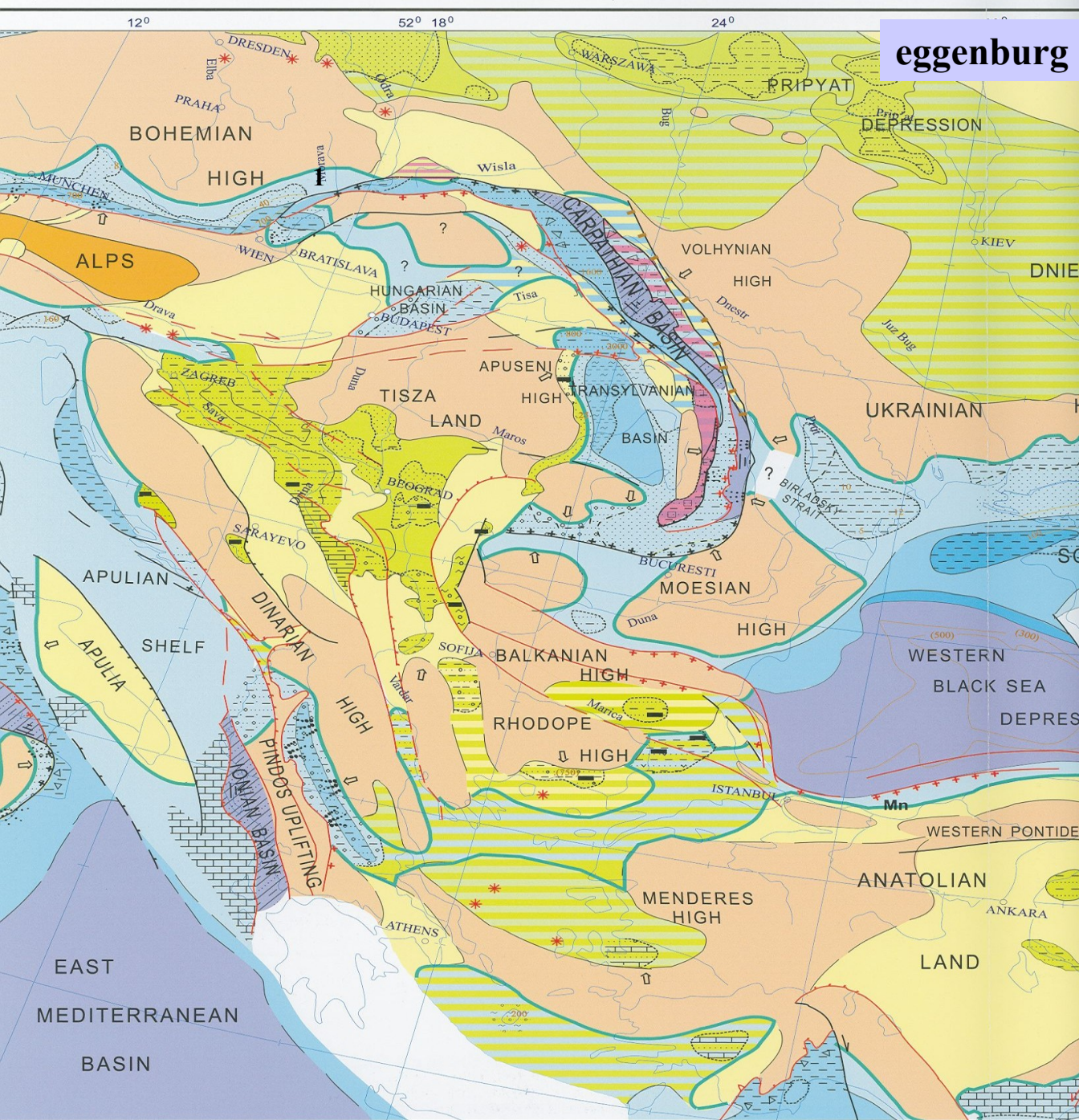
- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

Palinspastická mapa CP v eggenburgu (Kováč 2000)

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



- Viz: - MA + S + SS jednotky vynořené (1)
 - jižní poloha Centrálních Západních Karpat (2)
 - předhlubeň na Moravě a Vp. nejsou individualizovány (waschbersko-ždánická oblast nevynořena) (3)



eggenburg

ZP:

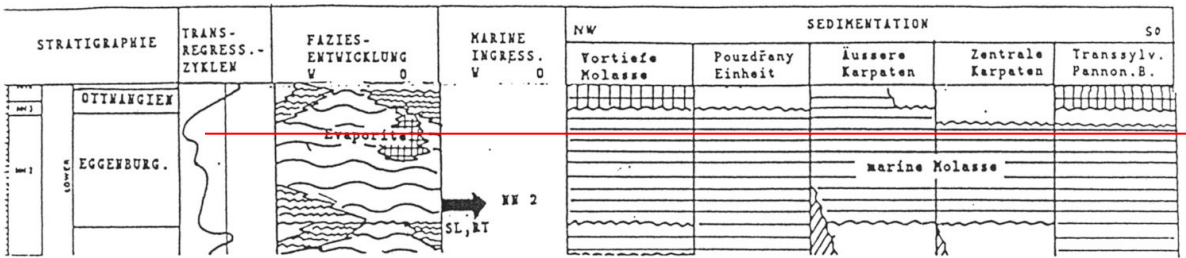
Konec sedimentace spodní sladkovodní molasy, propojení ZP-VP podél Alp

CP:

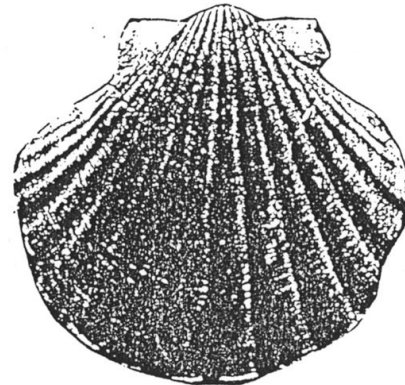
Ve svrchním eggenburgu silné atlantské vlivy (mechovky, imigranti ze západu),

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

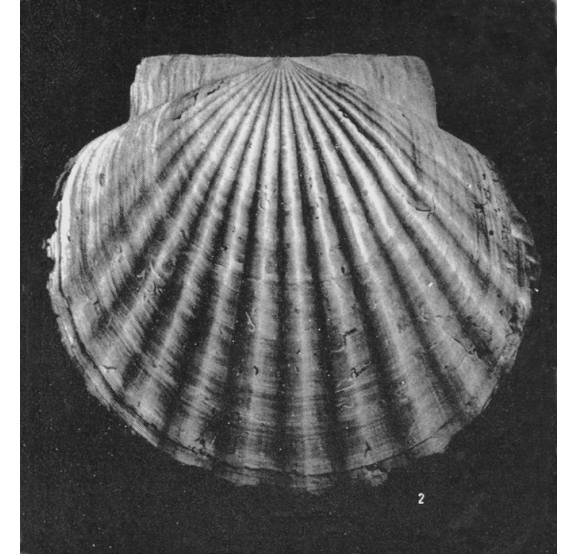
Vzniká Kp na Moravě (1 -Znojemsko-dunajovické p., čejkovické p., dobropolské j.), jednotný sedimentační prostor s Vp (sp. lužické s.) a Dp = nedokonalá separace pánví



Chlamys holgeri inaequicosta Sch.



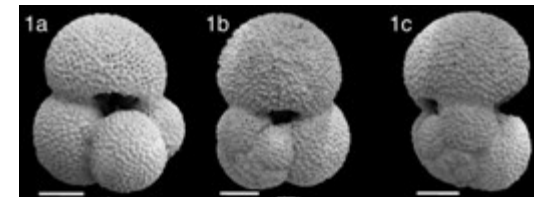
Pecten pseudobeudanti D.-R.



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

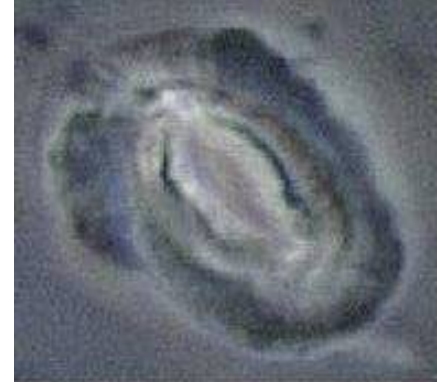
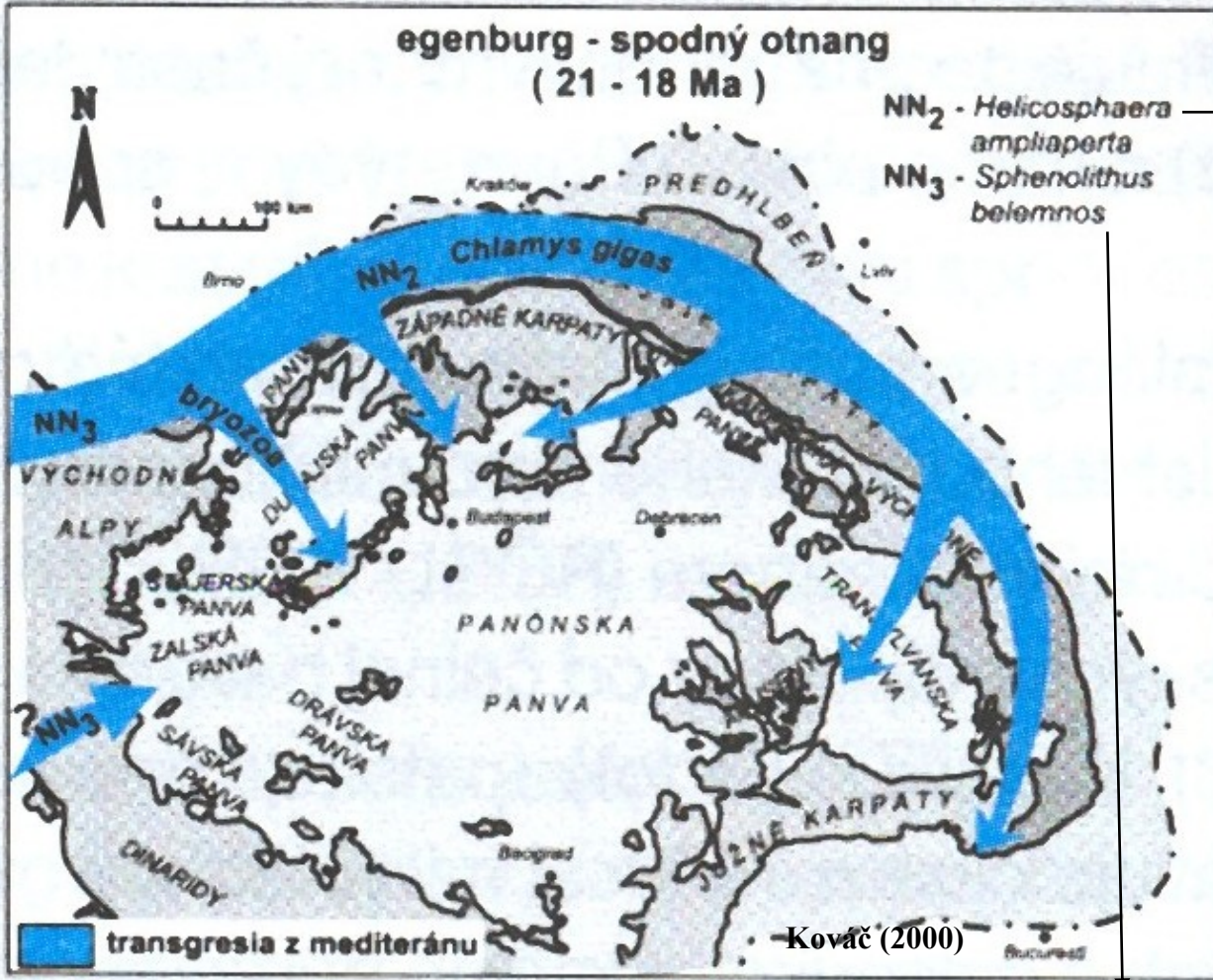


Zygodolophodon
(drobný mamut)



Globigerinoides primordius

V residuálních flyšových pánvích a předobloukových p.
ZK - hlubokovodní podmínky (Vp)



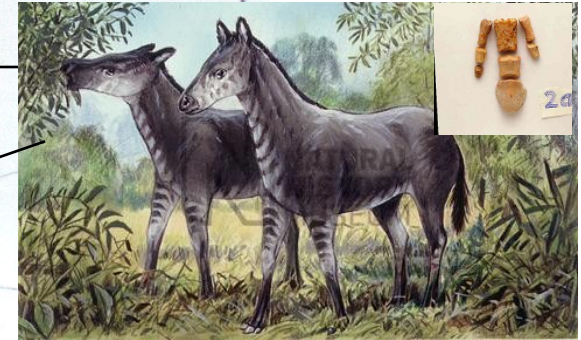
Helicosphaera ampliaperta
 (sp.-stř. miocén)
 (podle The Calcite Palace 1999)



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

ottnang

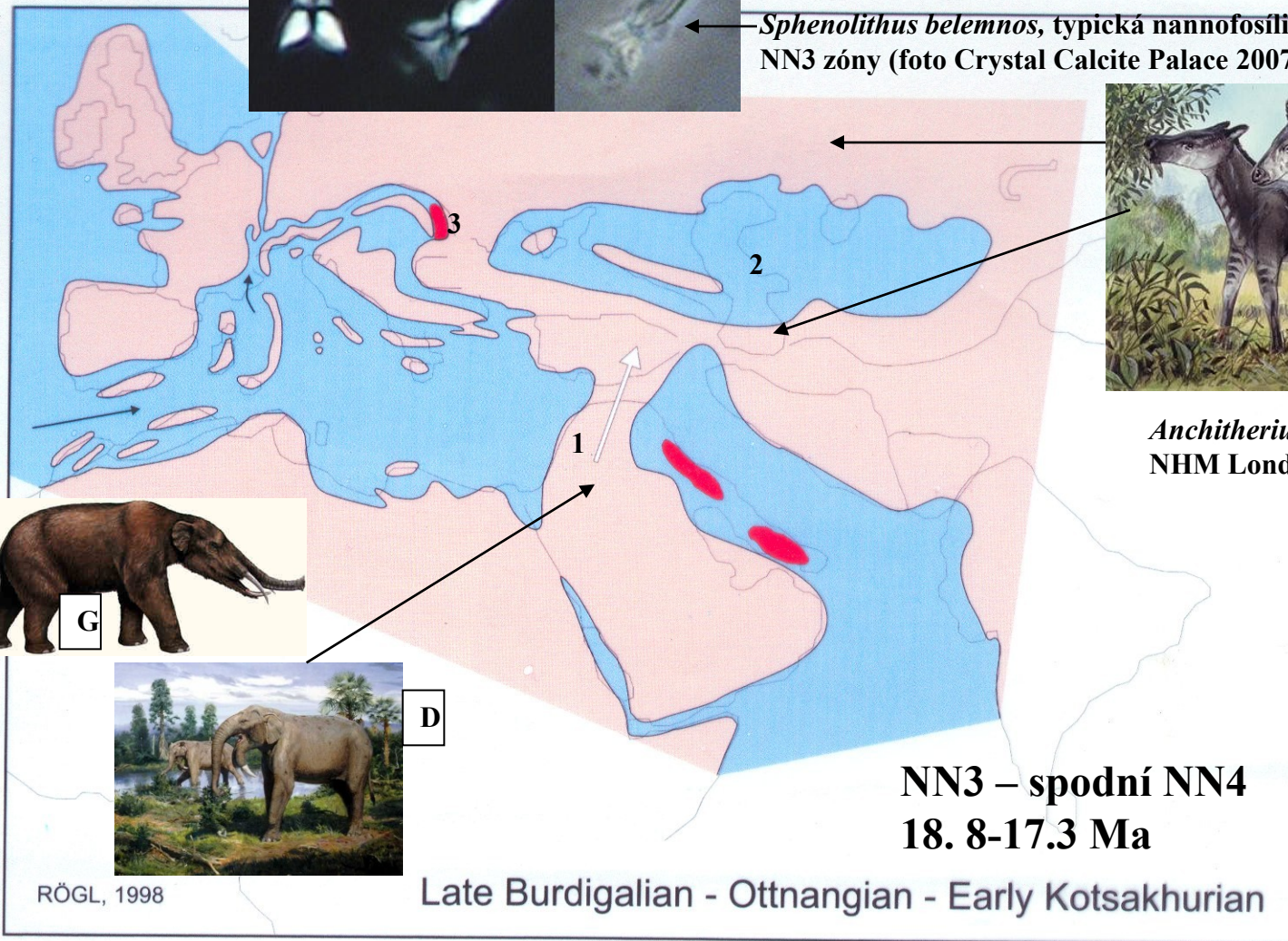
← *Sphenolithus belemnos*, typická nannofosílie NN3 zóny (foto Crystal Calcite Palace 2007)



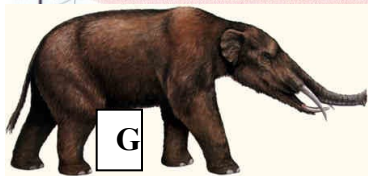
Anchitherium, (obr. Andrea 2004, kosti – NHM Londýn)



Pappina primiformis
(marinní vývoje)



Late Burdigalian - Ottnangian - Early Kotsakhurian



G



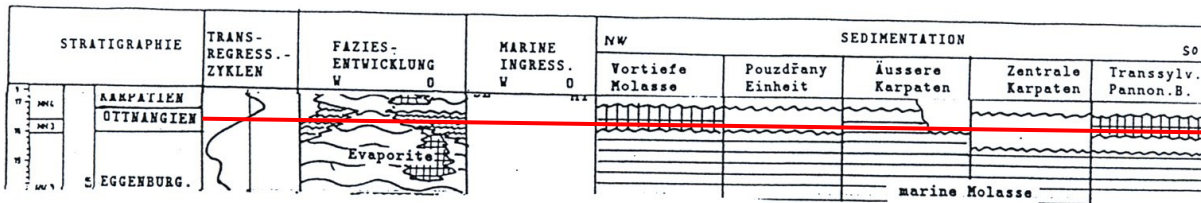
D

RÖGL, 1998

NN3 – spodní NN4
18. 8-17.3 Ma

Zesiluje pohyb arabské desky k SV – kolize s anatólskou (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)



rozsáhlá izolace a endemita

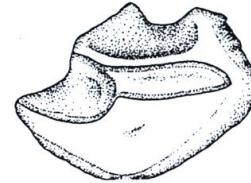
Rzehakiové v.:
Congeria andrusovi, *Limnopageta*,
Melanopsis impressa



Ctyrokia conoidea (Kr.)



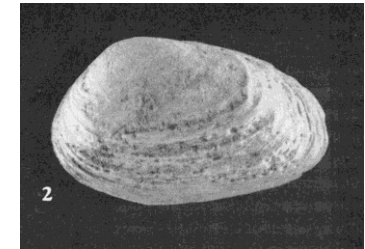
Rzehakia socialis (Rz.)



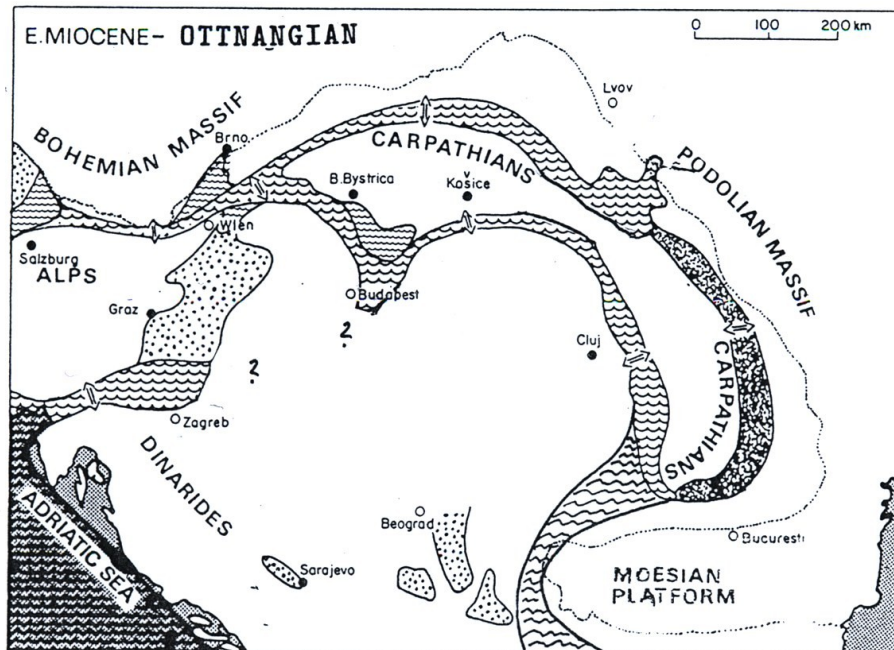
Dapalis crassirostris (Rz.)



Channa rzehaki (Brz.)



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

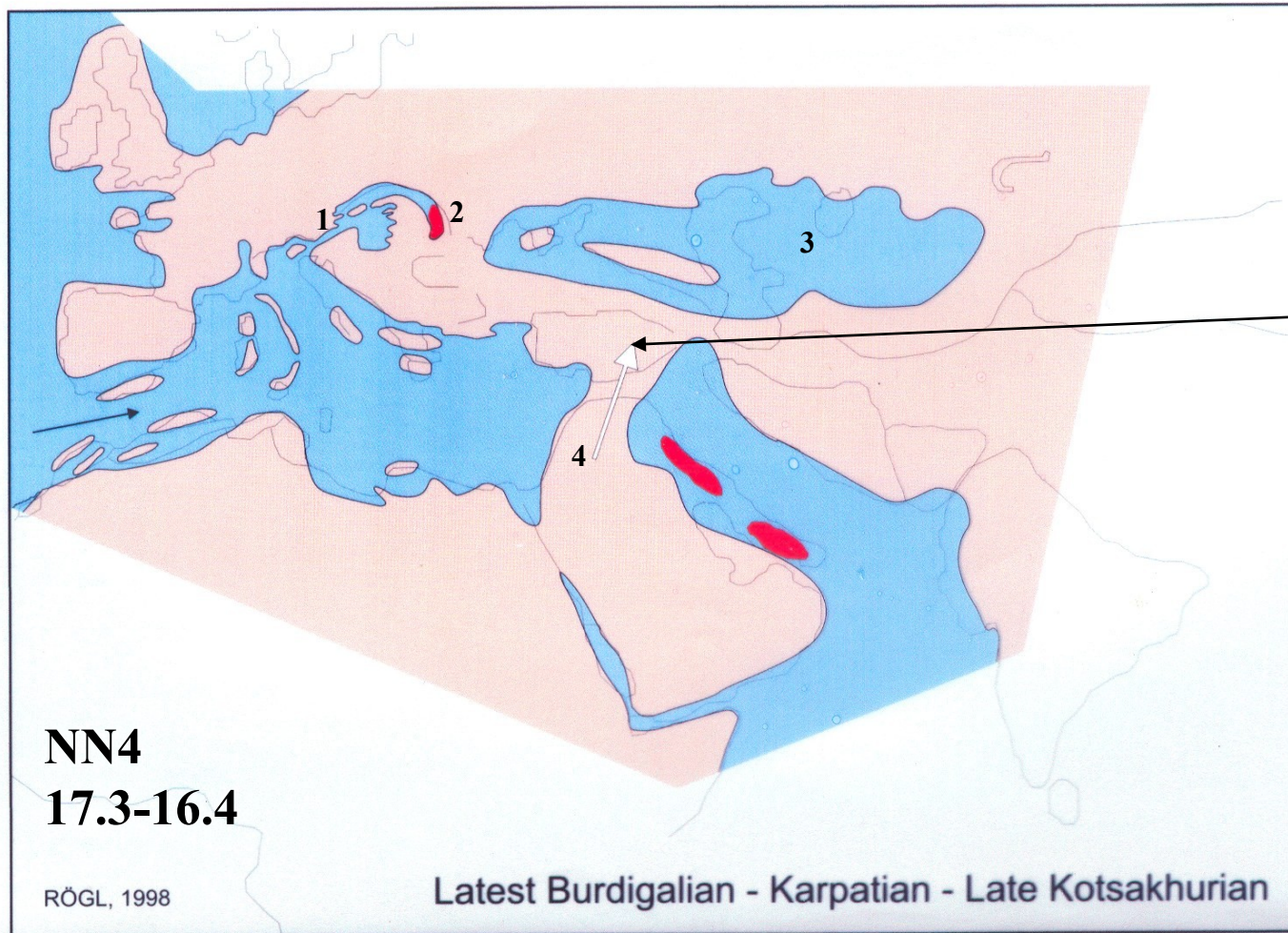


Na v. konci Alp – kontinentální uloženiny
s uhlím, lze je korelovat přes štýrskou pánev
do sev. Itálie

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.)

karpat



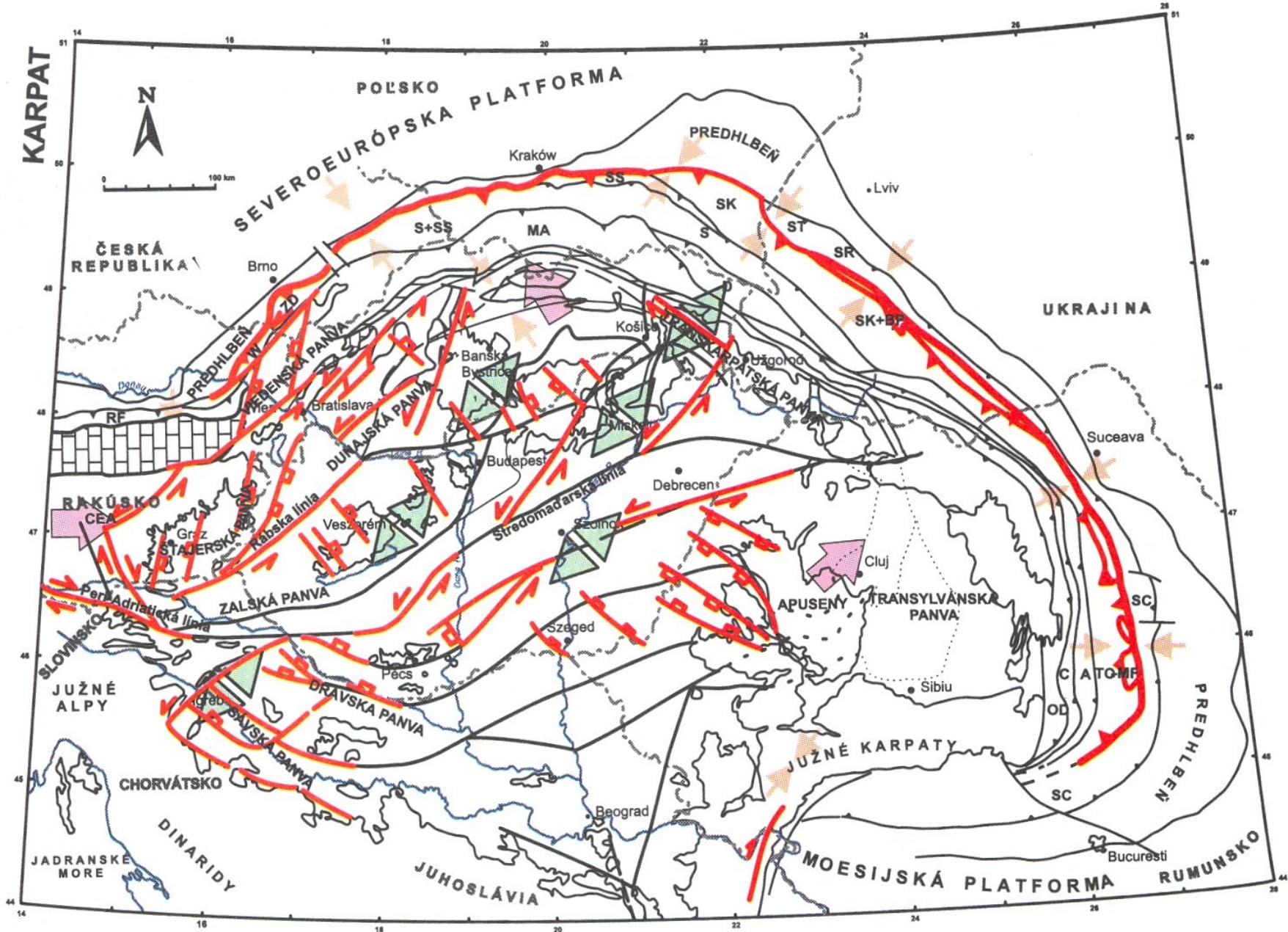
Migrace z Afriky pokračuje, objevují se i první primáti



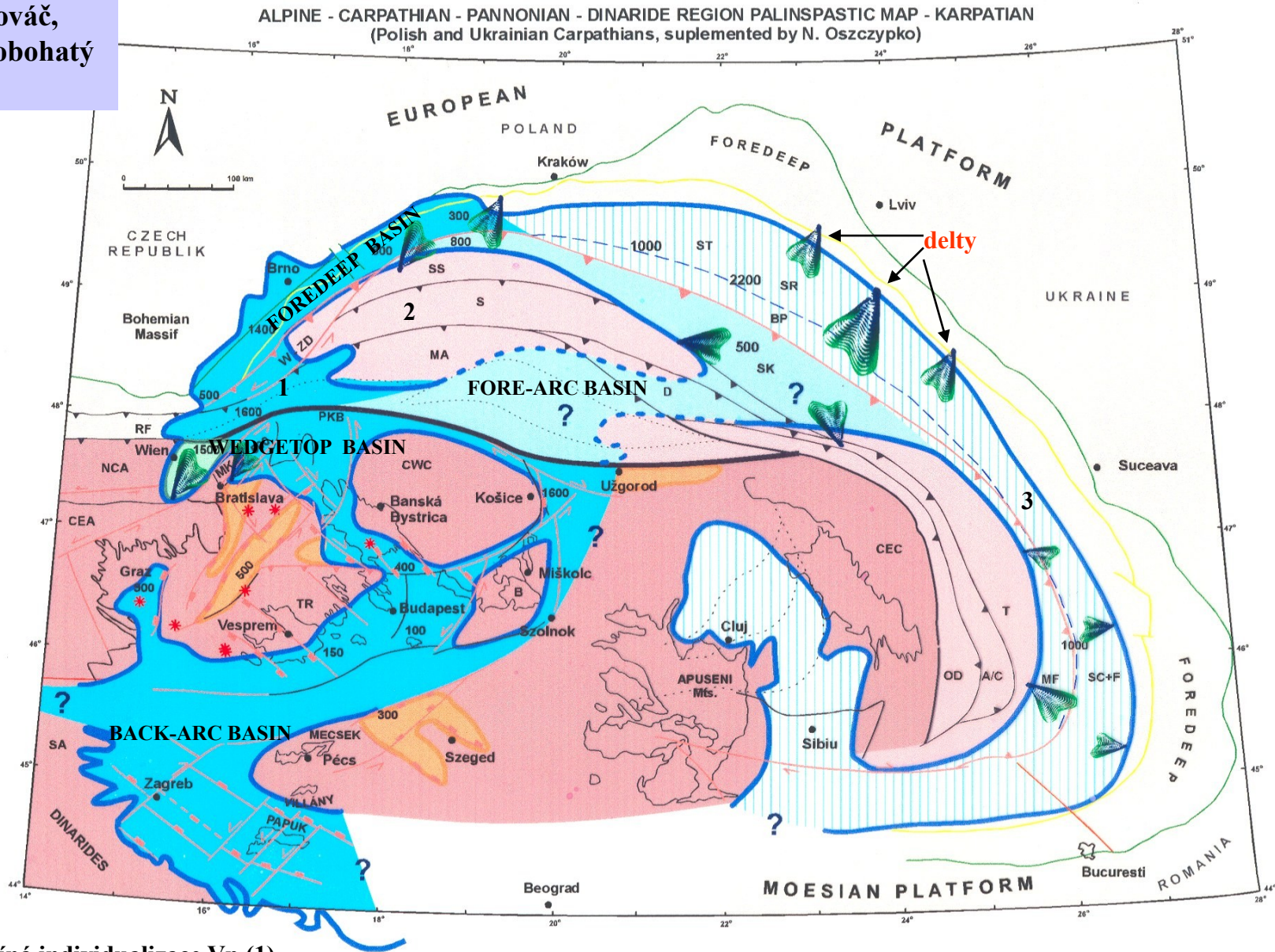
Pliopithecus vindobonensis
(Děvínská Nová Ves)

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,

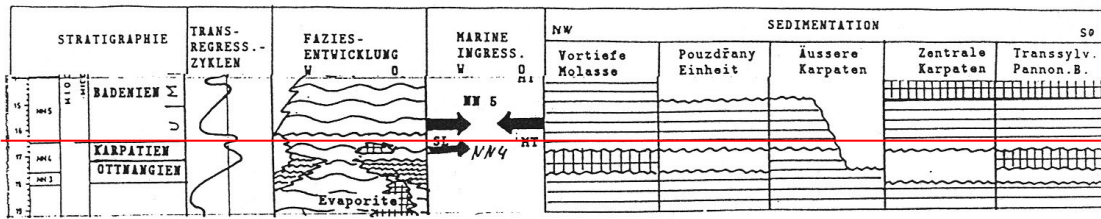


Hlavní tektonické fenomény karpatsko-panonské oblasti v karpatu (Kováč 2000)



Viz: - začíná individualizace Vp (1)

- výzdvih ždánické jednotky, V-Z protažení bradlového pásma, celkový posun k S (2)
- komprese a protažení vynořených flyšových jednotek
- silná deltová sedimentace v polské-ukrajinské části předhlubně + evapority (3)



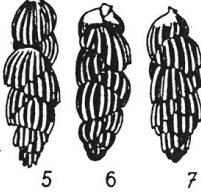
Pappina bononiensis primiformis



Pappina parkeri breviformis



Uvigerina graciliformis



R. Brzobohatý, I. Cicha, M. Kováč & F. Rögl, eds 2003, Masaryk University Brno

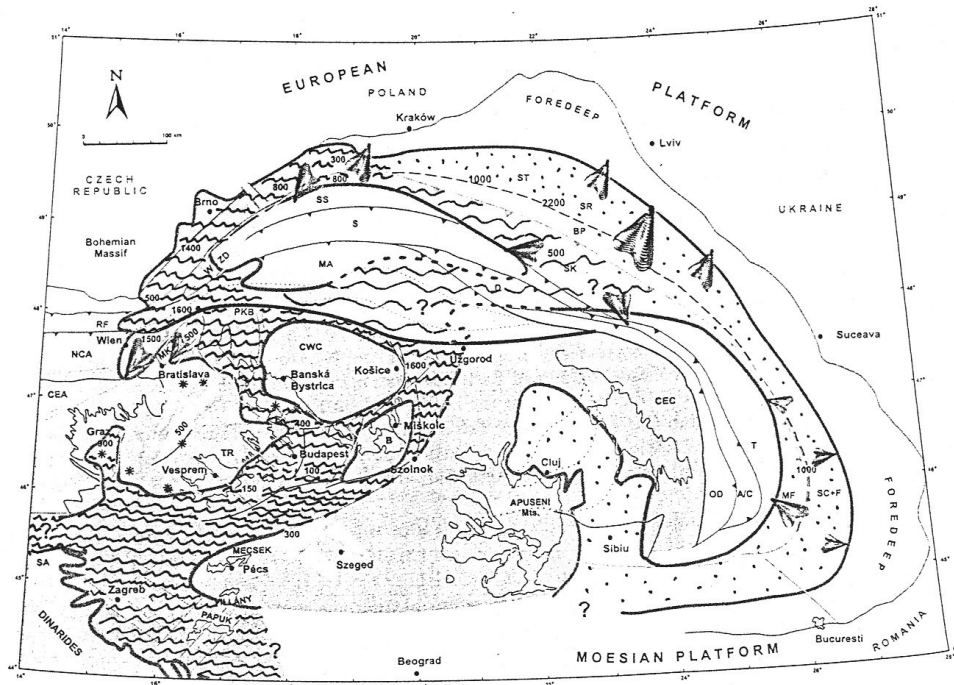
V mořských pánvích:

-hydrologický režim (estuáriový typ cirkulace-přitékají dnové vody, odtékají povrchové vody; nízký výpar, stratifikace vod, málo O₂, vyšší salinita a organika u dna)

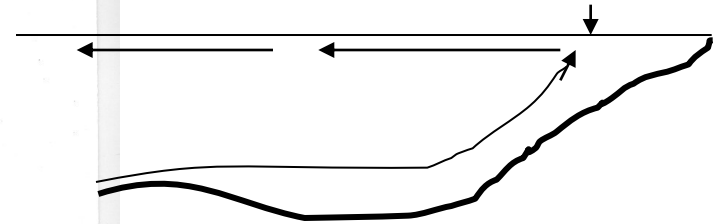
-mikrofauna s převahou euryoxibiontních druhů a plankton v sedimentech

-litologie: převaha šlirů

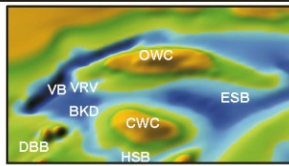
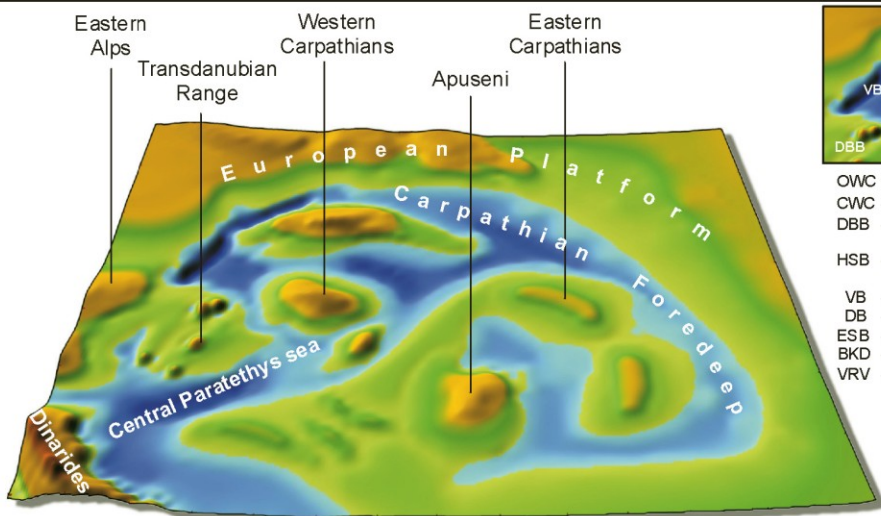
Kp – laaské s., kroměřížské s. stryszawské s.
Vp – lakšárskonovoveské s., závodské s.



estuáriový typ cirkulace vod



moře
deřty
předpokládáme moře
brackicko-pagunární a terestrická prostředí



- 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:

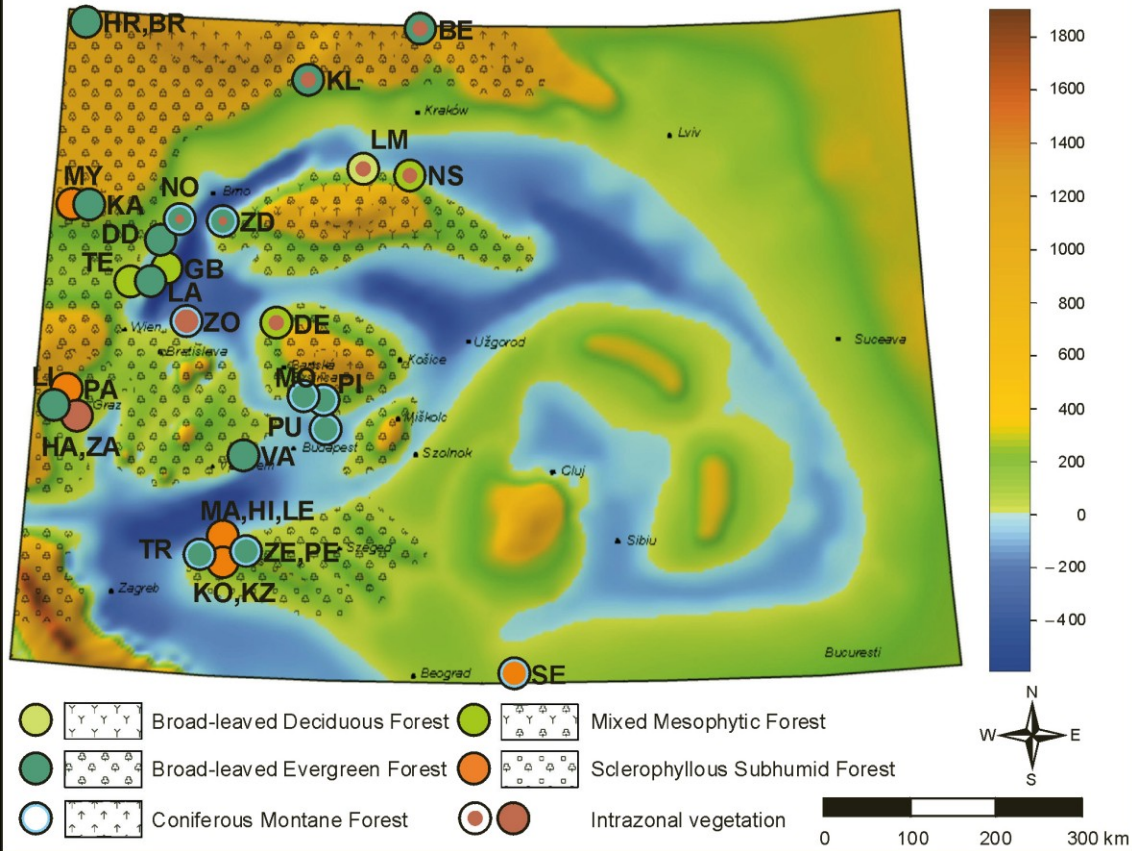
-Subtropický širokolistý opadávající les s vysokým podílem stále zelených prvků (záp. část – Františkovy Lázně) (srovnání: monsumové lesy V. Asie)

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

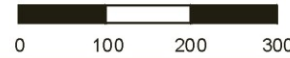
-Uhlotvorné lesy ve vnitřní alpské oblasti (Leoben, Fohnsdorf, Mecsek), v korneuburské pánvi též ochuzené mangrovové porosty

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

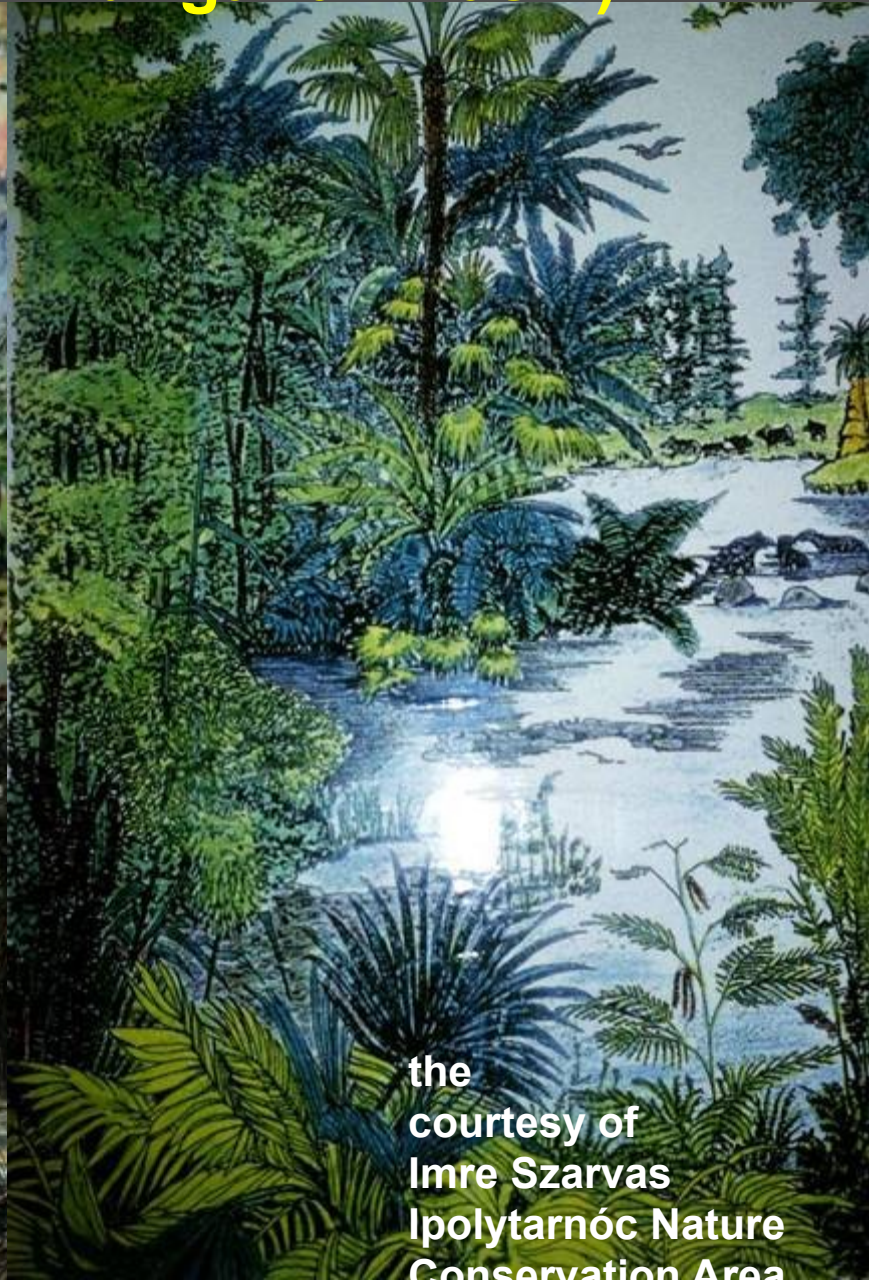


- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Broad-leaved Deciduous Forest | Mixed Mesophytic Forest |
| Broad-leaved Evergreen Forest | Sclerophyllous Subhumid Forest |
| Coniferous Montane Forest | Intrazonal vegetation |



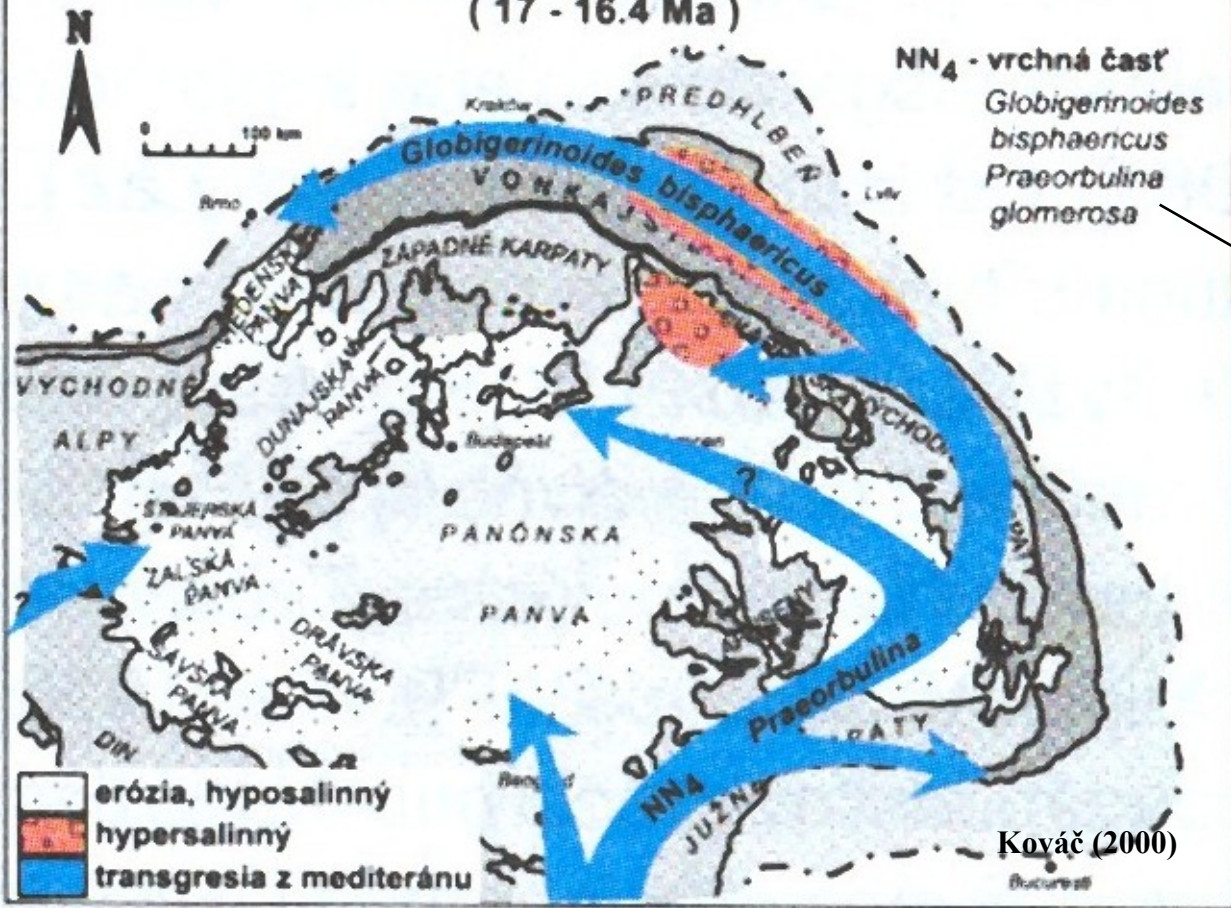
(„Miocene evolution of landscape and vegetation in the Central Paratethys“, KVAČEK et al., 2006)

Early Miocene landscape in the Carpathian - Pannonian region (South Slovakian – North Hungarian Basin)

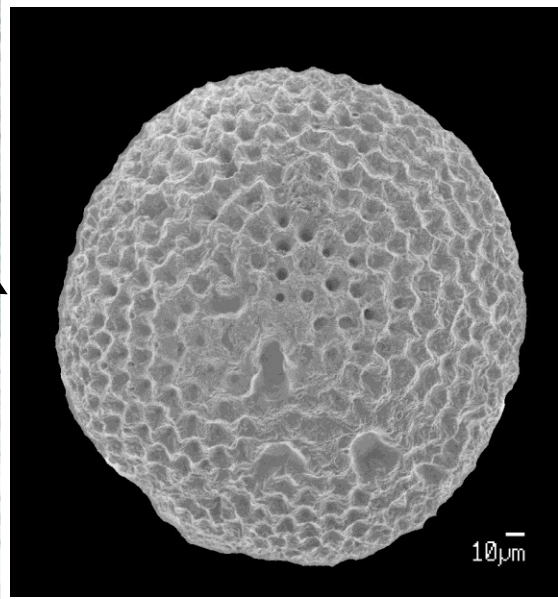


the
courtesy of
Imre Szarvas
Ipolytarnóc Nature
Conservation Area

vrchný karpát - spodný baden
(17 - 16.4 Ma)



NN₄ - vrchná časť
Globigerinoides bisphaericus
Praeorbulina glomerosa



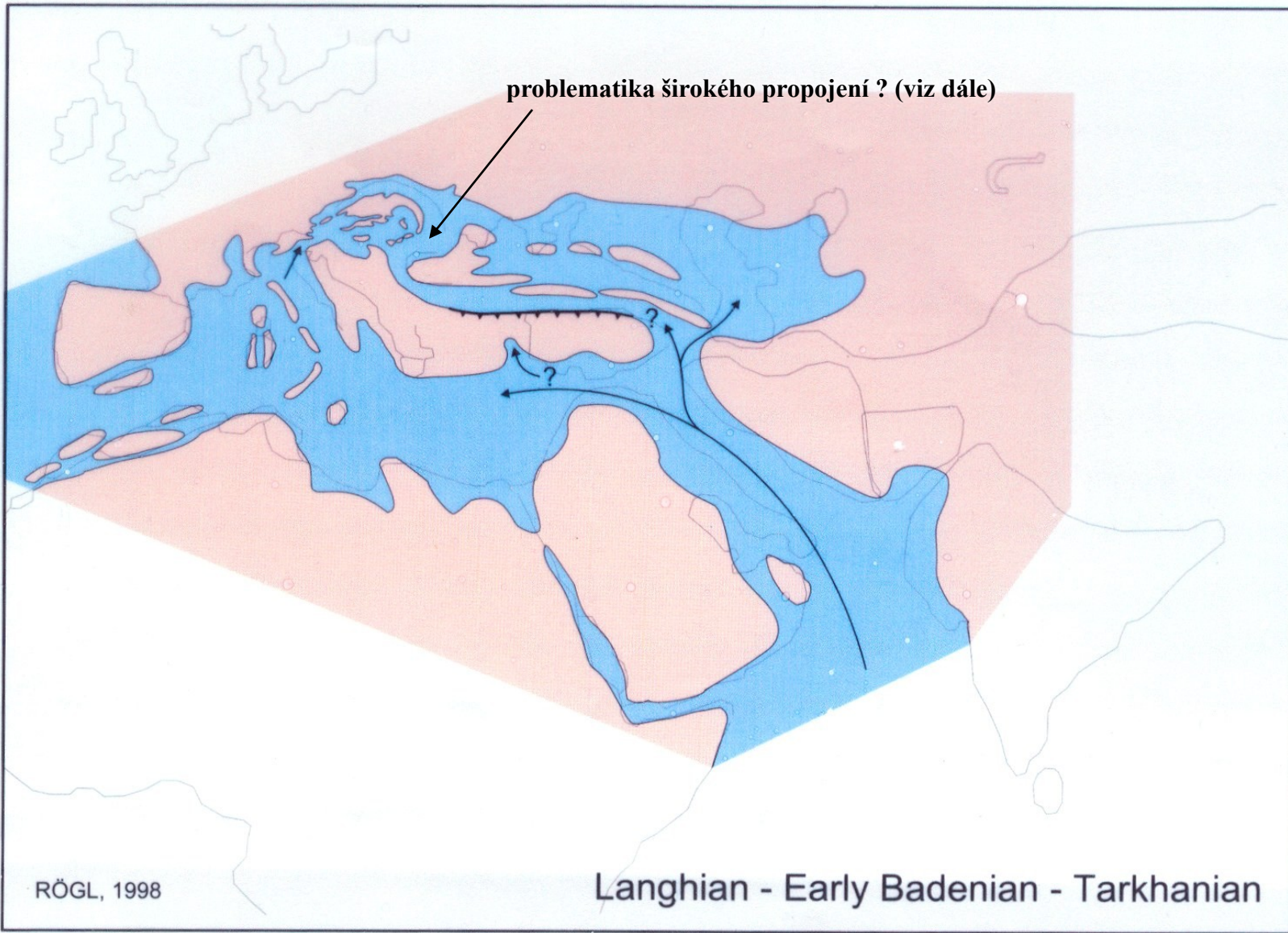
Praeorbulina glomerosa, miocén, Pacific
(Foto Hayashi 2007), nástup v CP = 16.1 Ma
(spodní baden)

baden



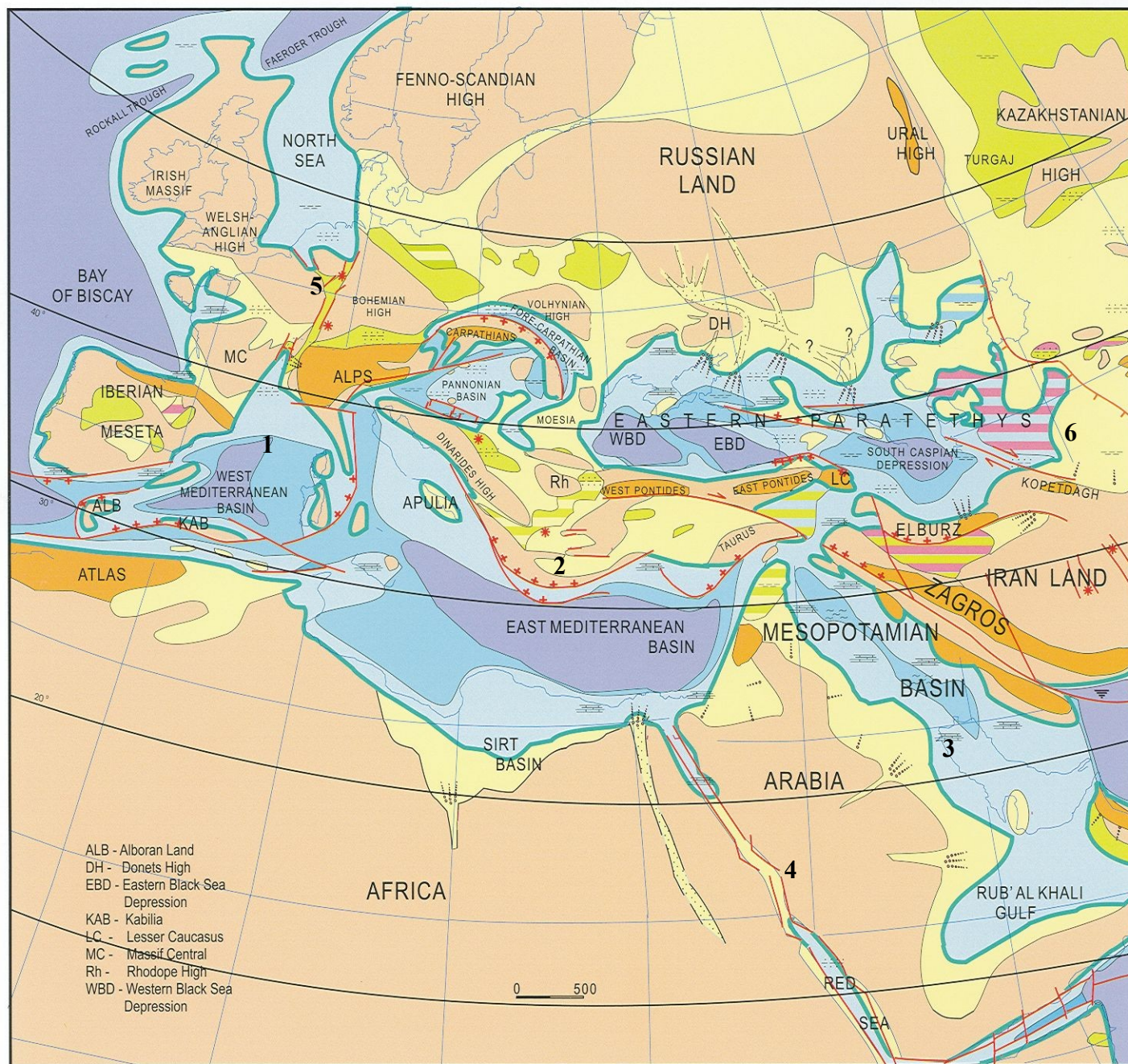
Paleogeografie Středozevní oblasti a Paratethys ve spodním badenu (Harzhauser et al. 2007- int.)

problematika širokého propojení ? (viz dále)



RÖGL, 1998

Langhian - Early Badenian - Tarkhanian



-v širší mediterránní oblasti transgresivní tendence (TB 2.3), oteplení planety i do vyšších zem. šířek => celosvětové rozšíření praeorbulin (Mi-2, klimatické optimum)

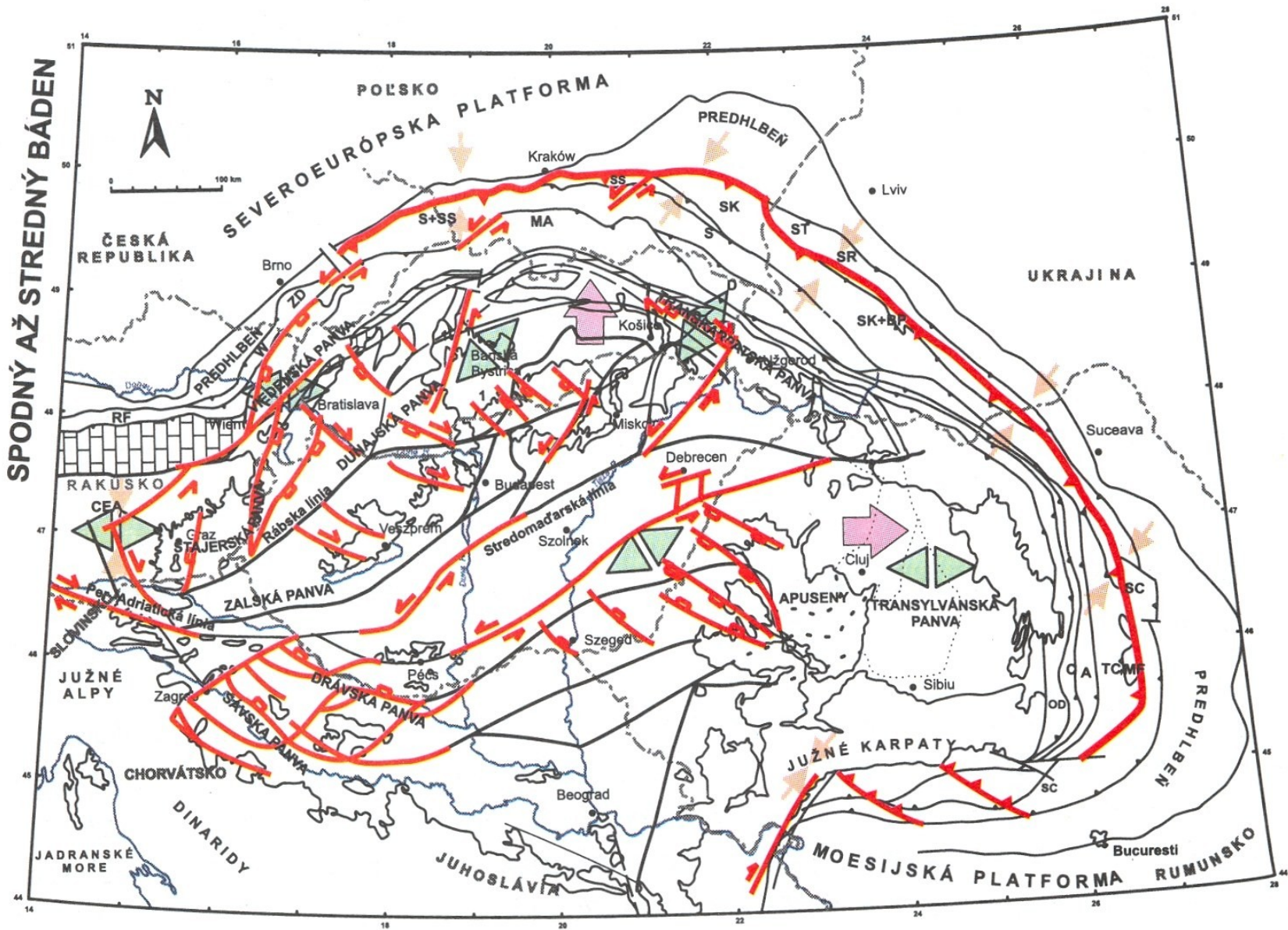
-oceanizace záp. Mediterránu (1) pokračovala, v Egejské oblasti (2) rozsáhlé příkrovy k JZ

-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)

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



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

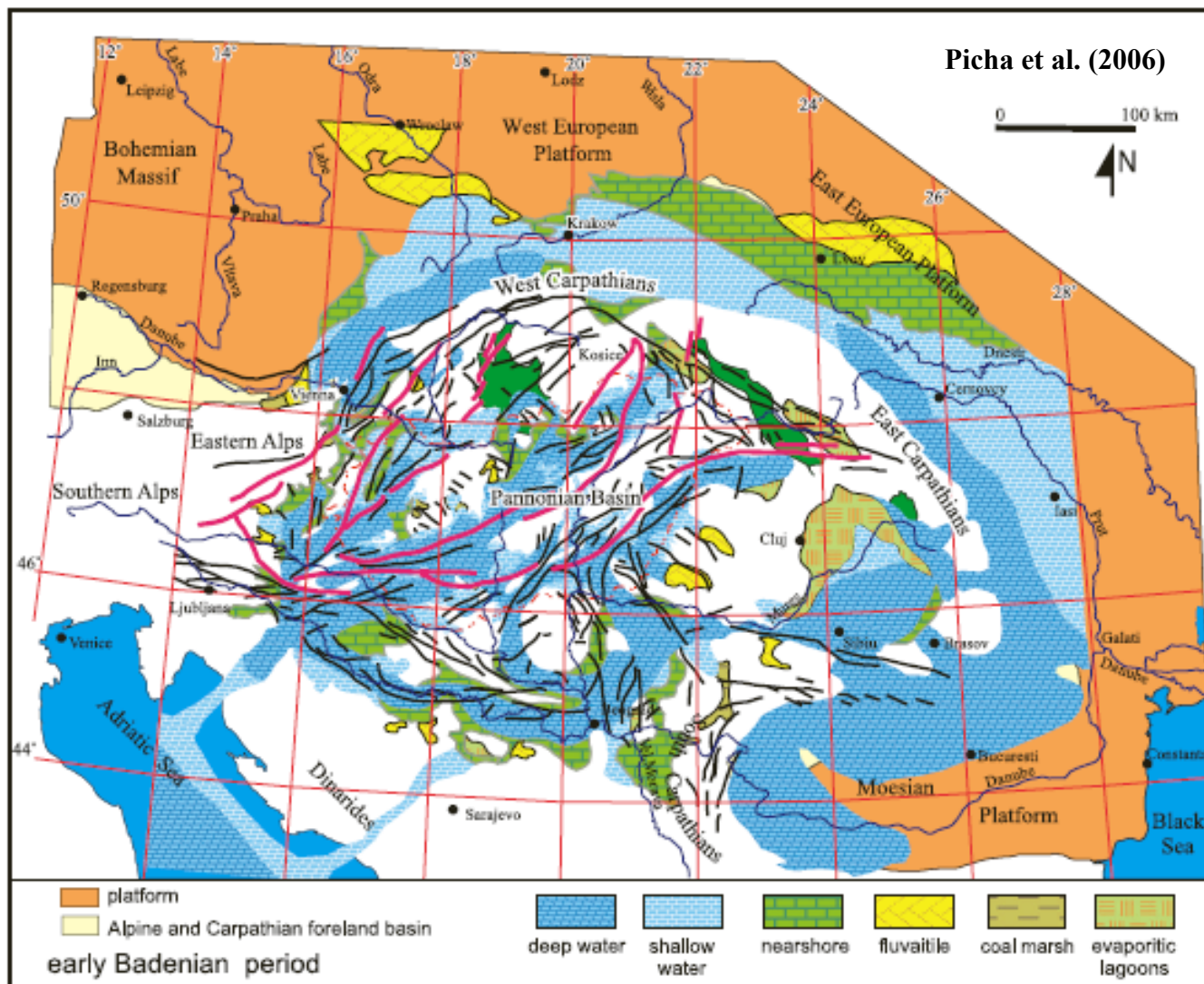
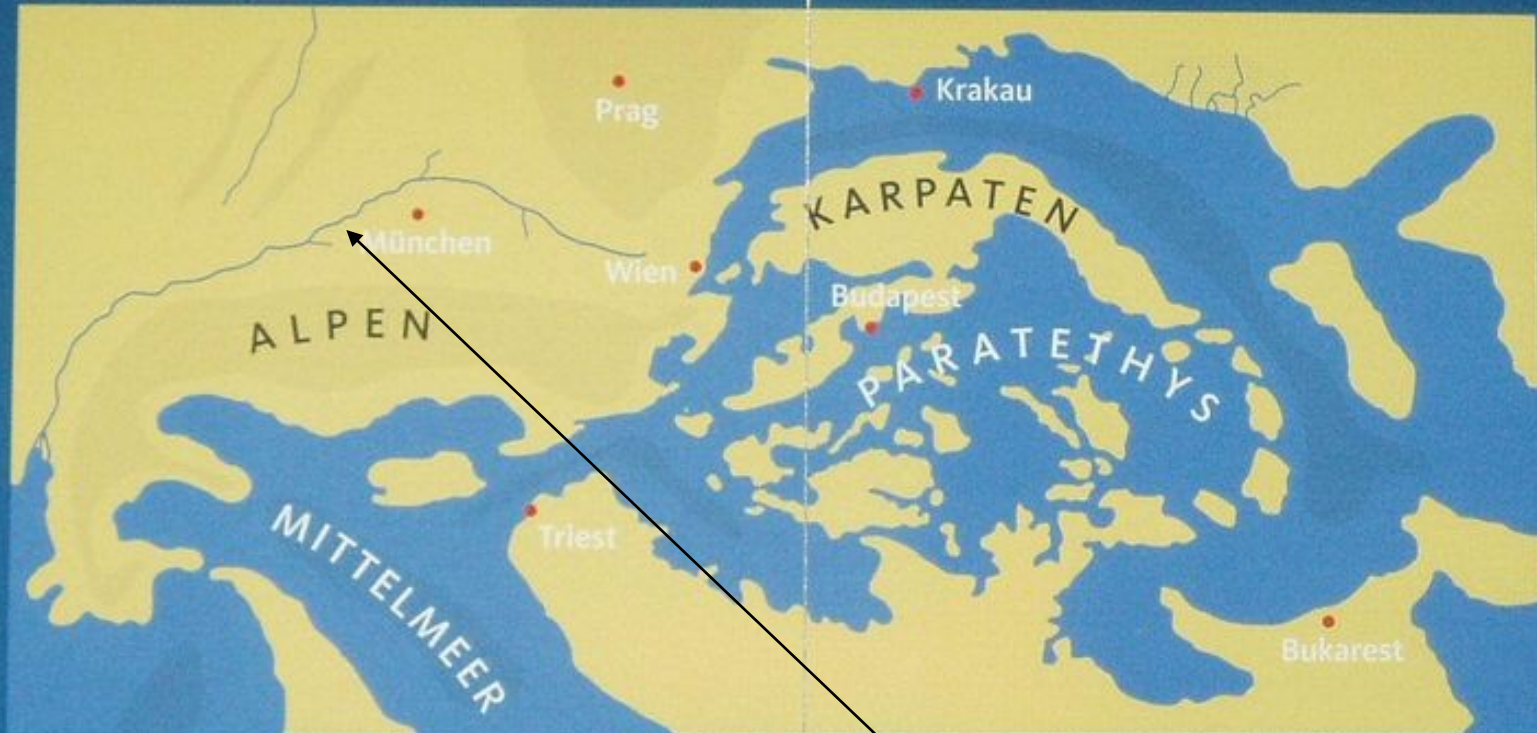
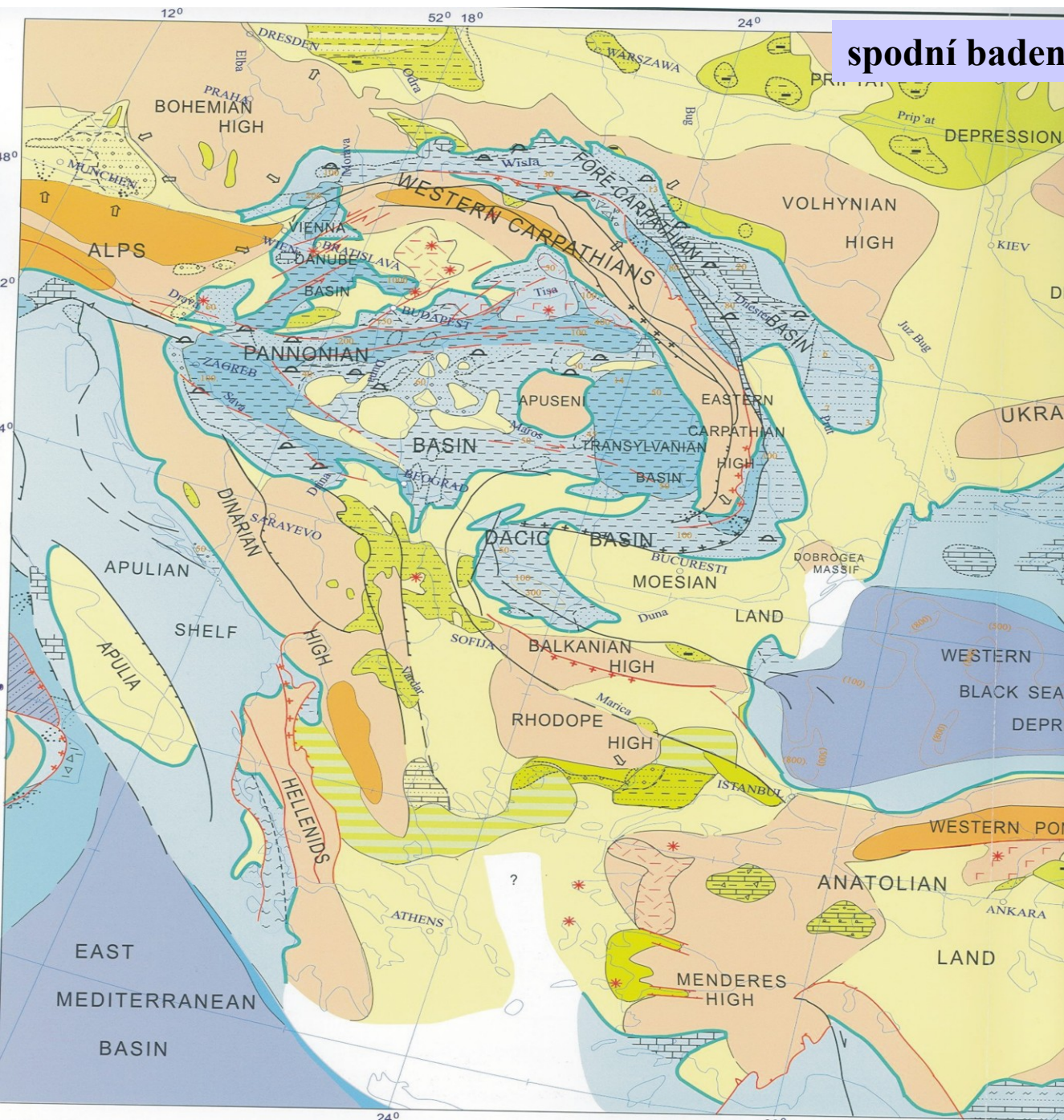


Figure 8. Early Badenian facies map of the Carpathian–Pannonian region (modified from Hamor et al., 2001) combined with fault pattern and fault activity maps from Figures 1 and 3. Northeast–southwest-oriented marine basins in broader orogenic hinterland were formed by major synrift stage. They were controlled 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



- 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 CaCO₃, 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.

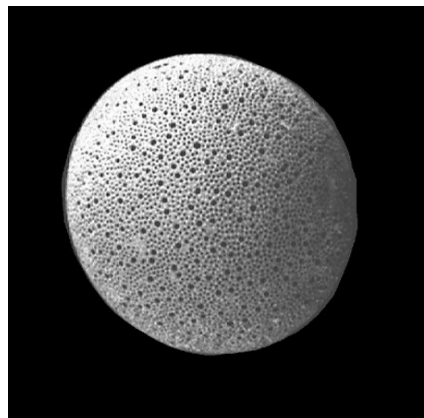
- mělký šelf
- hlubší šelf
- šelfové deprese
- k. svah a dna pánví
- brakická oblast
- sladkovodní oblasti
- nížiny
- výšiny
- hory
- evapority

Ukázka významných druhů planktonních forams v badenu CP

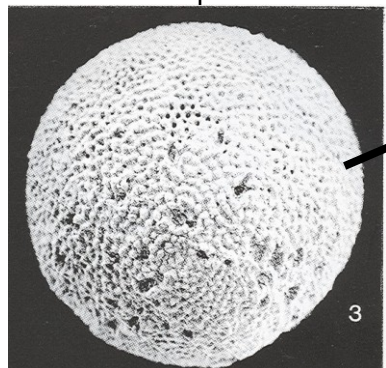
recent

Čas

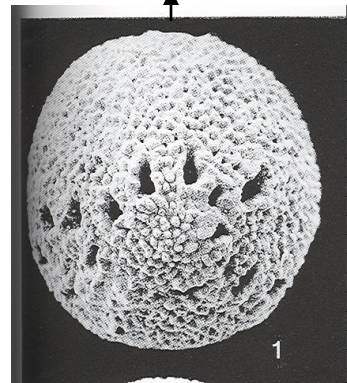
spodní miocén



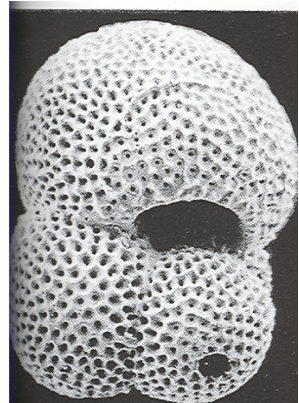
Orbulina universa d'Orb.



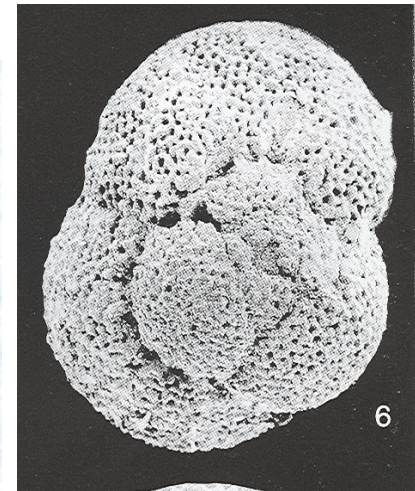
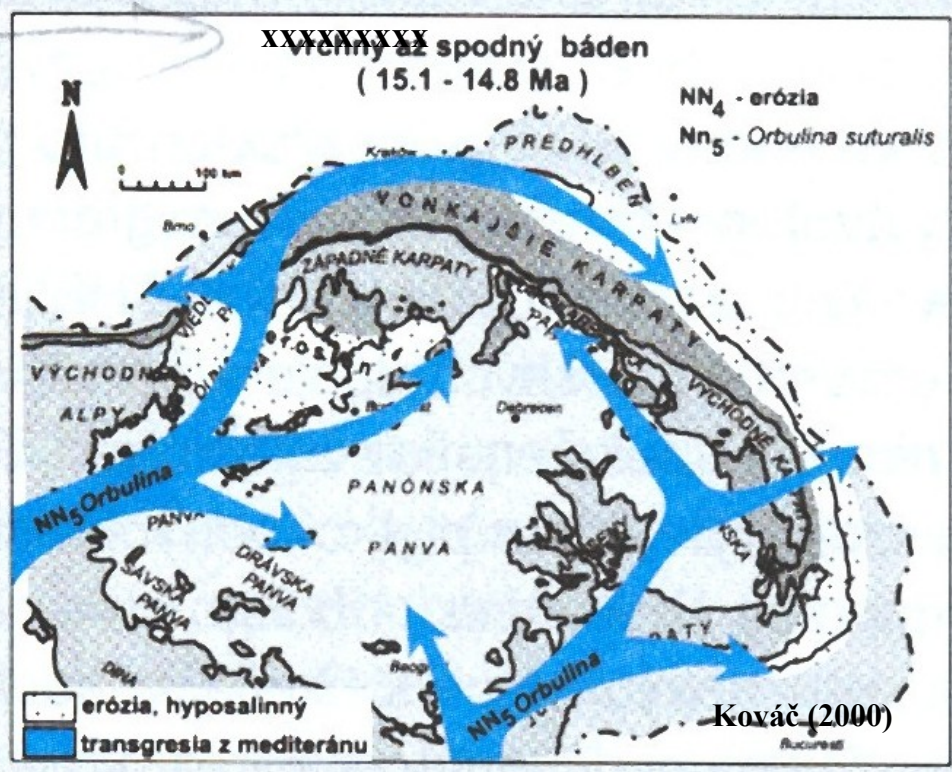
Orbulina suturalis Br.



Praeorbulina glomerata circularis (Bl.)



Globigerinoides trilobus Rss.,
(eger – svrchní baden)

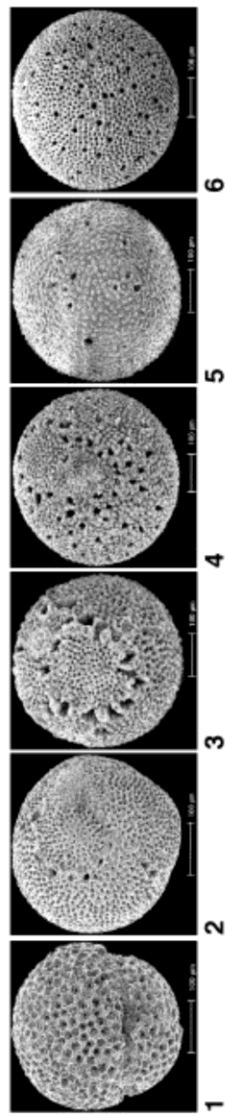


Velapertina indigena Lucz.
(svrchní baden)



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

čas



Orbulina universa - recent

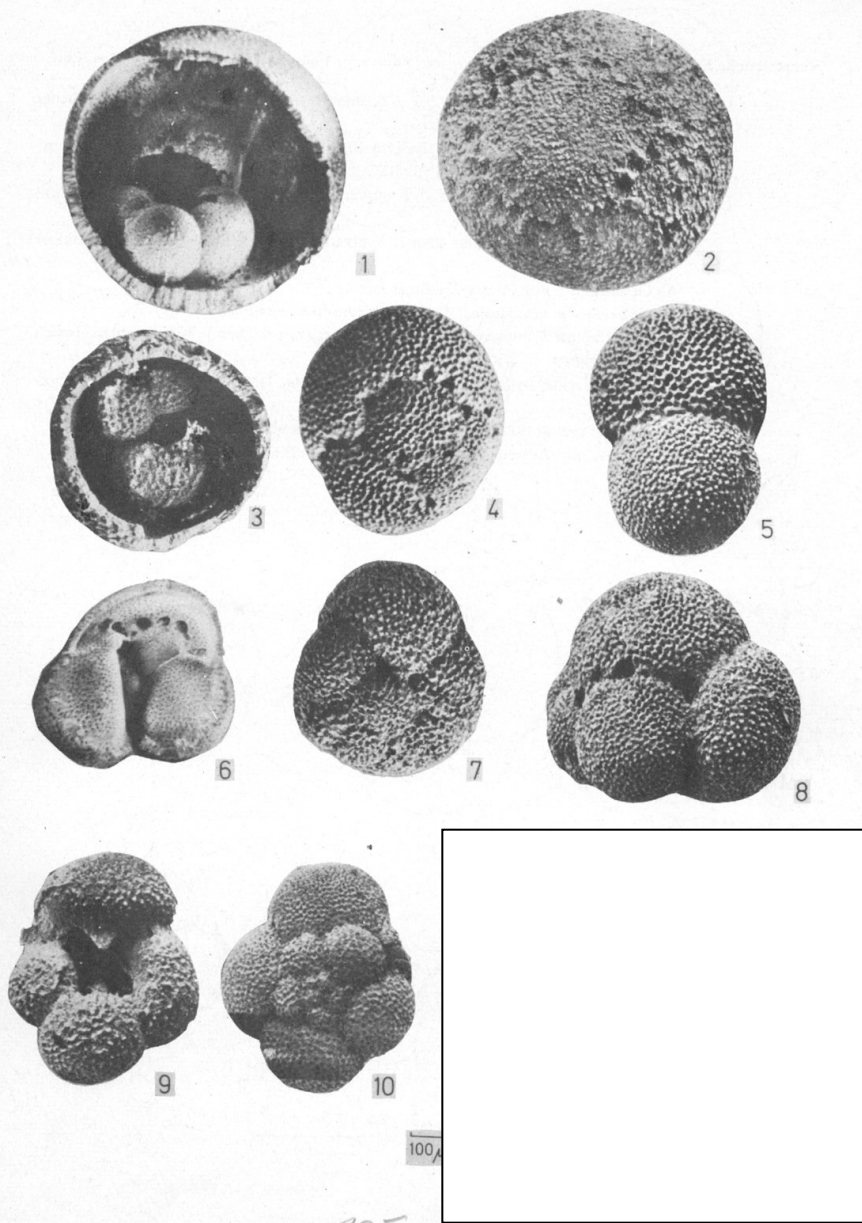
Orbulina suturalis - 15,1 Ma

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



1, 2 *Orbulina suturalis* Br.
kosov, Breschitza, Rumunsko

3,4 *Praeorbulina glomerata* Blow
morav, Brno

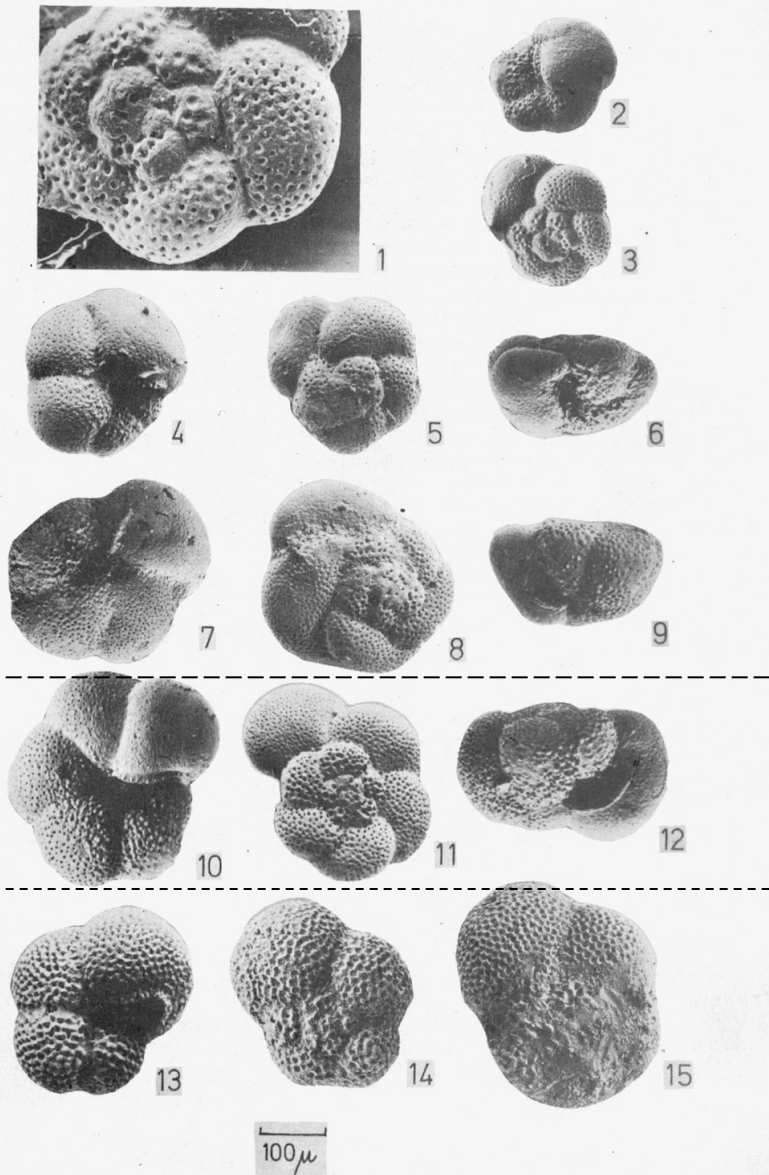
5 *Biorbulina bilobata*
morav, Baden-Sooss,

6-8 *Velapertina indigena* (Lucz.)
kosov, Valea Morilor, Rumunsko

9,10 *Globoquadrina altispira globosa* Bolli
morav, Baden-Soos

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

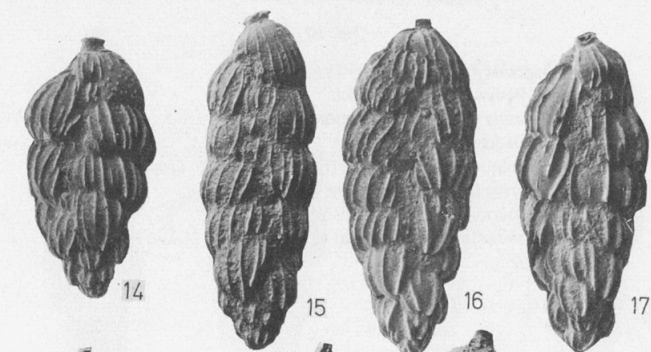
Typické planktonní foraminifery
badenu CP (Papp et al. 1978)



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

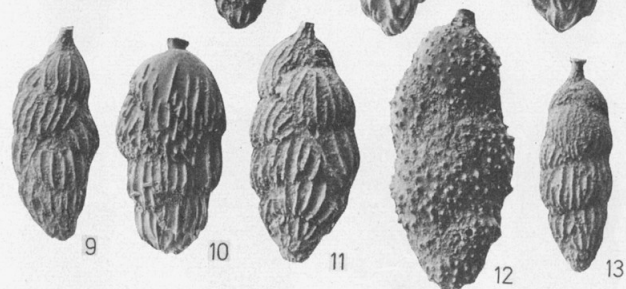
10-12 *Paragloborotalia mayeri* Cush.-El.
morav, Brno

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



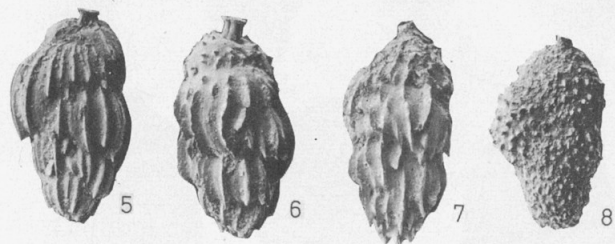
14-17 *Uvigerina liesingensis* Toula
kosov, Wien

svrchní baden



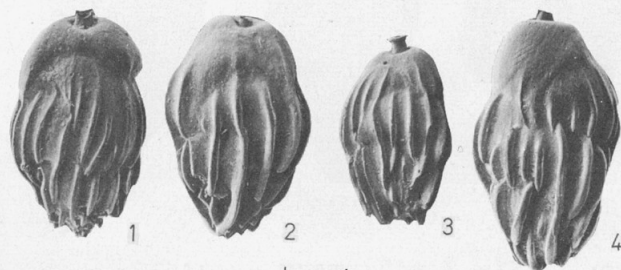
9-12 *Uvigerina venusta* Franzénau
wielicz, Wien
13 *Uvigerina cf. pygmaea* d'Orb.
wielicz, Müllndorf, Rakousko

střední baden



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

spodní baden



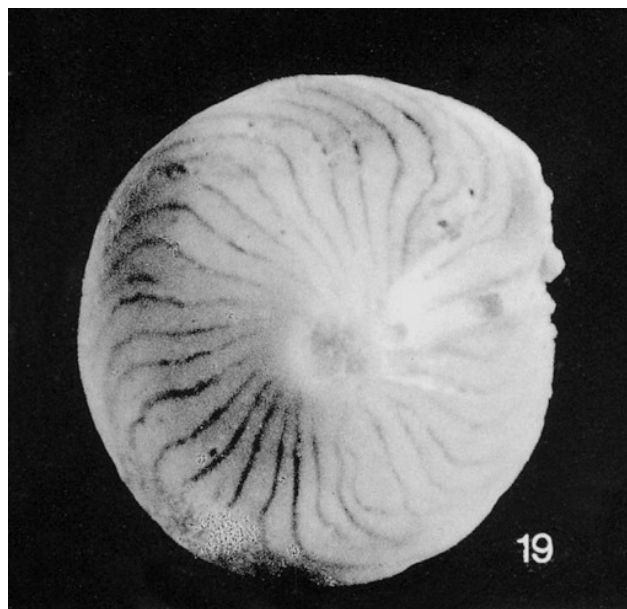
1-4 *Uvigerina macrocarinata* Papp-Turn.
morav, Brno

200 μ

Další stratigraficky významné mikrofosílie spodního badenu:



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



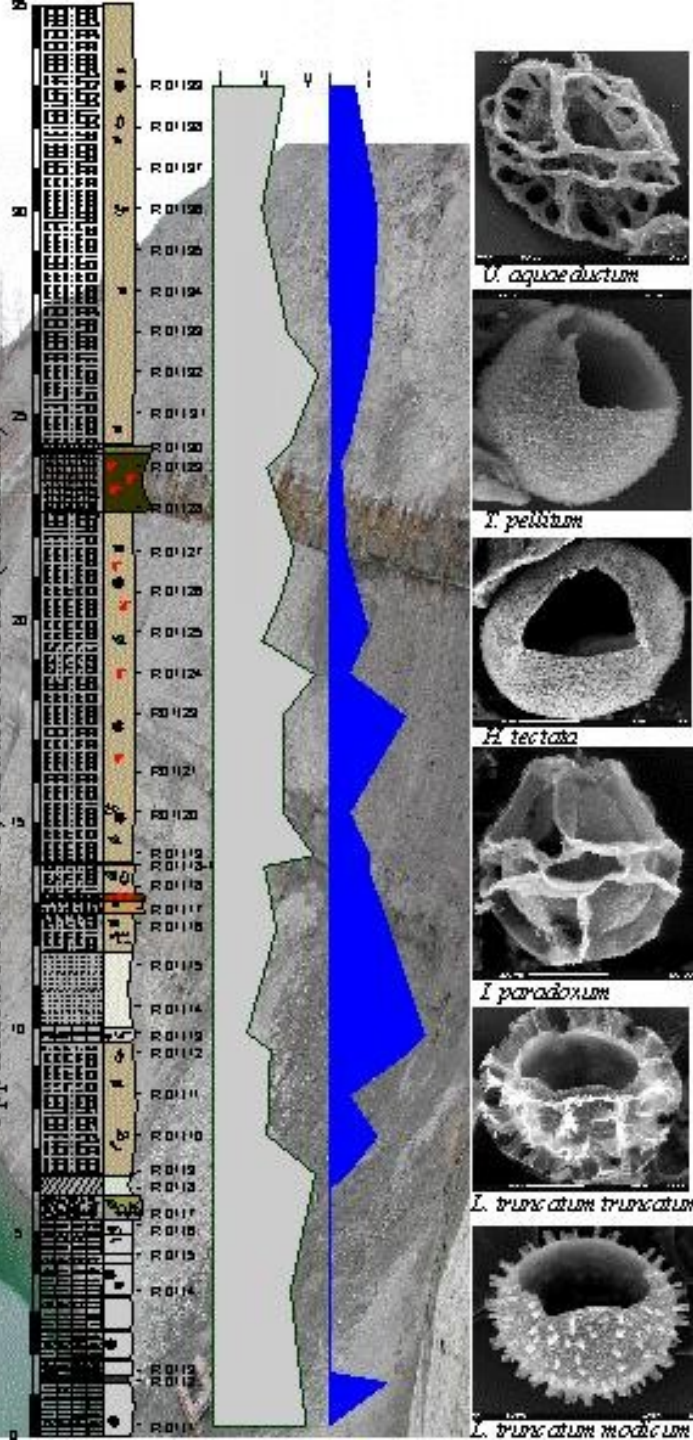
Amphistegina mammilla (F. et M.)
mělkovodní facie badenu

TB 2.4

TB 2.3

TB 2.2

Uppermost NN4-NN5; Middle Miocene (Badenian)



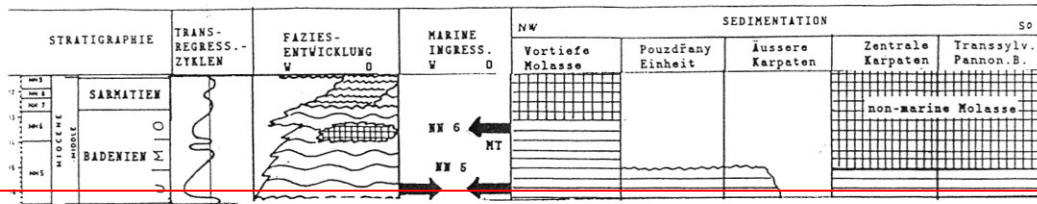
Dinocysty – stratigrafické využití
v badenu štyrské pánve
(podle Soliman et Piller, 2006)

Impakty, Bavorsko, 14. 9 Ma

Ries

Steinheim

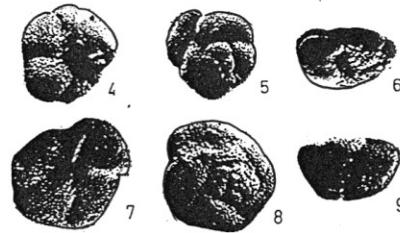




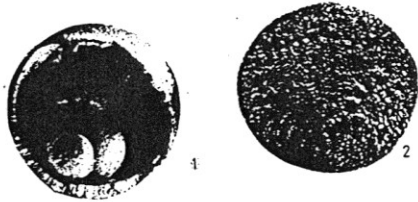
Široká komunikace, marinní sedimentace ve všech pánvích CP



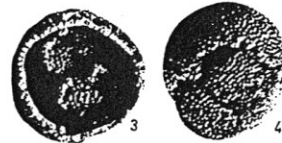
Uvigerina macrocarinata P.-T.



Globorotalia bykovae (Ais.)



Orbulina suturalis Br.

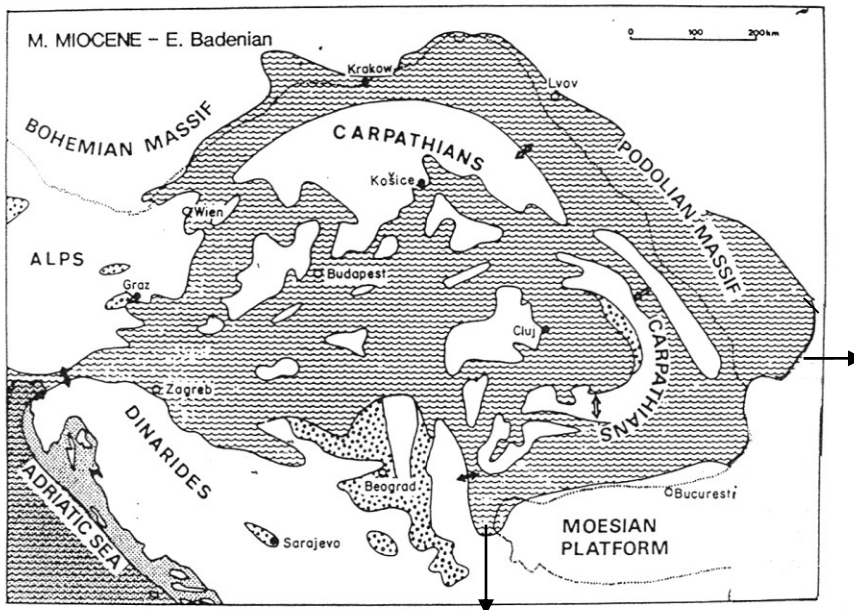


Praeorbulina glomerosa Bl.

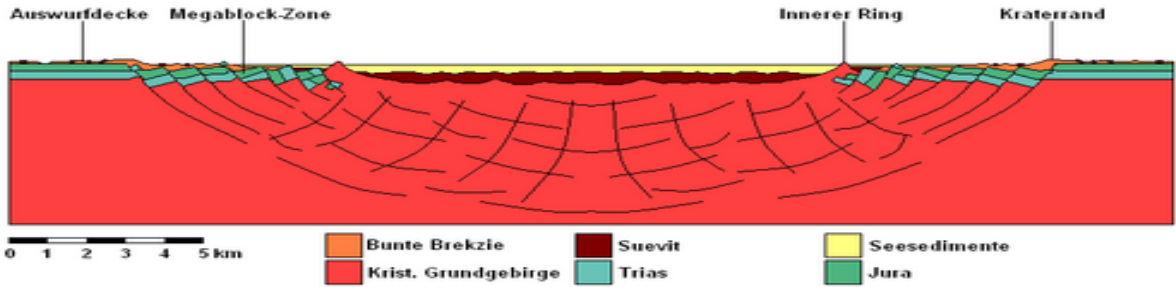
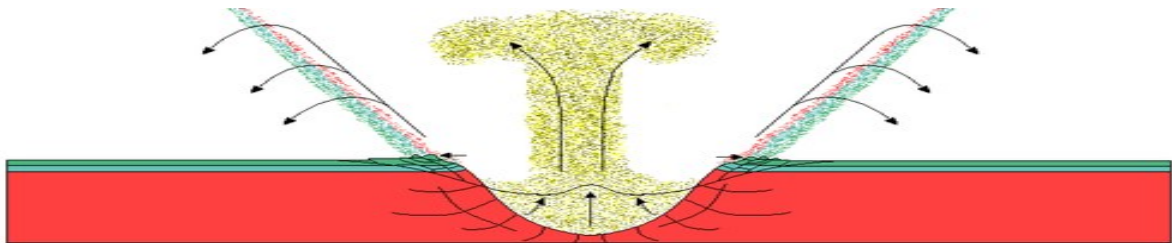
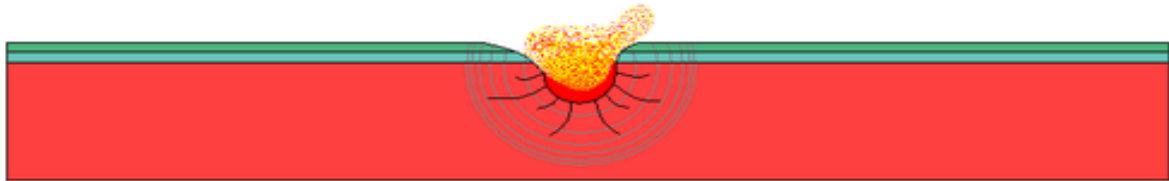
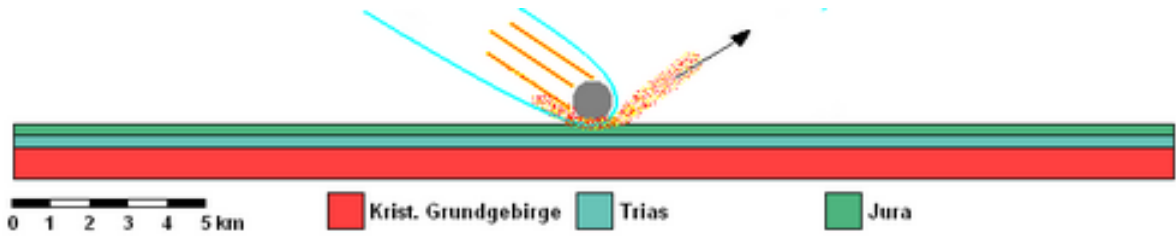
Klima: <humidní, srážky 1000-3000 mm /rok, četné deště v létě, nejchladnější měsíc =4-10 st.C (chladová minima cca 0 st. C.) => zhruba stejné jako v karpátu MAT 13-20 st. C.

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

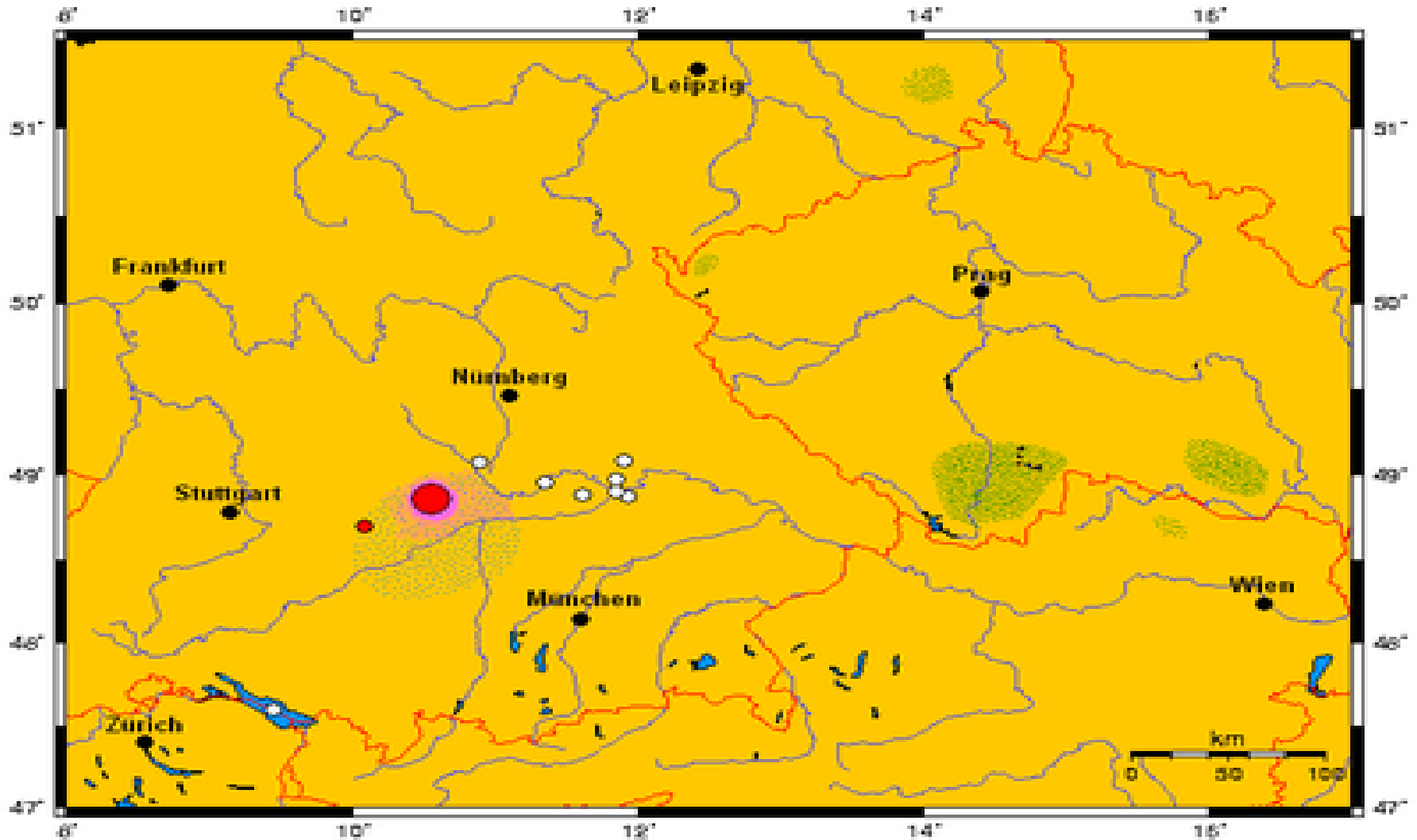
Vp: lanžhotské souvrství
Kp: brněnské písky, nevrstevnaté vápnité jíly (tégly) řasové/mechovkové vápence

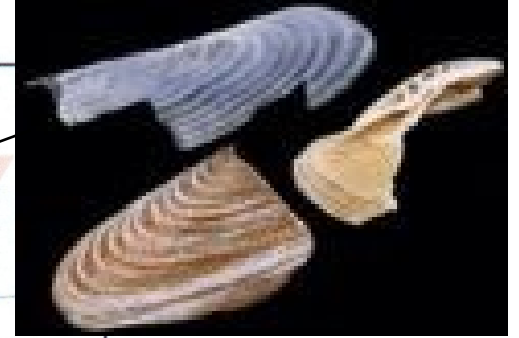
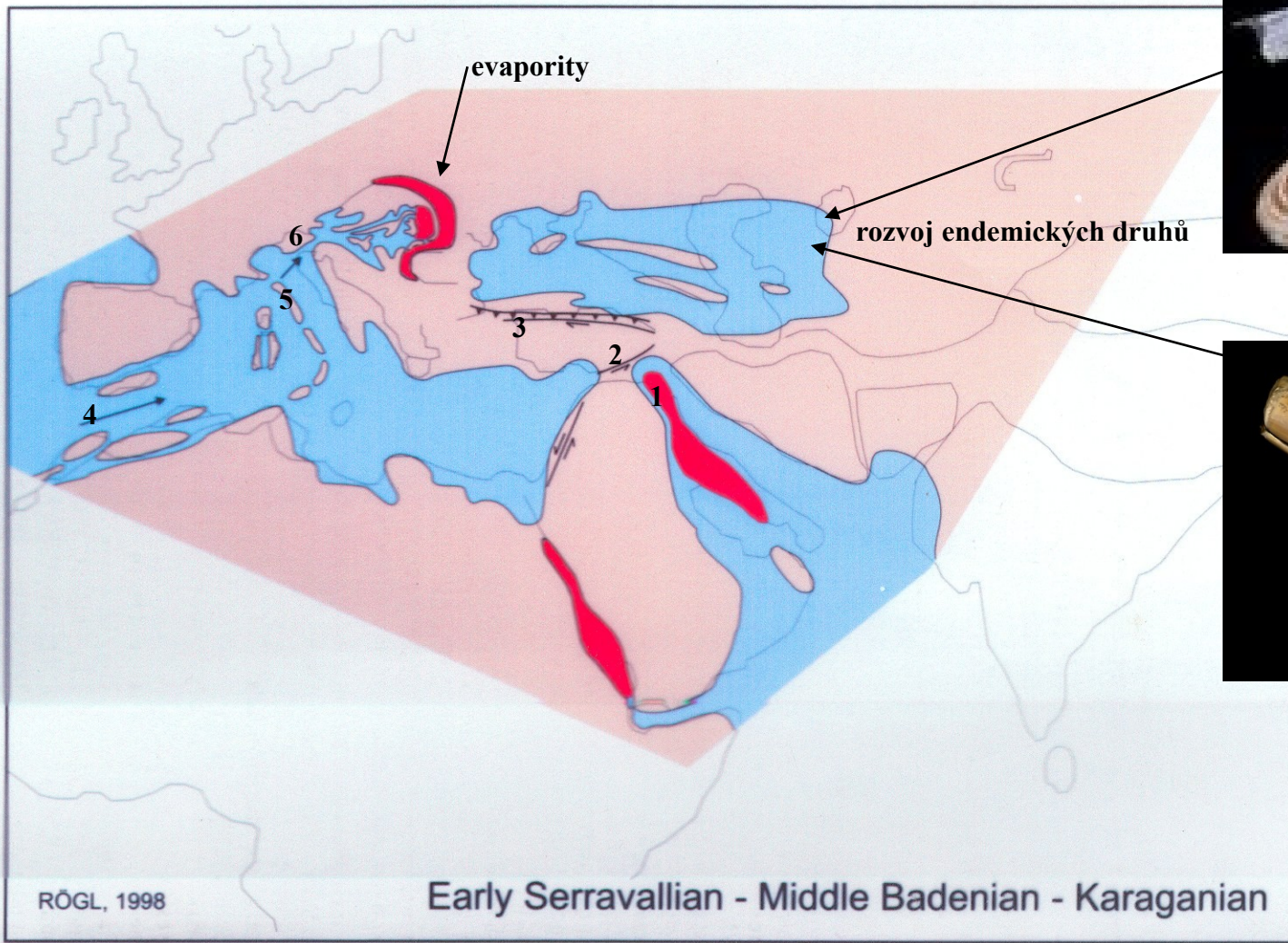


Průběh impaktu Ries



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





Pholas



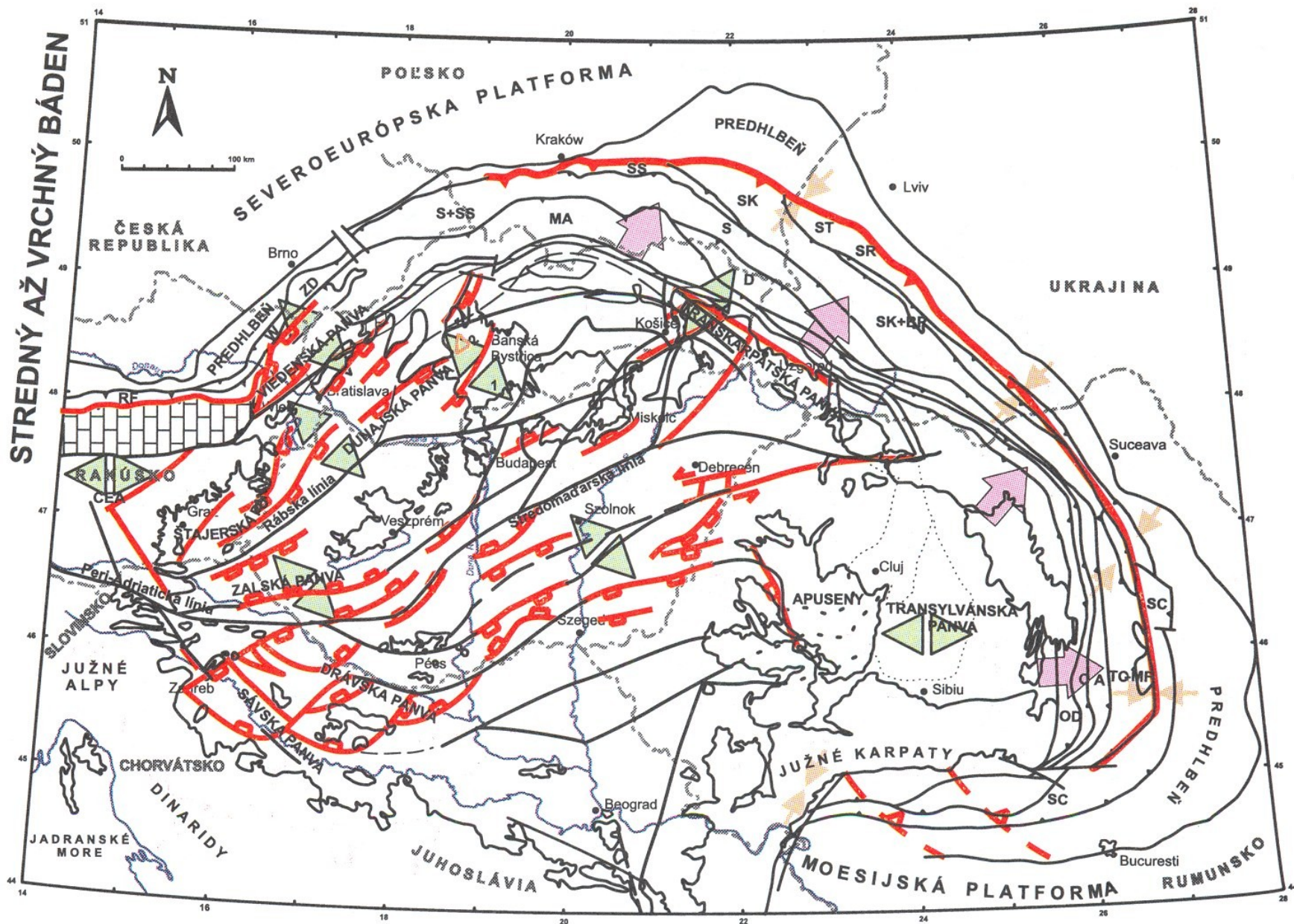
Solen

RÖGL, 1998

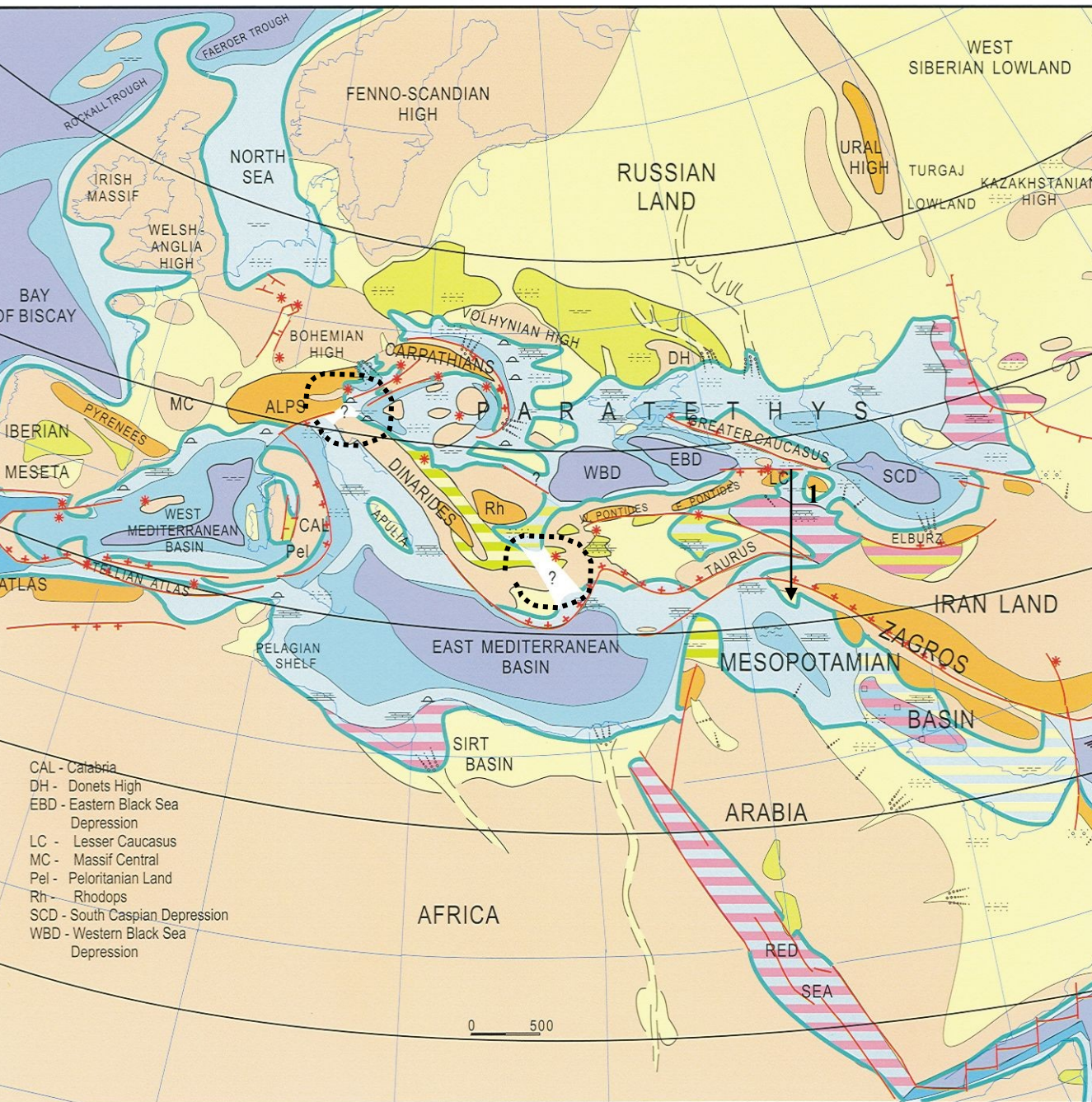
Early Serravallian - Middle Badenian - Karaganian

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) nepřerušen,

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)



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

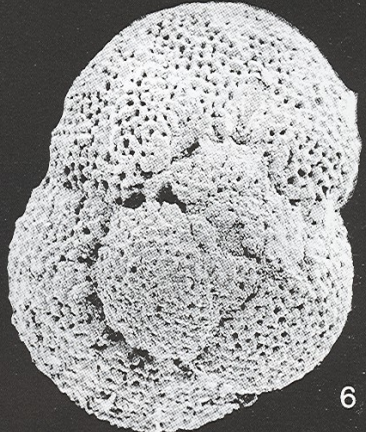
Pokračují zdvihy v Appeninách, Jižních Alpách a Karpatech, litavská fáze zvedla výrazně alpsko-karpatsko-dinarské řetězce

VP spojena s Mediterránem na JV opět otevřenou araxskou cestou (1) 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 štyrské 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



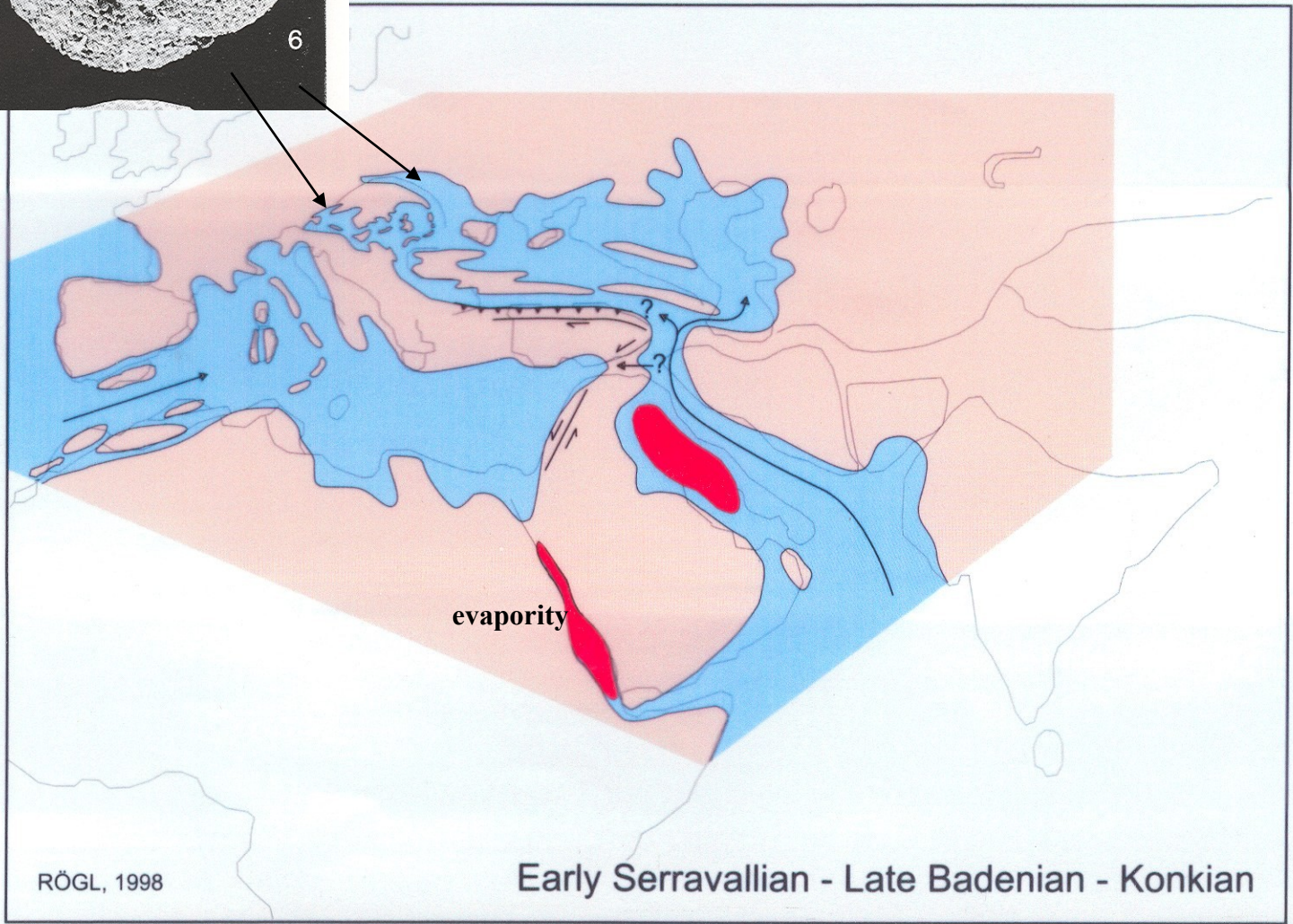
6

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)

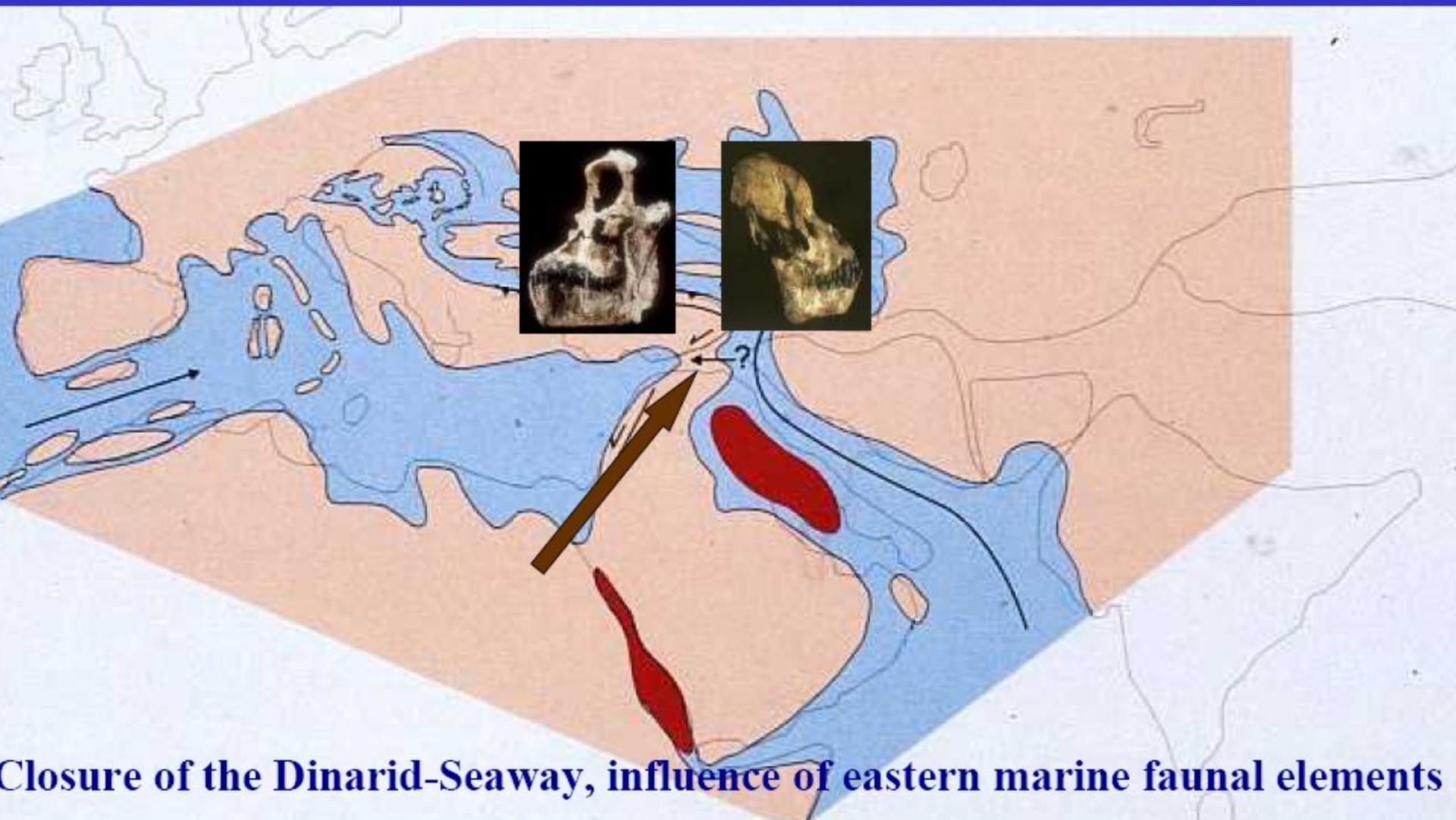


evapority

RÖGL, 1998

Early Serravallian - Late Badenian - Konkian

**Mediterranean & Paratethys Neogene Paleobiogeography
(basic maps from Rögl, 1998)**



Closure of the Dinarid-Seaway, influence of eastern marine faunal elements
Reorganisation of the African – Eurasien landbridge and invasion of:
Hominoids like Sivapithecus, Gryphopithecus, Ramapithecus etc.

svrchní baden



V Karpatech v tomto období **nejintenzivnější příkrovová tektonika** (posun subdukcí 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*

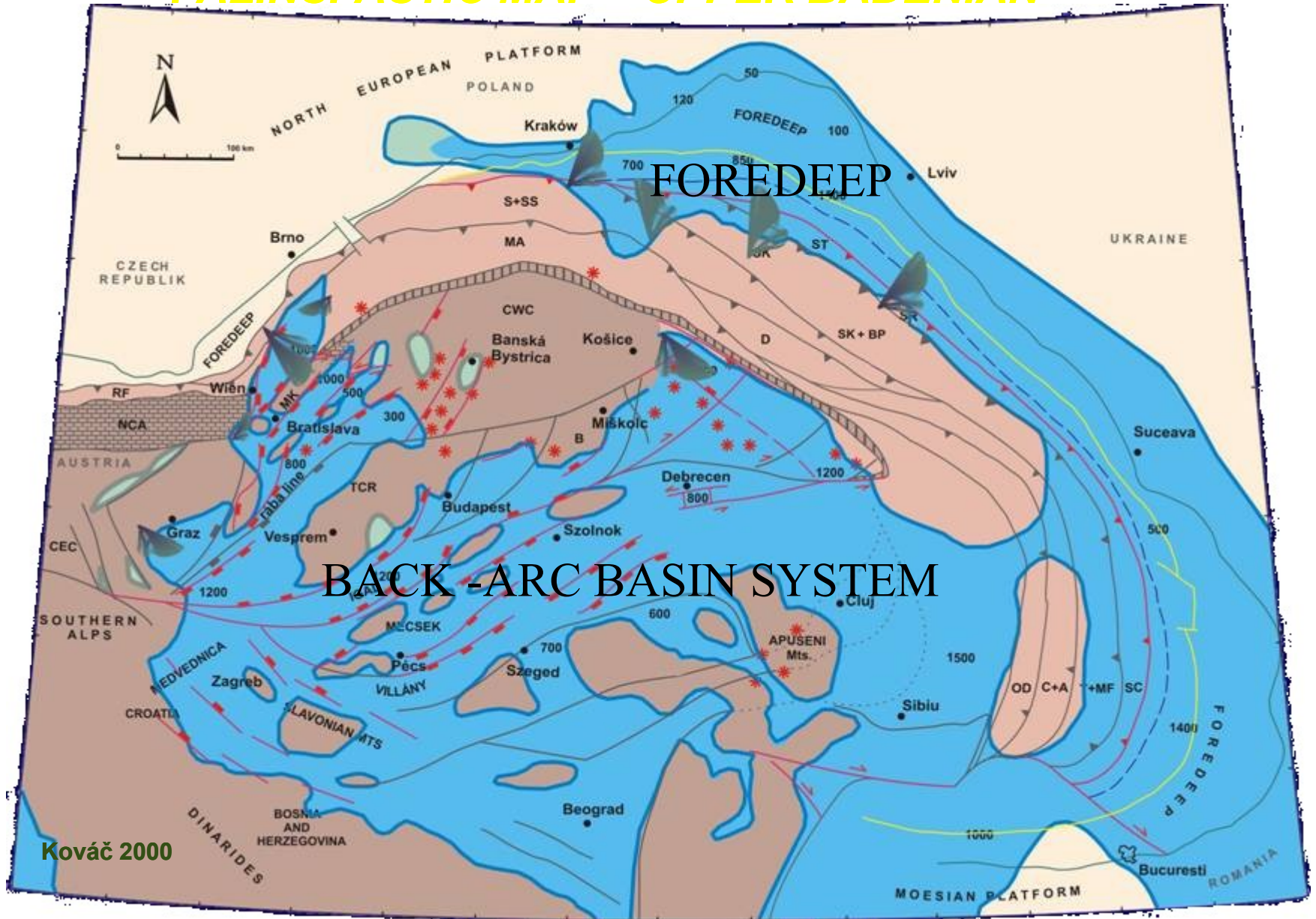
Depocentra v pannonské oblasti prohloubila extenze vlivem aktivity pláťového diapiru

Klima se postupně ochlazuje – konec tzv. miocenního klimatického optima

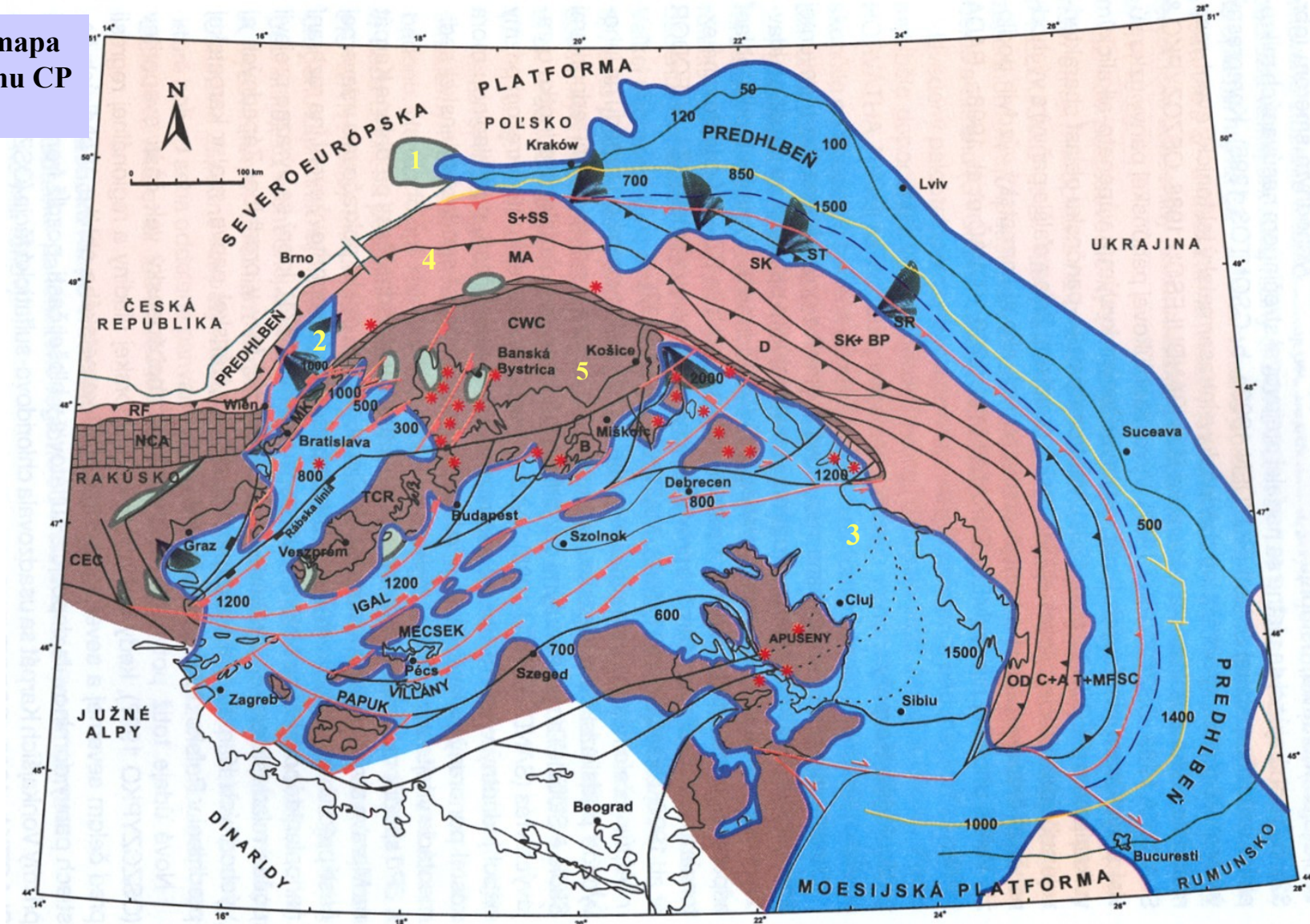
Andezitový vulkanismus především v Apuseni a Stř. Maďarsko – 2-3000m mocné

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

ALPINE - CARPATHIAN - PANNONIAN - DINARIDE REGION PALINSPASTIC MAP – UPPER BADENIAN

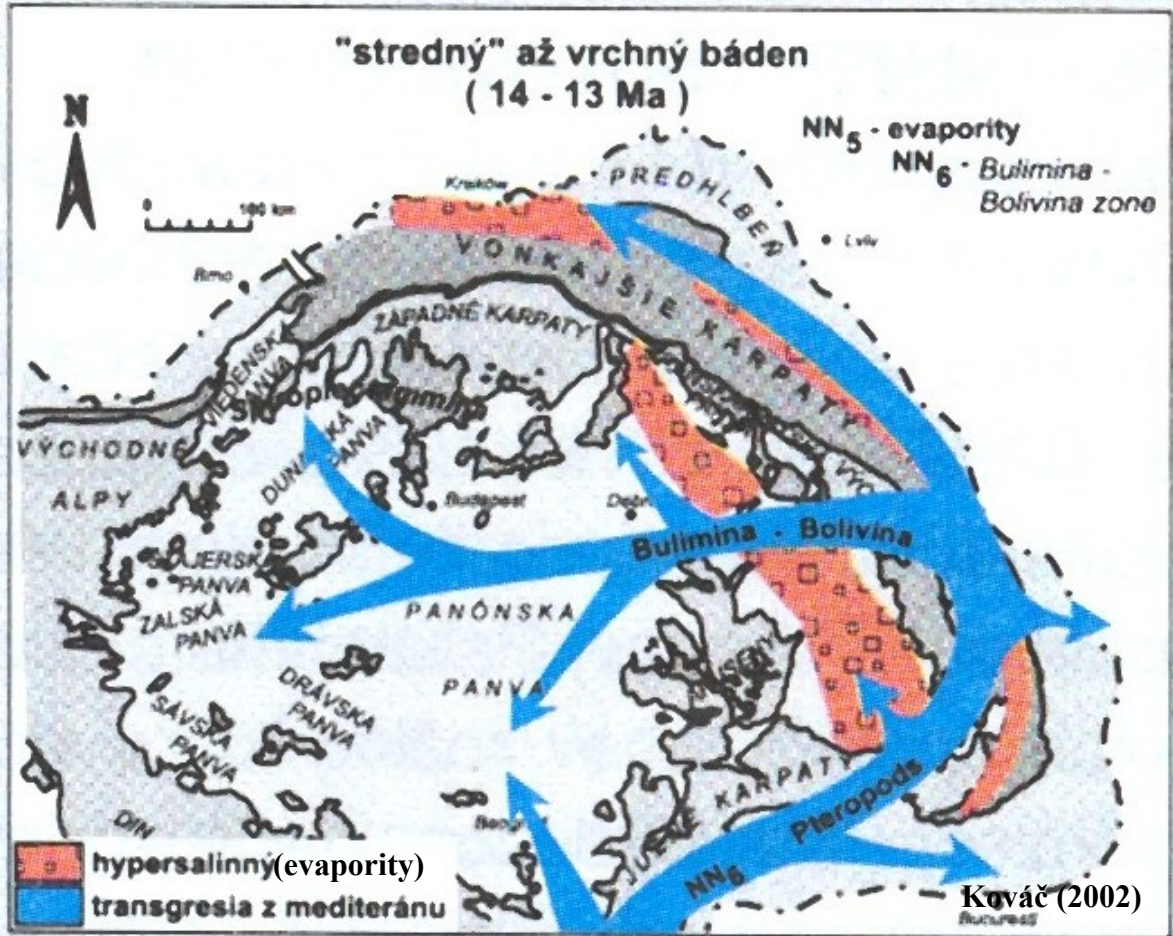


Palinspastická mapa
svrchního badenu CP
(Kováč 2002)

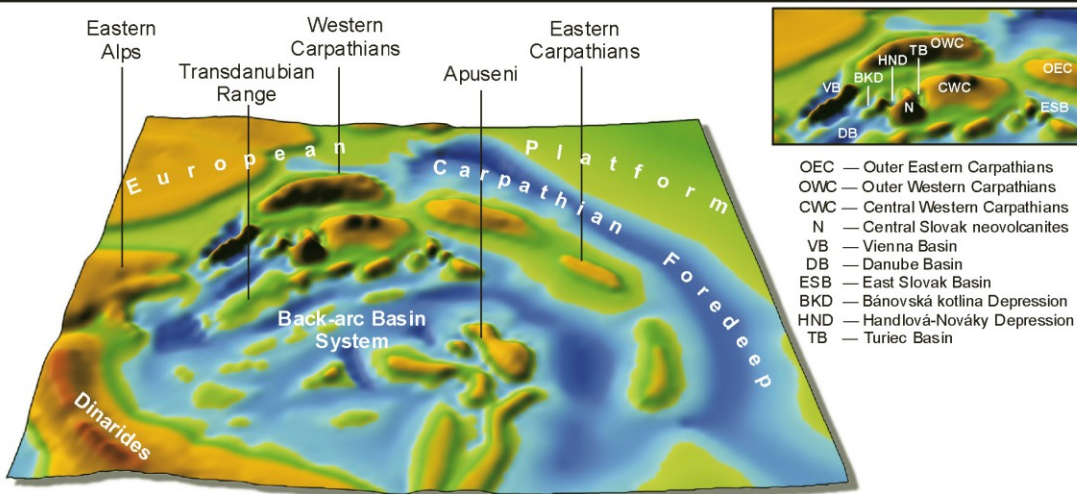


- Viz: - předhlubeň na Moravě souší, pouze opavský záliv (1) tvoří uzávěr předhlubně v Polsku-Ukrajíně-Rumunsku)
- flyšové jednotky plně vyzdviženy (4) , Centrální Západní Karpaty téměř na místě (5)
- Vp jako „pull-apart basin“ (2)
- široká sedimentace v pannonské oblasti a transylvánské pánvi (3)

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



Kováč (2002)



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*)

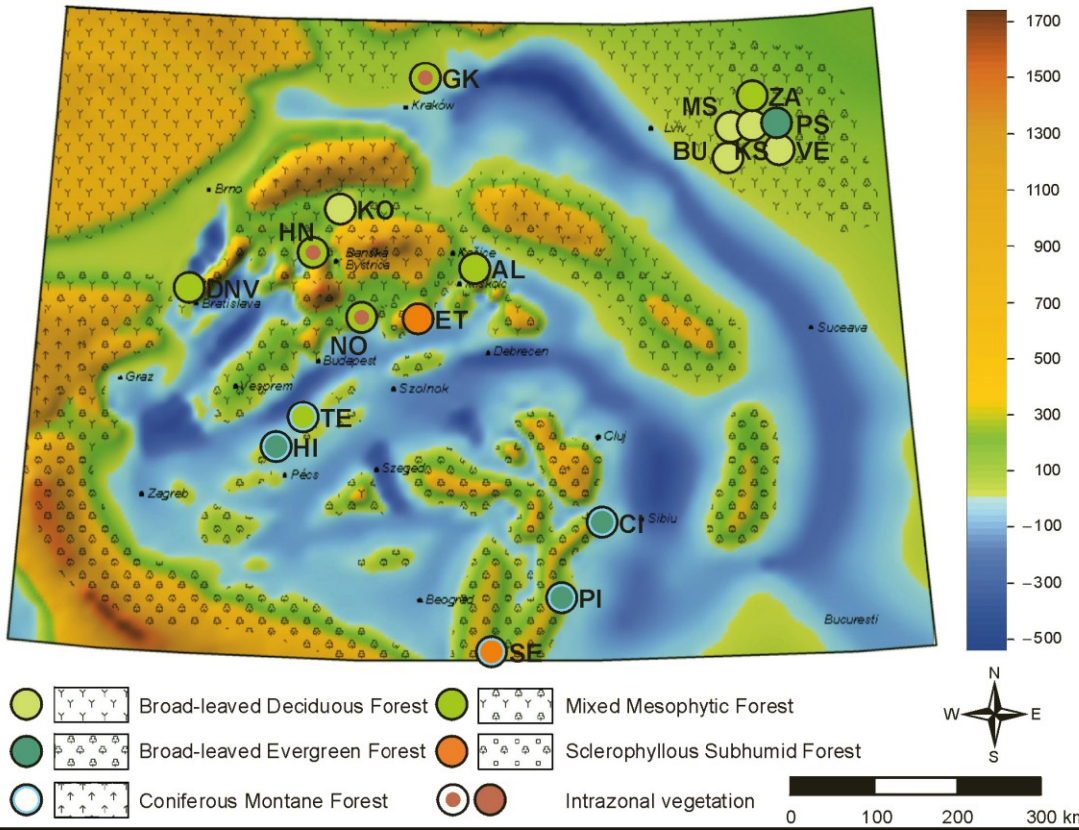
V Rumunsku, Srbsku a Maďarsku – ještě teplomilné porosty se zbytky subtropických prvků ze sp./stř. ba

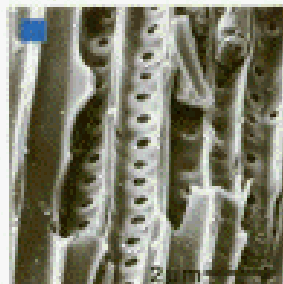
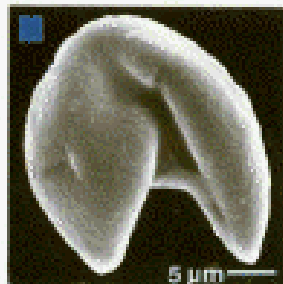
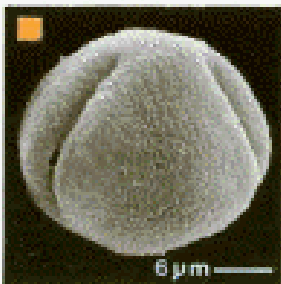
Ve vnitrohorských depresích společenstva lignitotvorná -Handlová, Nováky.



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 (doznívá ve svrchním badenu) 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.

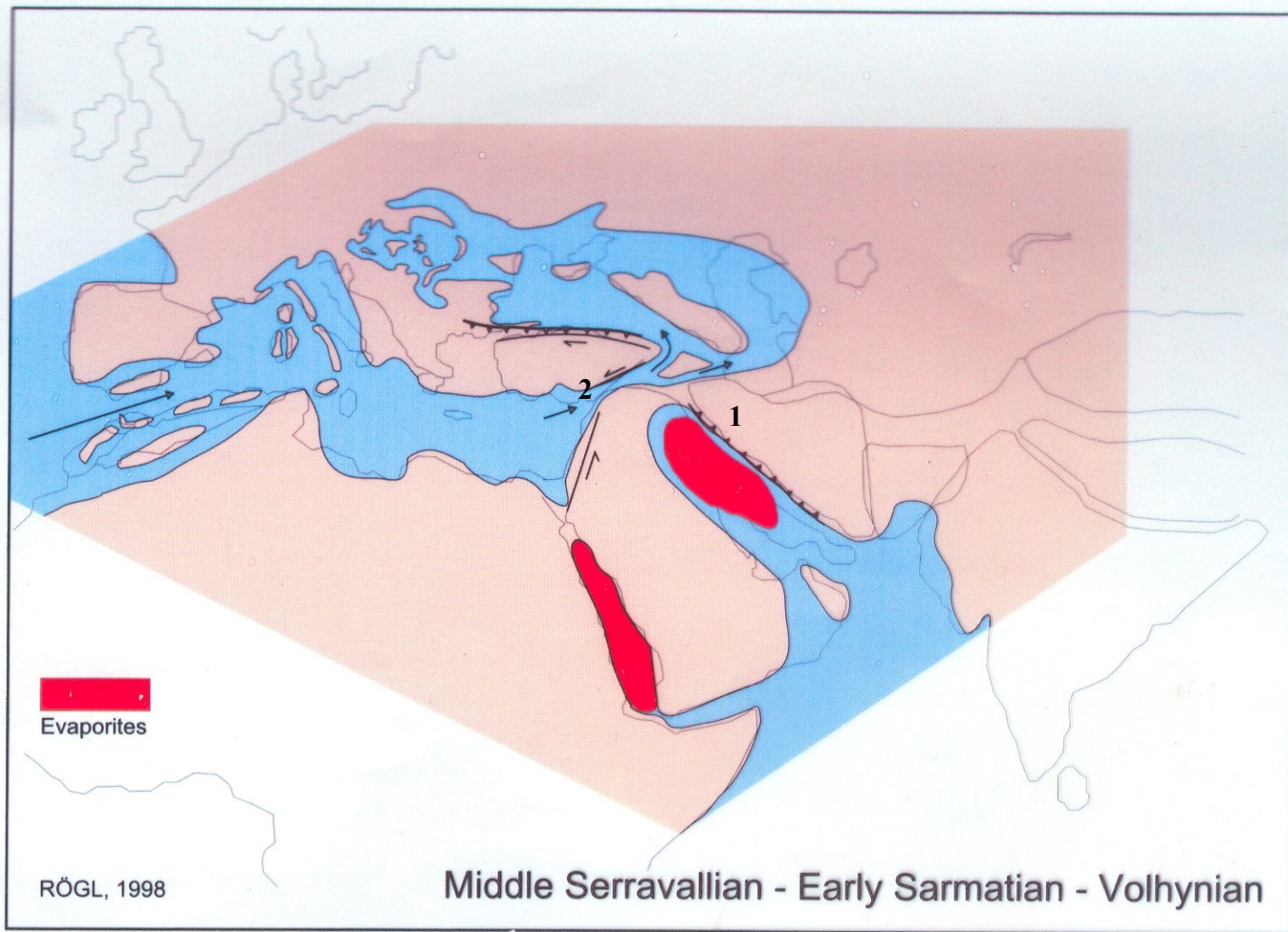
Koncem badenu začíná finální izolace CP vůči otevřenému moři (otevření ještě jednou v sarmatu ?)

Klima v badenu je dokumentováno především terestrickými společenstvy jako široce uniformní, na počátku stabilně subtropické, se severojižním gradientem nastupujícím koncem spodního badenu a ochlazováním moře v závěru středního 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.

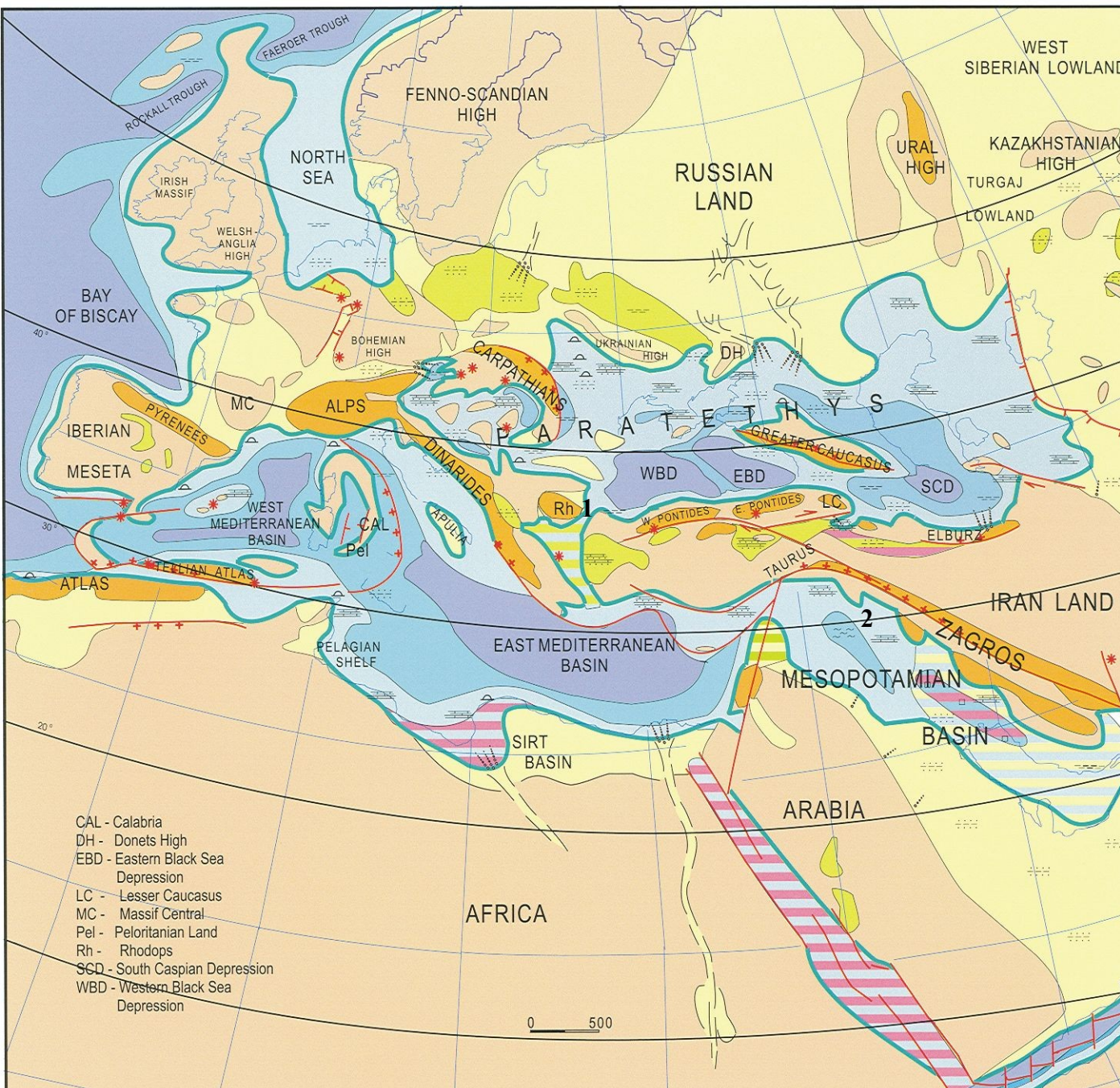
Badenská sekvenční stratigrafie je ovlivněna jak globální eustasií tak regionálními tektonickými faktory. Lze rozlišit až 3 cykly třetího řádu relativního kolísání hladiny, které lze srovnat s celosvětovými cykly jen velmi zhruba.

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 arakská 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

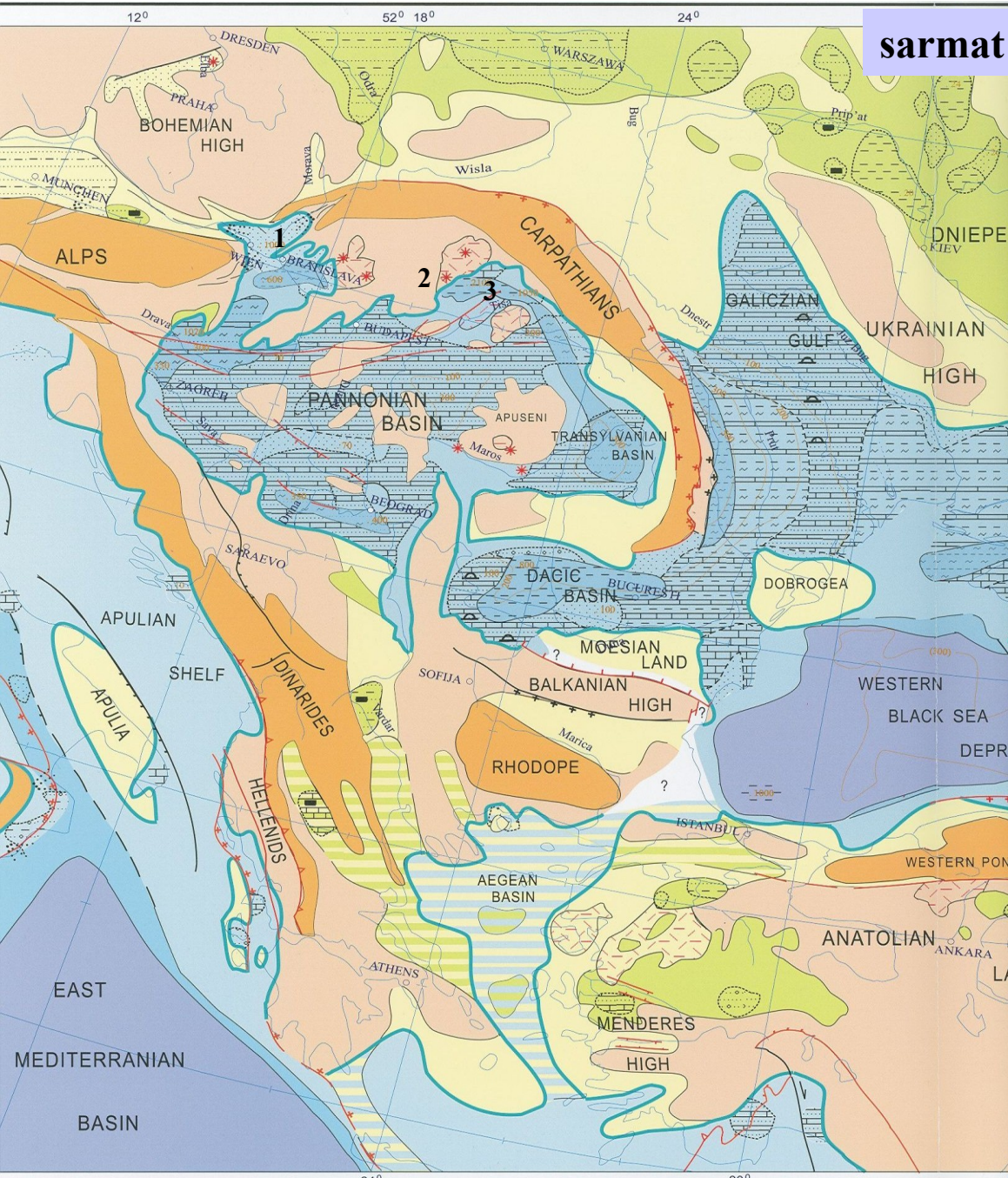
-Úzká komunikace jen v oblasti jižní Anatólie (1), hluboká pánev jižně čela Zagrozu (2) se uzavírá a v oblasti Perského zálivu sedimentují mělkovodní vápence a evapority jako okrajové uloženiny Indiku

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

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

0 500



sarmat

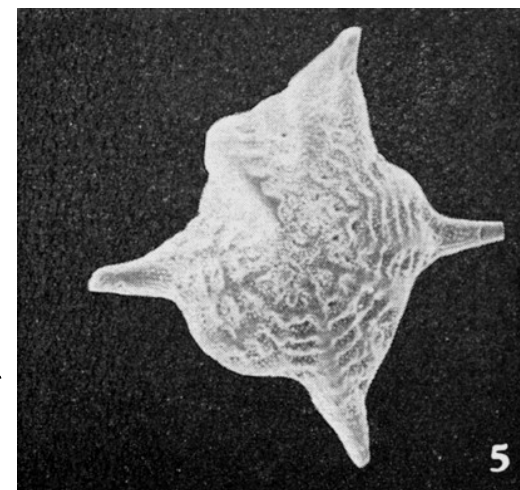
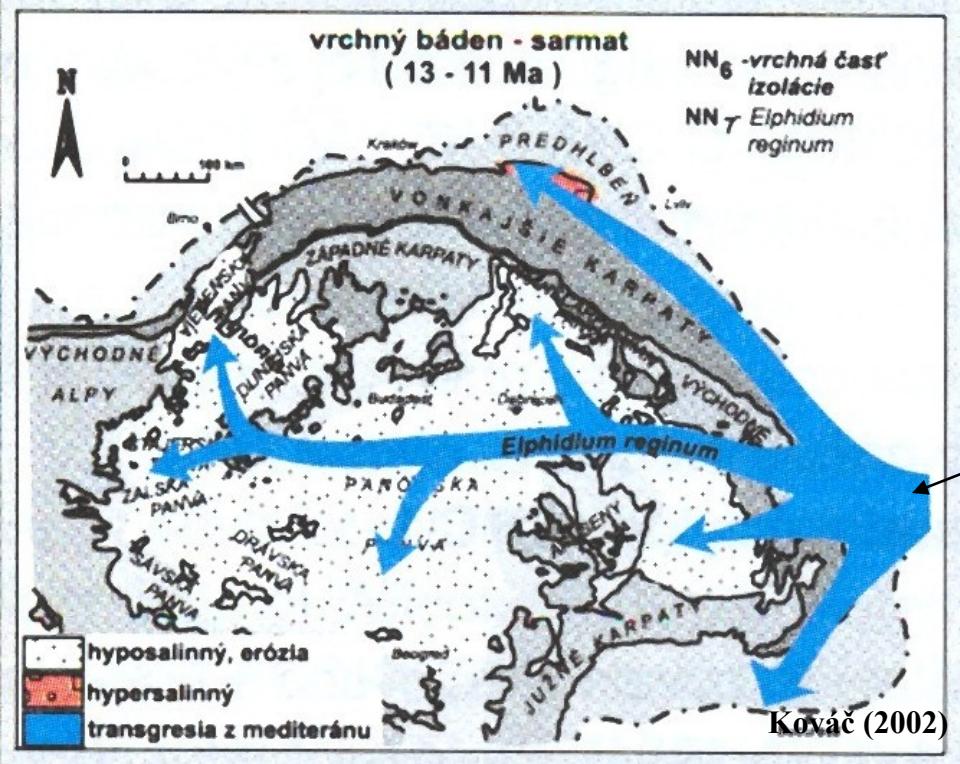
CP – vrcholí synriftové stadium zaobloukového vývoje = rychlá subsidence depocenter v okrajové oblasti panonského systému
 -V s. části Vp svrchnokrustální extenze (1, pull-apart) v j. celokorová extenze, podobně i v trans-karpatské pánvi,

-V týlu V. Karpat extenze provázána areálovým typem dacit. a ryolit. vulkanizmu (2), na Z pak hloubka subdukce pomáhá výstupu andezitů
 -východoslovenská pánev = ráz meziobloukové pánve (3).

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

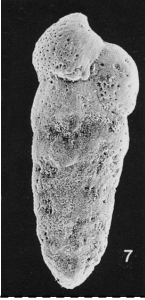


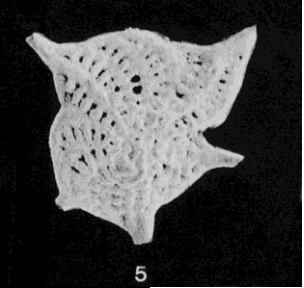
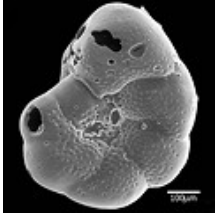


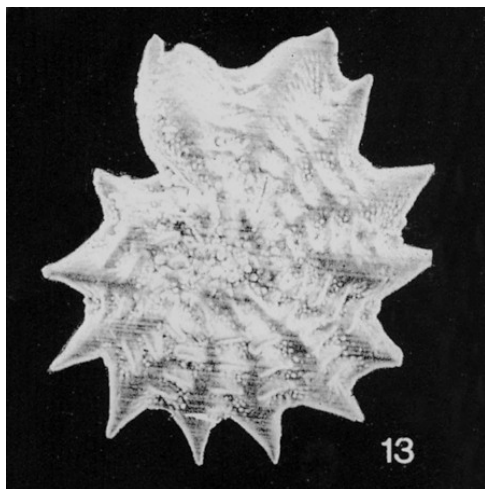
Elphidium reginum



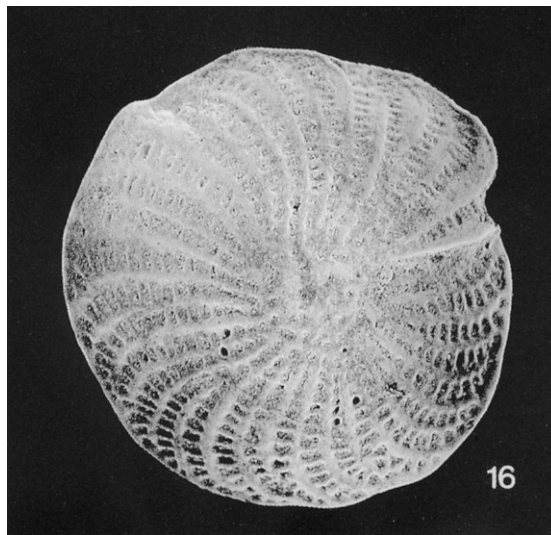
Discoaster kugleri Martini et Braml., miocén, USA – typický zástupce nanoplanktonu zóny NN7 (zjištěn ve volhynu VP)

Biostratigrafie sarmatu CP
podle foraminifer

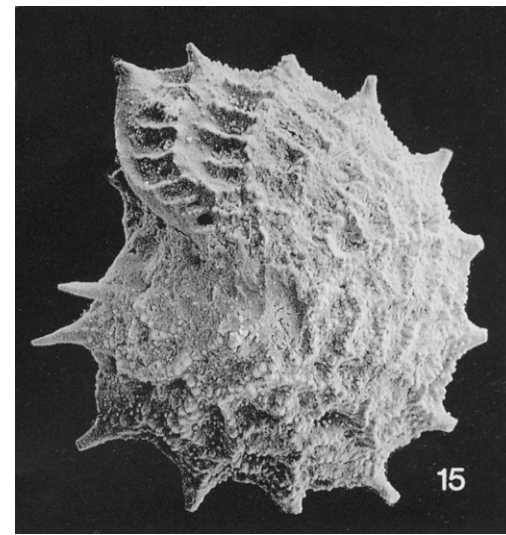
		Indexové foraminifery sarmatu	starší „zonace“ Vp
<i>zóna Porosonion granosum</i>		<i>Bolivina sarmatica</i> Didk. sarmat	E
		<i>Porosonion granosum</i> (d'Orb.)	D
<i>zóna Elphidium hauerinum</i>		<i>Elphidium hauerinum</i> (d'Orb.) sarmat	C
<i>zóna Elphidium reginum</i>		<i>Elphidium reginum</i> (d'Orb.)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



Elphidium josephinum (d'Orb.)
sarmat



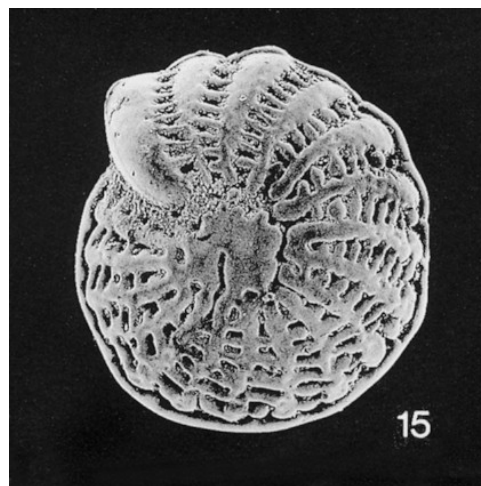
Elphidium crispum (Linne)



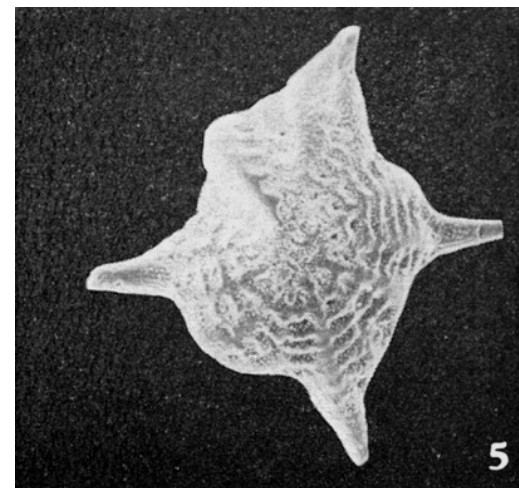
Elphidium aculeatum (d'Orb.)



Elphidium fichtelianum (d'Orb.)



Elphidium flexuosum (d'Orb.)

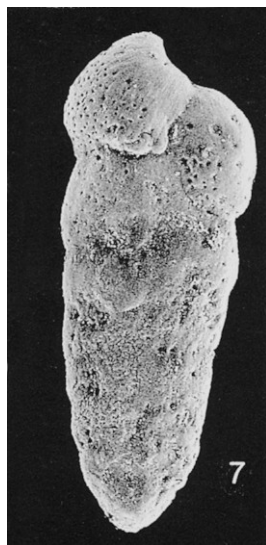


Elphidium reginum (Orb.)
dunajská pánev,
sarmat (Brestenská 1974)

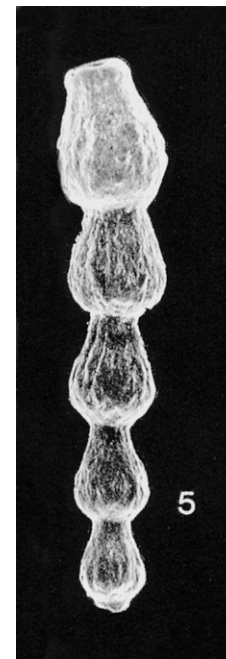
Další druhy elphidií (zóna B)



Sarmatiella prima Bogd.



Bolivina sarmatica Didk.
sarmat



Articulina sarmatica (Karrer)



Nubecularia tortonica Krash.

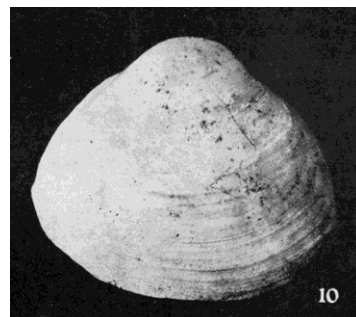
Ukázka foraminiferové fauny
sarmatu (endemické druhy
Paratethys)

Biostratigrafie sarmatu CP
podle měkkýšů

Významné druhy mlžů
jednotlivých zón

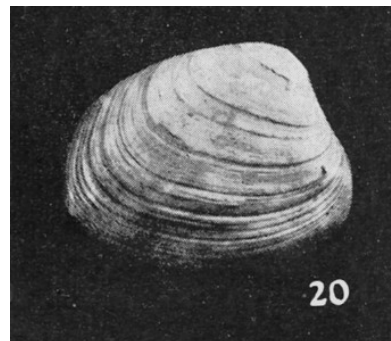
Maetra zóna

NARIS



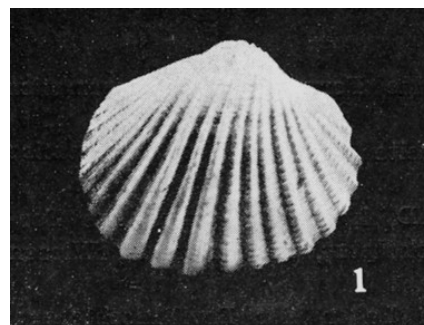
Maetra vitaliana pallasii (Baily)
Nexing, „maktrové vrstvy“,
sarmat (Papp 1974)

Ervilia zóna



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

Mohrensternia zóna



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

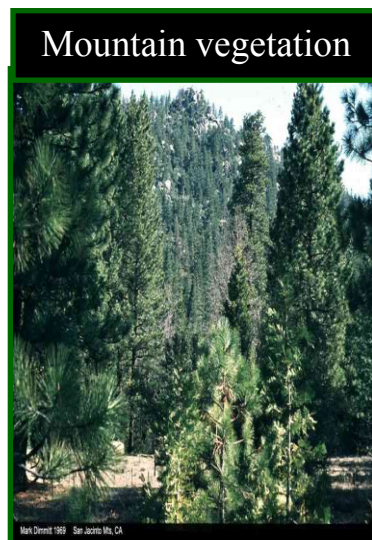
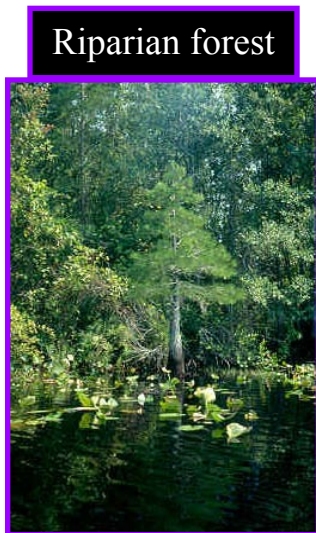
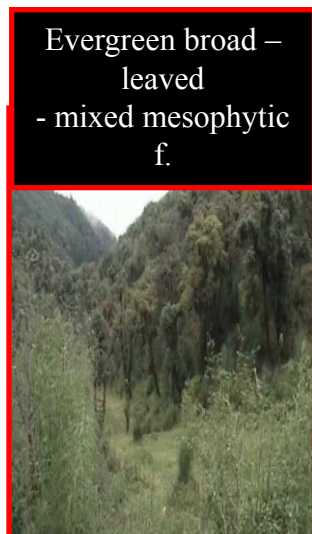
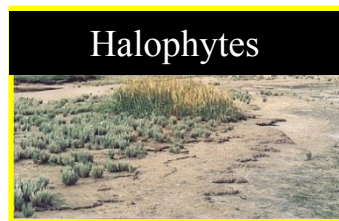
Middle Miocene – Late Badenian to Sarmatian



Pliopithecus

M. Antón
Middle Miocene

The Middle Miocene terrestrial and aquatic ecosystems confirm a subtropical climate (Miocene climatic optimum, Mi3 event) with some possible long term changes in humidity (Middle Badenian evaporate event). The terrestrial ecosystems support altitudinal and latitudinal differentiation during Badenian and Sarmatian. Marine ecosystems, especially the microfauna, allocate the influence of ice caps on the southern hemisphere from the Late Badenian.



Middle Miocene Climatic Data based on Pollen Spectra

Coexistence approach

Mean annual temperat. (MAT)	15,6 – 18,4 °C
Coldest month temperat. (CMT)	5,00-12,5°C
Warmest month temperat. (WMT)	24,7-27,9 °C
Mean annual precipitation (MAP)	1194,0 – 1520,0 mm
Wettest month precipitation (WtMP)	204,0 – 245,0 mm
Driest month precipitation (DMP)	21,0 – 37,0 mm
Warmest month precipitation (WtMP)	118,0 – 175,0mm

pannon

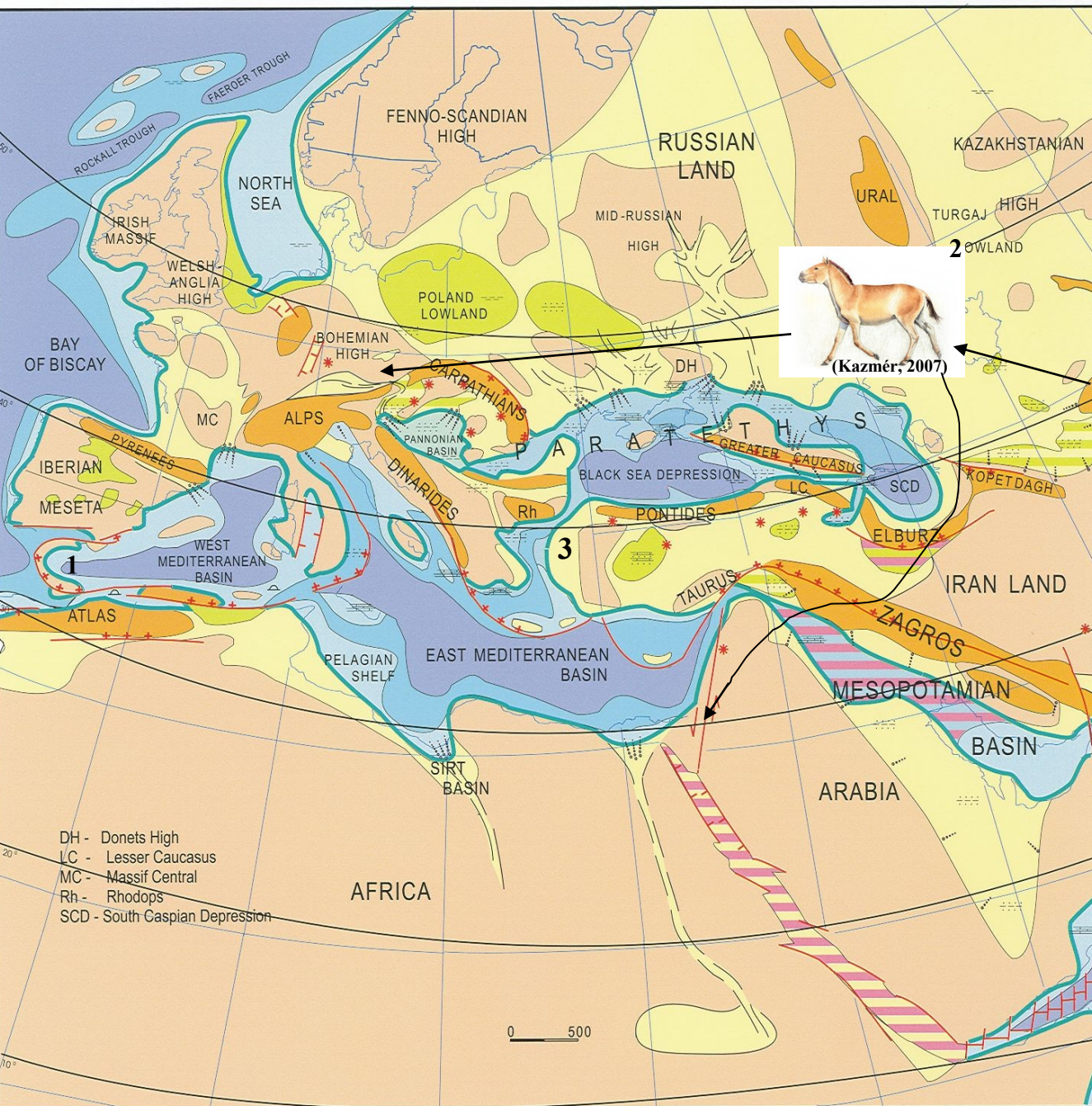
Výsledkem attické fáze orogeneze jsou zdvihy betické a maghrebské oblasti (1), které budou pokračovat a ovlivní situaci během messinu. Mediterrán má ještě normální salinitu.

Pokračuje evropská kontinentalizace, úplně končí sedimentace předalpské a předkarpatské oblasti.

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* (2) až do CP

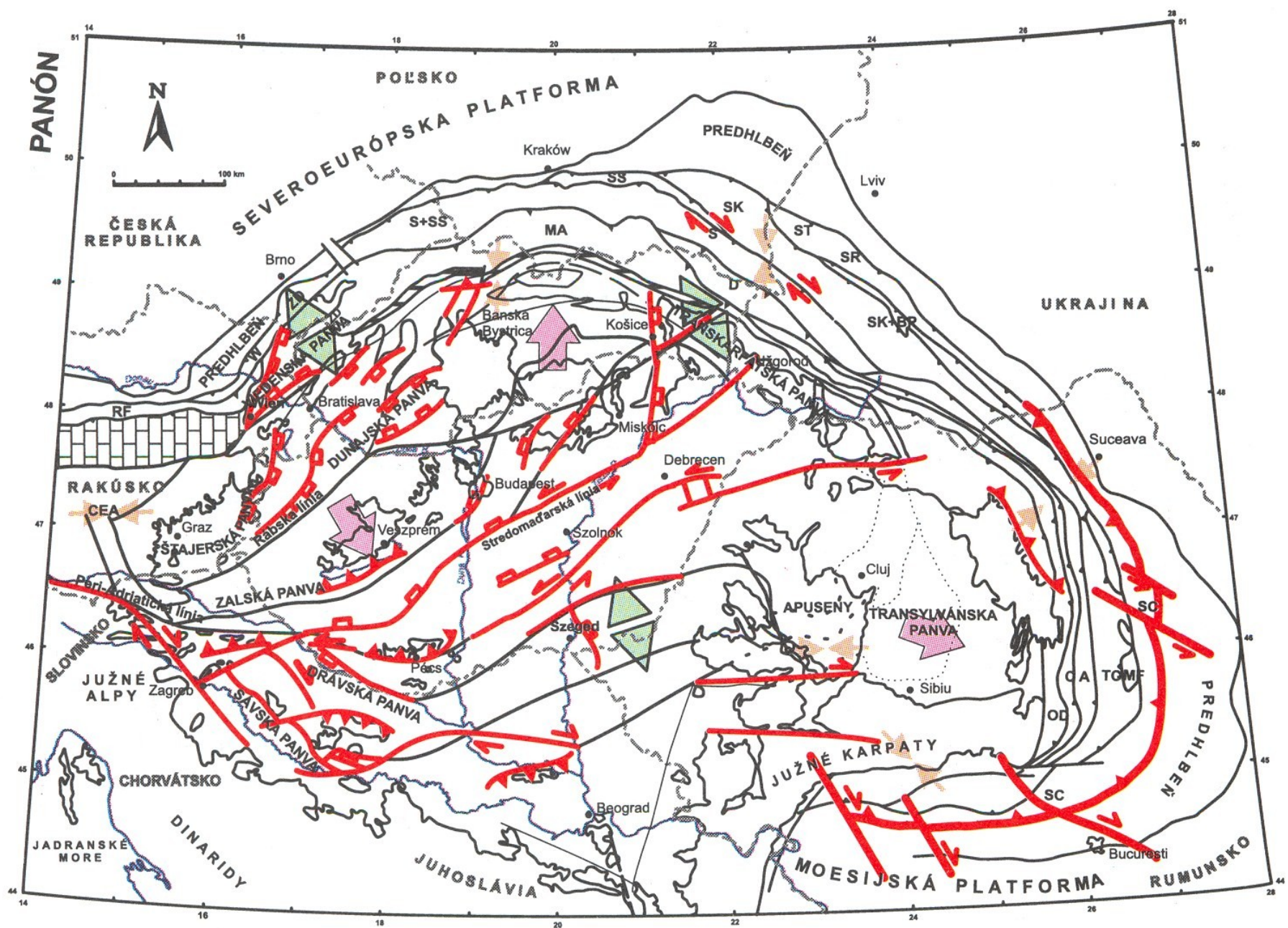
V pozdním chersonu je VP izolována (evapority v černomořské oblasti), v meotu obnovení komunikace s Medit. (3) a ingrese z egejského moře přes oblast Bosporu a Dardanel =>mixáž endemických a mediterránních faun





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. (1)

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.

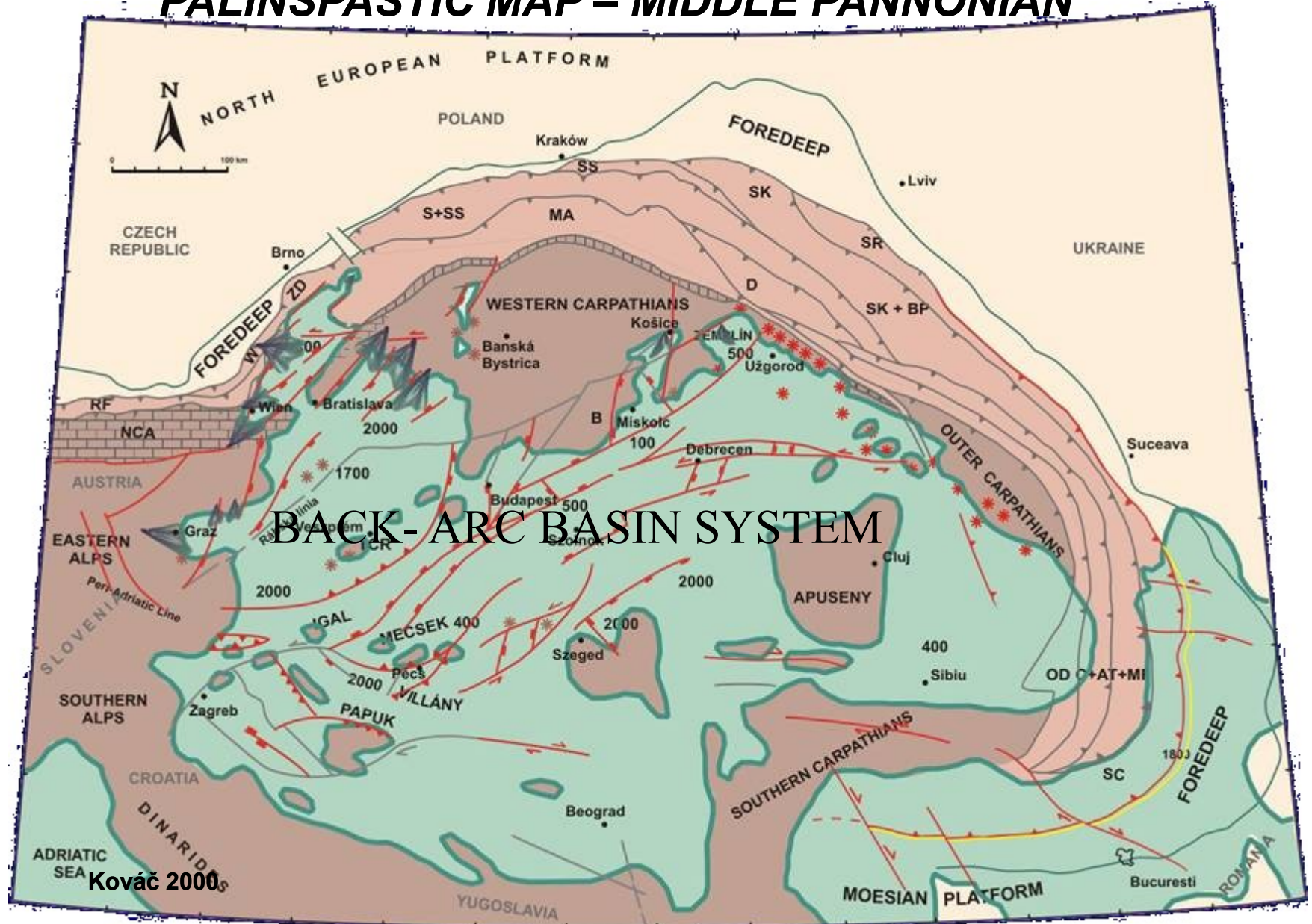
Ostracoda: *Candona*, *Caspiolla*, *Cyprideis*
Mollusca: *Congeria*, *Mytilopsis*,
Limnocardium, *Melanopsis*,
Theodoxus, *Viviparus*

Vp a Dp (1) byly vyplňovány deltami ze SZ a SV zvedajícími se Alpami a Karpaty

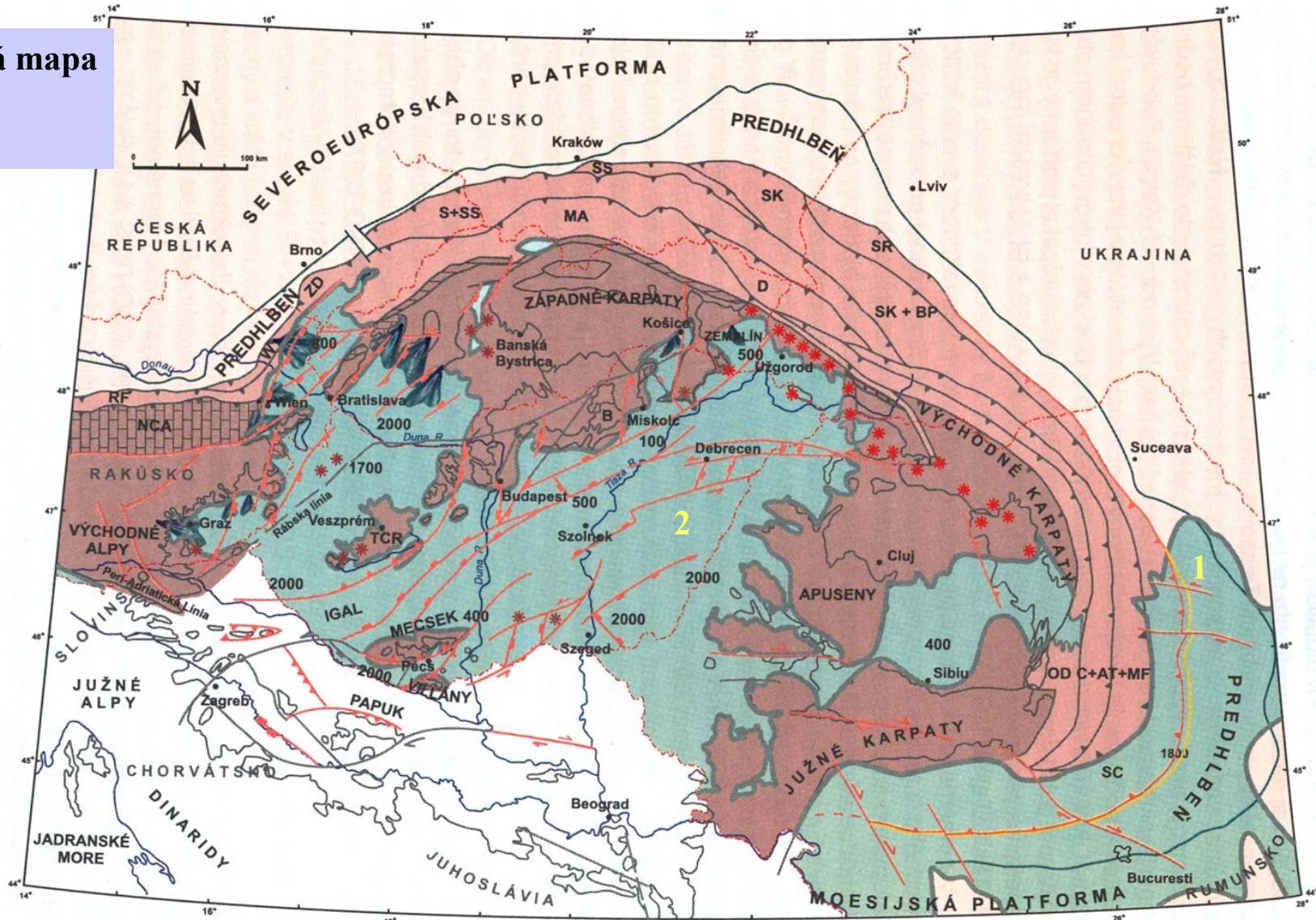
Vyslazování a změlčování je provázáno ukládáním kaustobiolitů (např. Vp)

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

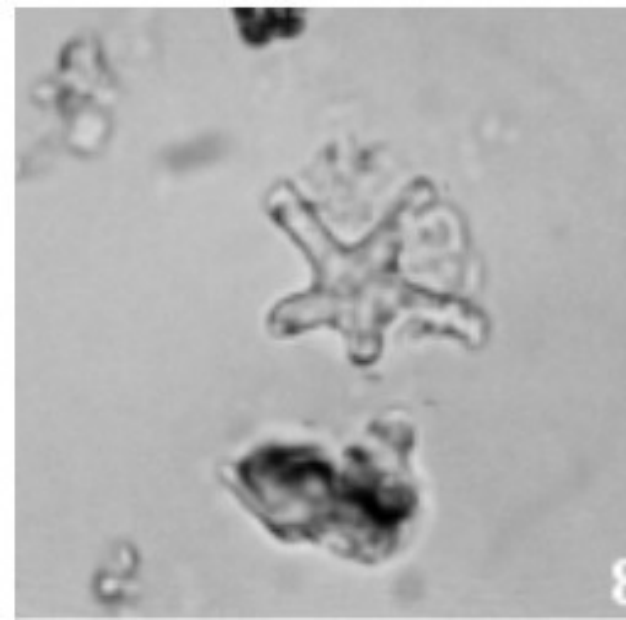
ALPINE - CARPATHIAN - PANNONIAN - DINARIDE REGION PALINSPASTIC MAP – MIDDLE PANNONIAN



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



- Viz:** - Západní a Východní Karpaty zcela na místě
 - zvěř sedimentace v předhlubni v Jižích Karpatech (Rumunsko - 1)
 - rozsáhlá vyslazená sedimentace v zaobloukové oblasti (Vp, Dp, Pp, Tp, - 2)



Discoaster hammatus

During the Late Miocene, the Central Paratethys brackish sedimentary environment gradually changed to a fresh water lake. In the Pannonian, in the back arc basin area, the Lake Pannon was filled by a huge amount of deltaic sediments. The deep water environment changed to a shallow water one, and alluvial plains represented majority of its territory until the end of the Late Miocene. The mountain ranges gained gradually features similar to present form.

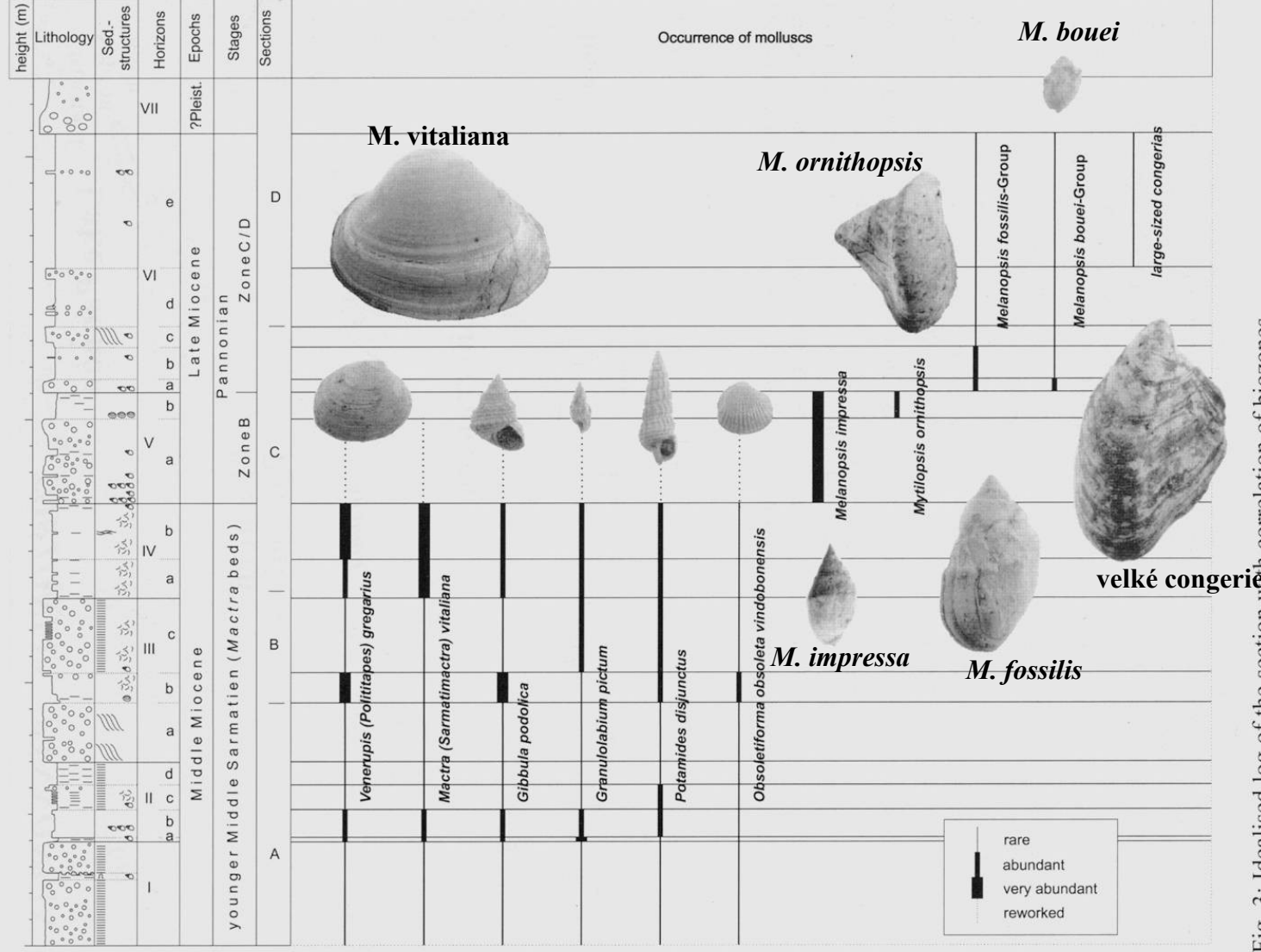


Fig. 3: Idealised log of the section with correlation of biozones.

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

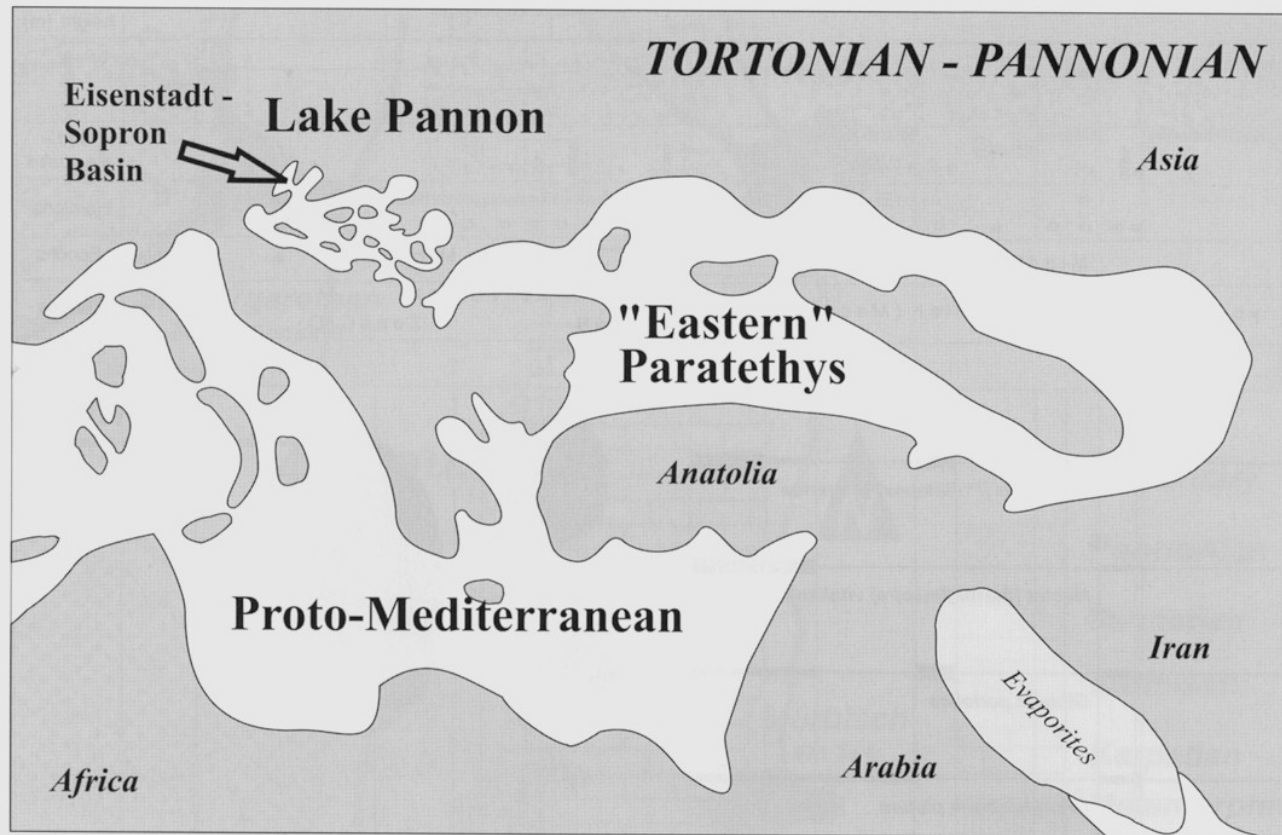


Fig. 4: Paleogeography of Lake Pannon, the Eastern Paratethys, and the Proto-Mediterranean during the Pannonian (after RÖGL, 1999)

LATE MIOCENE DELTA SYSTEMS OF THE VIENNA & DANUBE BASINS

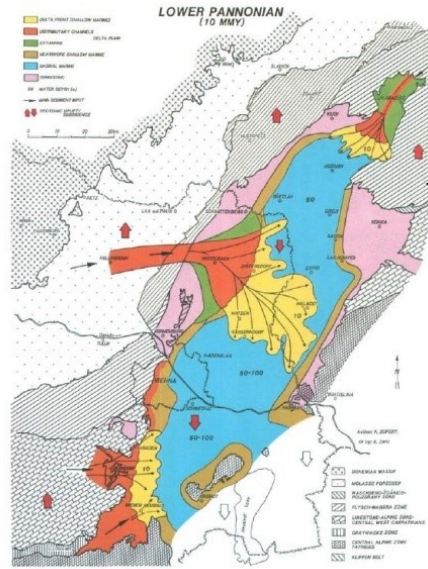
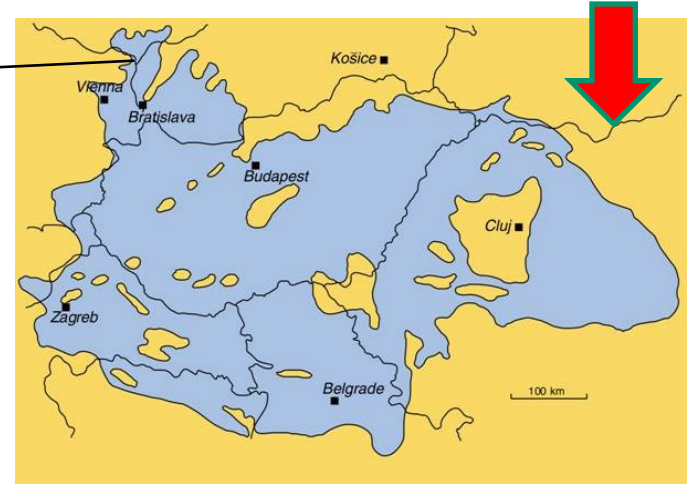
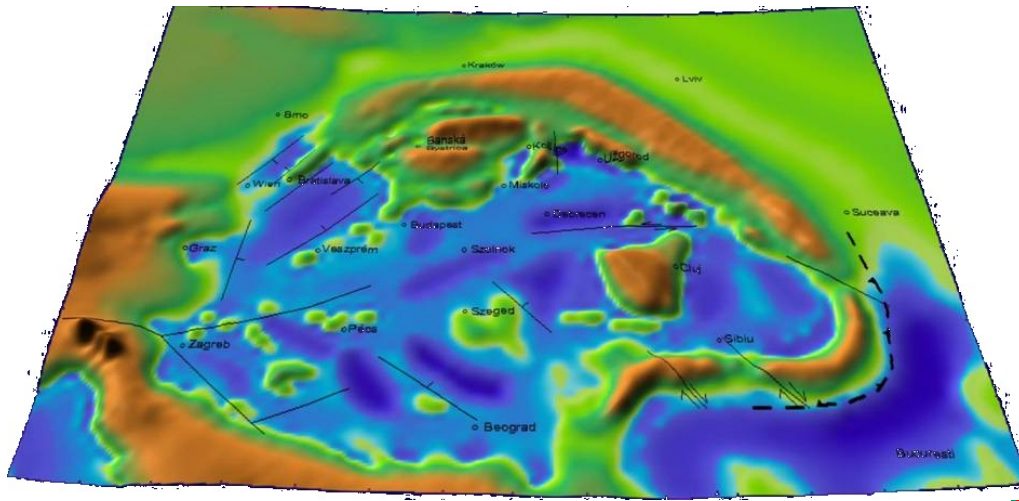
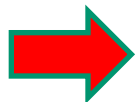


Fig. 14: Vienna Basin, Paleogeography and Facies in the Lower Pannonian (10 MY; P. SEIFERT).

Lake Pannon 10-9.5 Ma

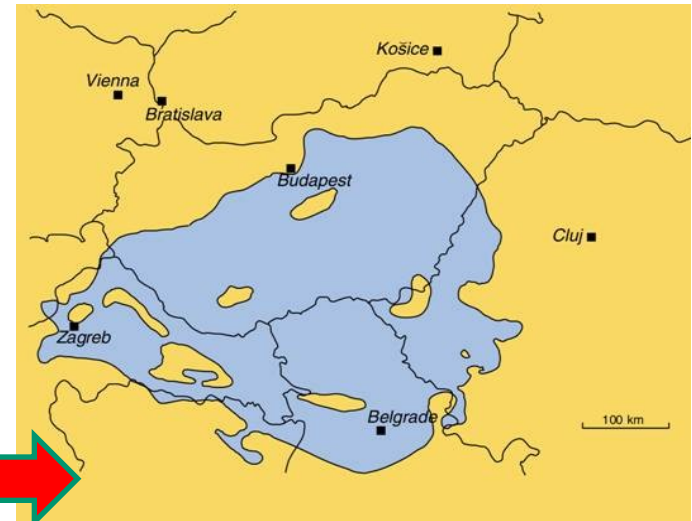


11.5-10 Ma



**ALPINE - CARPATHIAN - PANNONIAN – DINARIDE
REGION PALINSPASTIC MAP (DEM)
MIDDLE PANNONIAN**

9 Ma



Magyar et al., 1999

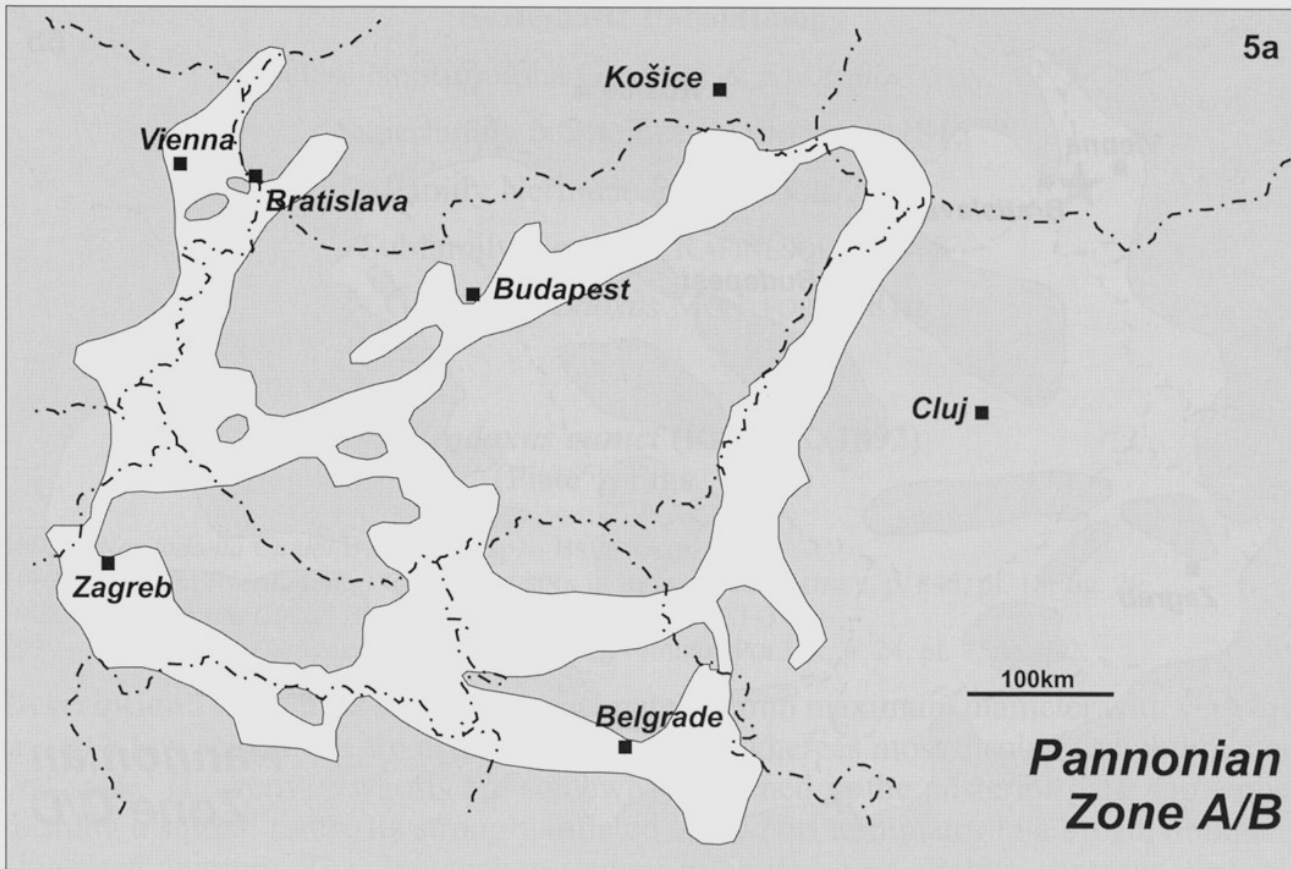


Fig. 5a: Paleogeography of Lake Pannon in 3 timeslices (after MAGYAR, GEARY & MÜLLER, 1999)

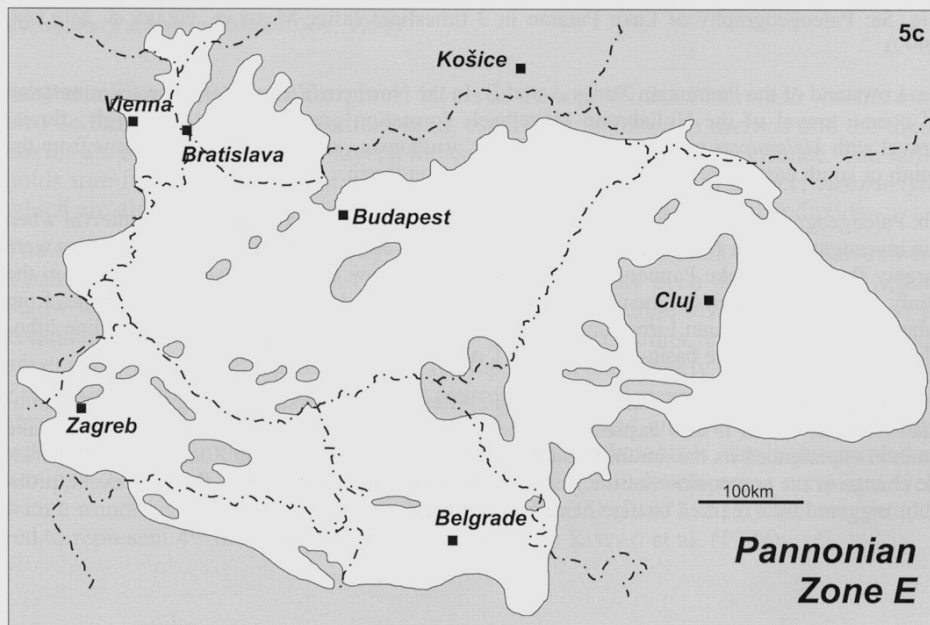
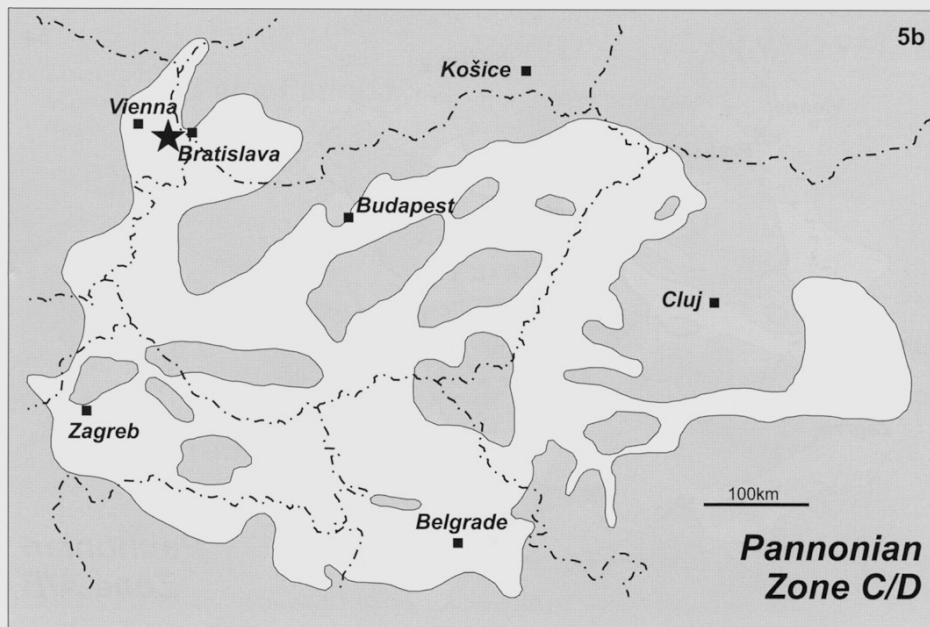
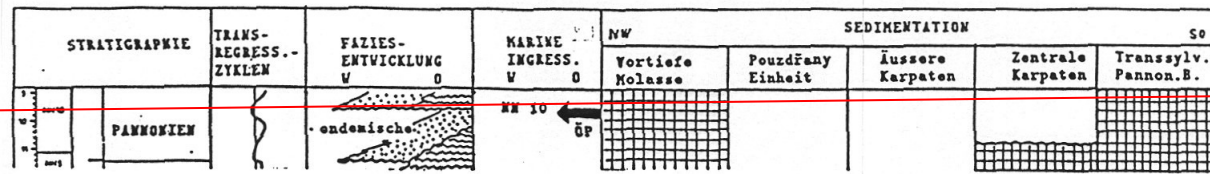


Fig. 5b-c (continued): Paleogeography of Lake Pannon in 3 timeslices (after MAGYAR, GEARY & MÜLLER, 1999)



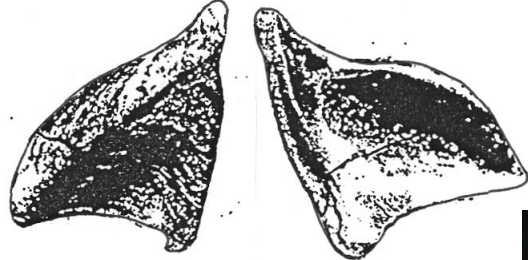
Melanopsis fossilis (M.-Gm.)



Limnocardium böcki (Hal.)



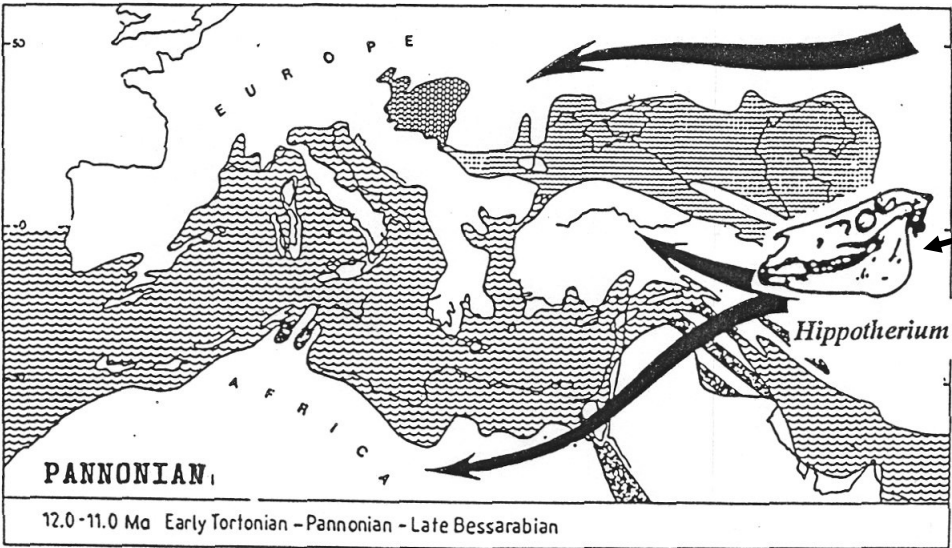
Carychium pachytilus Sandb.



Congeria unguilacaprae Mün.



Melanopsis fossilis Pannon B



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

Congeria subglobosa



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

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

(Foto NHM Wien)

Mytilopsis spathulata

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

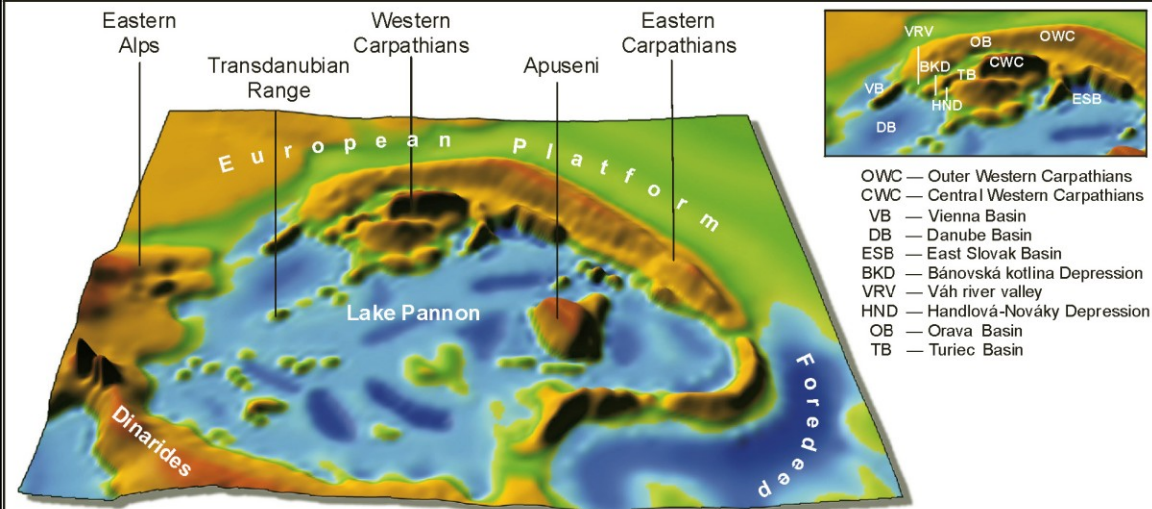
**Pannon B, Siegendorf
(Rakousko, Vp)**



Anhäufung von Schneckengehäusen
der Gattung *Melanopsis*
Fundort: Siegendorf

Melanopsis fossilis

Floristická situace a výškové poměry krajiny ve středním pannonu



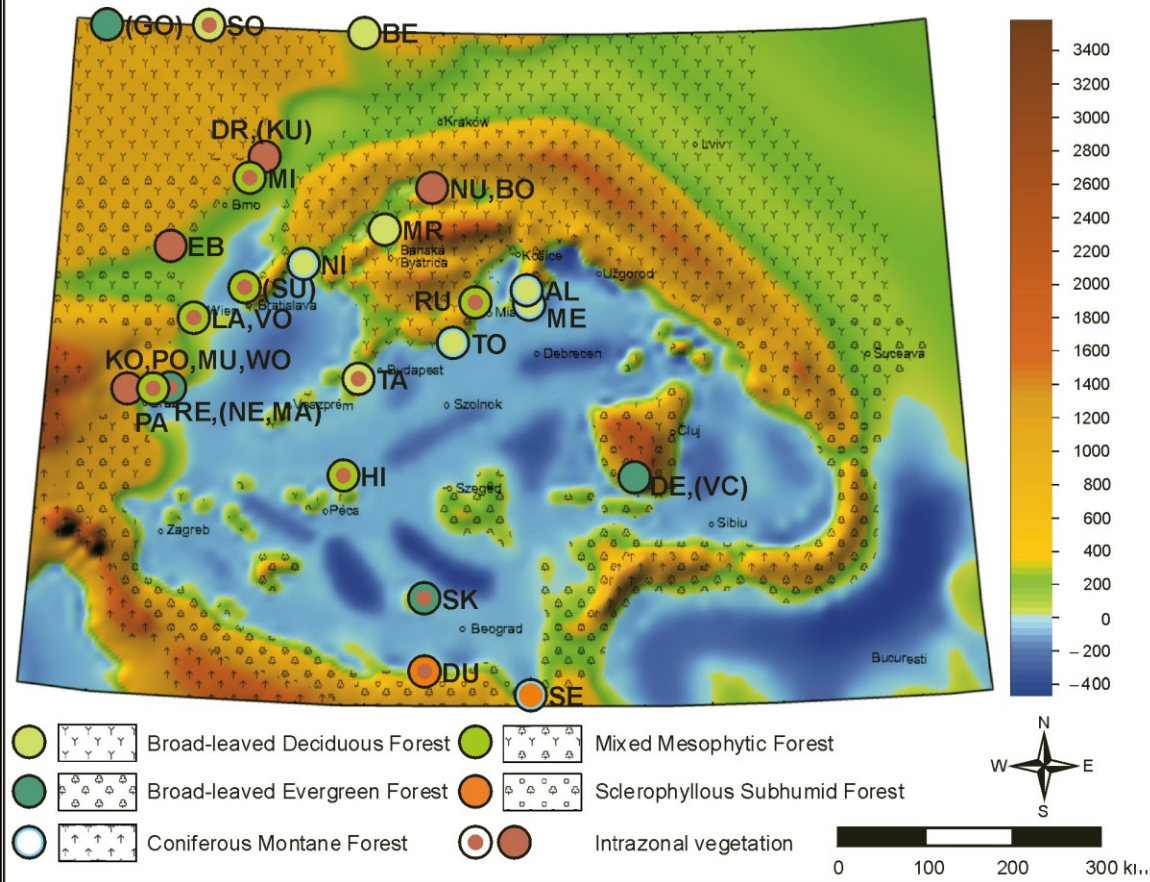
Teplejší mírné klima s odpovídající vegetací a sporadickými teplomilnými nebo stále zelenými prvky

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

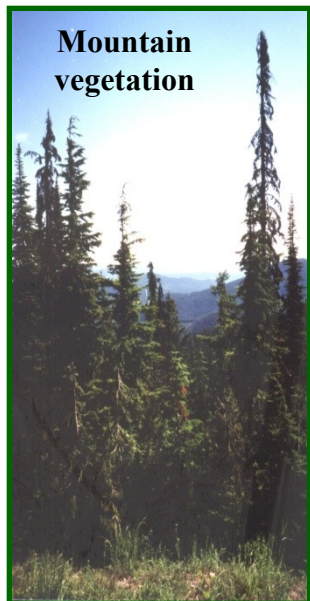
Dále se klima ochlazuje – nejchladnější měsíc cca -10 st. C, vysoká humidita snižuje dopad chladu

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)

The Late Miocene altitudinal zonation as well as the gradual retreat of the lake and swamp environment southeastwards, to distal parts of the Pannonian Basin, were confirmed by palaeobotanical data. This fact consequently caused a decrease in the number of humid biotopes in the Western Carpathians. Open woodland to grassland vegetation supported terrestrial fauna migration. The beginning of the seasonality, expressed mainly in the amount of precipitation throughout the year, was observed at end of the Pannonian and in Pontian time. Based on vegetation cover, a subtropical climate with gradual transition to warm temperate climatic conditions has been supposed.



Coexistence approach



Kováčová
&
Doláková, 2005



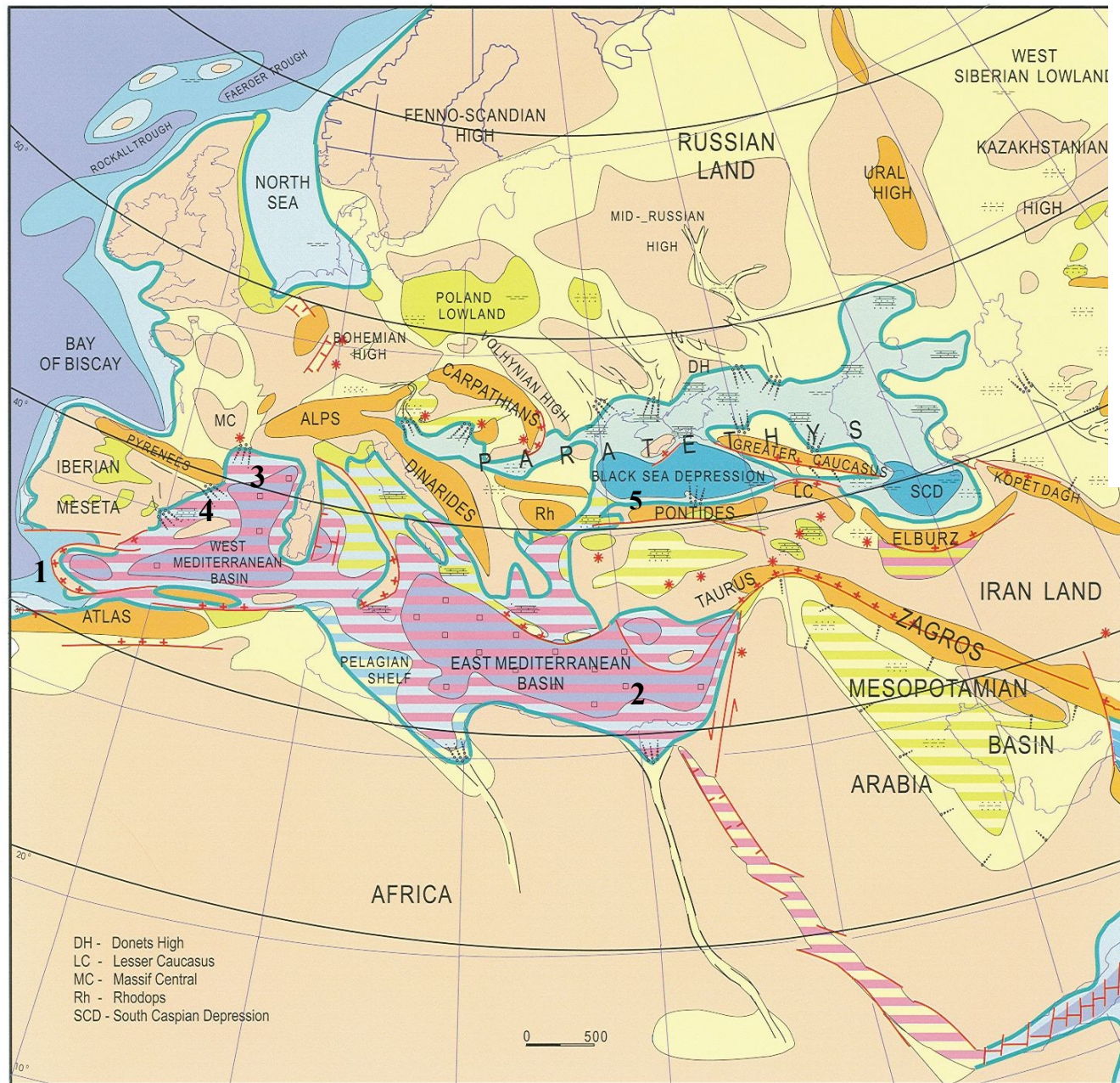
Late Miocene Climatic Data based on Pollen Spectra

Mean annual temperat. (MAT)	15,6 – 21,7°C
Coldest month temperat. (CMT)	5,0 -13,6°C
Warmest month temperat. (WMT)	13,8-27,9 °C
Mean annual precipitation (MAP)	373,0 – 1520,0 mm
Wettest month precipitation (WtMP)	73,0 – 245,0 mm
Driest month precipitation (DMP)	5,0 – 59,0 mm
Warmest month precipitation (WtMP)	27,0 – 227,0 mm

NN11

messin – nejvyšší pannon - pont

6,1 - 5,7 Ma



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)

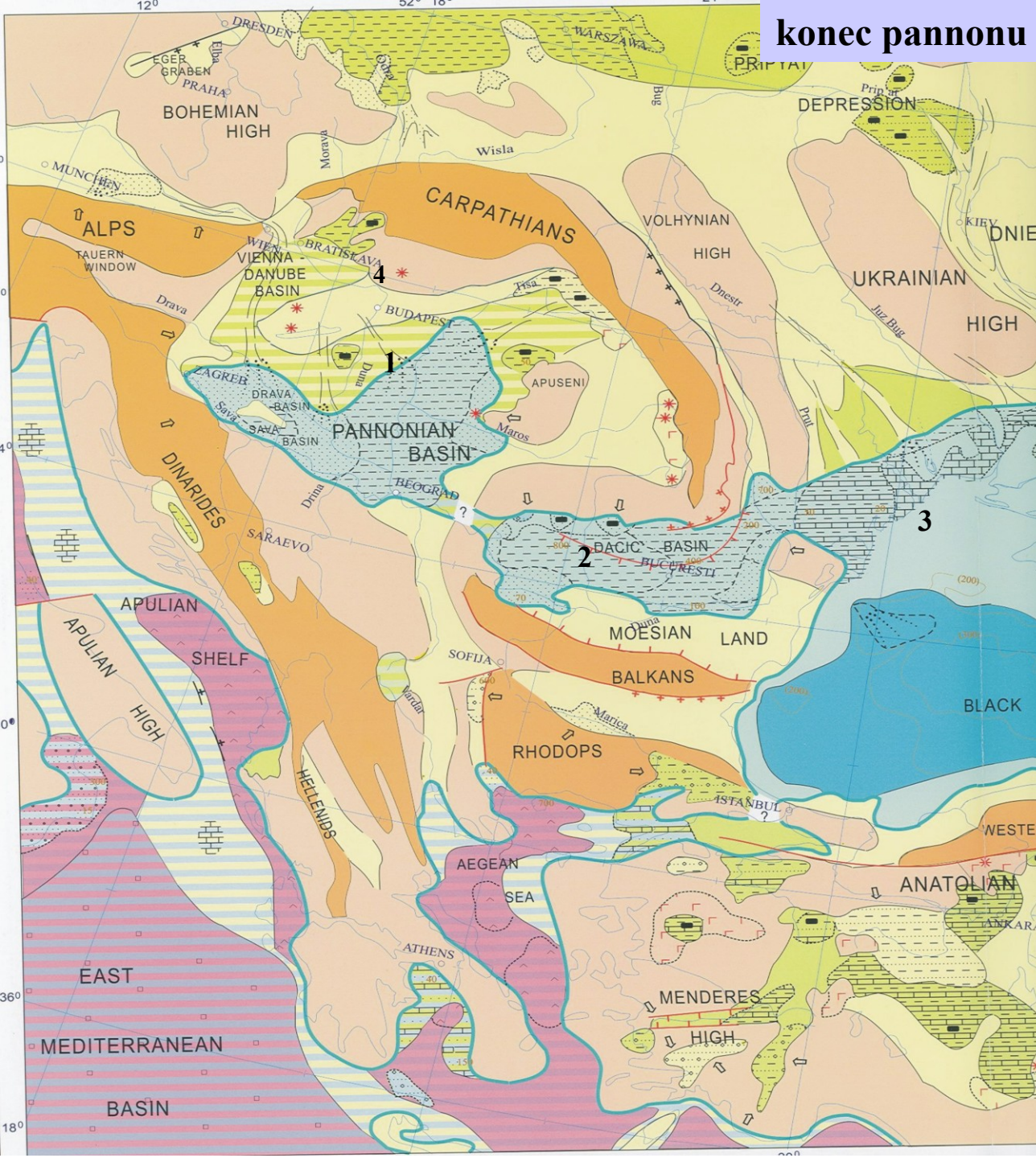
VP – pont je transgresivní směrem k V, salinita cca 5-8‰, mělkovodní poměry mimo černomořskou depresi (5)

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 (4 - 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

Late Miocene – Pannonian Vienna and Danube Basin



Major, in Fejfar 2000

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 => fluviální 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



roman

CP – Západokarpatský orogén se zvedá (především v pleistocénu), převládá tam komprese SZ-JV. Tento pohyb trvá dodnes (rychlost 1-2 mm/rok – Tatry, Povážský Inovec)

Extenzní režim pokračuje jen v zohorsko-plaveckém příkopu (Vp, 1) a ve střední části dunajské pánve (gabčíkovská a komjatická deprese, 2)

Celá oblast CP je suchou zemí, nastupuje dnešní odvodňovací systém Dunaje a recentní říční síť (Dunaj jižněji, 3)

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)