

RADIOMETRYCZNA SKALA WIEKOWA NEOGENU PARATETYDY

Dionýz Vass¹ & Kadosa Balogh²

¹ *Geologický Ústav D. Štura, Mlynská Dolina 1, 809 40 Bratislava, ČSSR*

² *Institute of Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, Bém tér 18/C, H-4001 Debrecén, Hungary*

Vass, D. & Balogh, K., 1986. Radiometryczna skala wiekowa neogenu Paratetydy. Radiometric time scale of the Paratethys Neogene. (In Polish, English summary.) *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 56: 375–384.

Abstract: The most recent version of the scale for the Paratethys Neogene is presented in the paper, based on 125 key radiometric ages. The lower boundary of Eggerian, which occurs within the Oligocene, has not been radiometrically dated. The boundary Eggerian/Eggenburgian is only approximately estimated at 22 Ma. The radiometric age of the boundary Eggenburgian/Ottnangian is 19 Ma, whereas the boundary Ottnangian/Karpathian has no reliable radiometric age. The boundaries between the younger stages are determined as follows: Karpathian/Badenian (i.e. Lower/Middle Miocene) at 16.5 ± 0.5 Ma, Badenian/Sarmatian at 13.6 ± 0.2 Ma, Sarmatian/Pannonian (i.e. Middle/Upper Miocene) at 11.0 ± 0.5 Ma, Pannonian/Pontian at 7.0 ± 0.5 Ma, Pontian/Dacian = Kimmerian at 5.6 ± 0.2 Ma (this boundary reveals age not much older than the boundary Miocene/Pliocene), Dacian/Romanian at 3.7 ± 0.1 Ma. The upper boundary of the Romanian is 1.8 Ma and it corresponds to the boundary Pliocene/Quaternary.

Key words: radiometric time scale, Neogene, Paratethys.

Manuscript received December 1985, accepted January 1986.

Abstrakt: Przedstawiona jest najnowsza wersja radiometrycznej skali wiekowej neogenu Paratetydy, oparta na 125 reperowych oznaczeniach. Spąg egeru, który znajduje się w obrębie oligocenu, nie był do tej pory datowany radiometrycznie. Granica eger/egenburg ustalona jest tylko w przybliżeniu na 22 Ma. Radiometryczny wiek granicy egenburg/otnang wynosi 19 Ma, natomiast granica otnang/karpat nie jest pewnie datowana. Granice młodszych pięter określone są następująco: karpat/baden (tj. dolny/środkowy miocen) na $16,5 \pm 0,5$ Ma, baden/sarmat na $13,6 \pm 0,2$ Ma, sarmat/panon (tj. środkowy/górny miocen) na $11,0 \pm 0,5$ Ma, panon/pont na $7,0 \pm 0,5$ Ma, pont/dak = kimer na $5,6 \pm 0,2$ Ma (przy czym granica ta jest niewiele starsza od granicy miocen/pliocen), dak/roman na $3,7 \pm 0,1$ Ma. Górna granica romanu wynosi 1,8 Ma i odpowiada granicy pliocen/czwartorzęd.

WSTĘP

Od końca oligocenu do końca miocenu Paratetyda była autonomiczną strefą, która obejmowała epikontynentalne morza rozciągające się od zapadliska przedgórskiego Zachodnich Alp aż do okolic dzisiejszego Jeziora Aralskiego. W ciągu miocenu ta strefa epikontynentalnych mórz była stopniowo oddzielana od Tetydy

wskutek dźwignania się łańcuchów Alp i Karpat (Laskarev, 1924). Paratetyda jest zazwyczaj dzielona na zachodnią, centralną i wschodnią (por. np. Seneš *et al.*, 1971; Fig. 1).

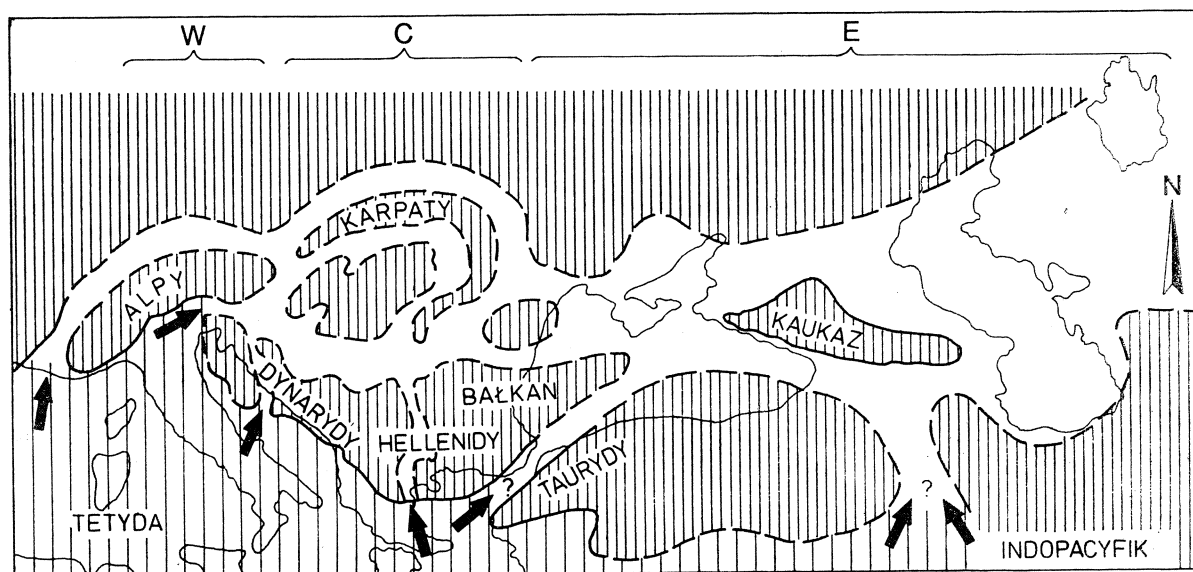


Fig. 1. Podział Paratetydy na zachodnią (W), centralną (C) i wschodnią (E) według Seneš *et al.* (1971). Gęsta szrafura — ląd, rzadka szrafura — Tetyda, bez szrafury — Paratetyda, strzałki — połączenia między morzami

Fig. 1. Division of Paratethys into western (W), central (C) and eastern (E) after Seneš *et al.* (1971). Dense hatching — land, spaced hatching — Tethys, no hatching — Paratethys, arrows — connections between seas

Podczas neogenu cechował Paratetydę odrębny w porównaniu z Tetydą rozwój biofajalny, istniały również znaczne, lokalne różnice rozwoju biofajalnego w obrębie Paratetydy. Było to przyczyną poważnych trudności, a także rozbieżności i nieporozumień w trakcie wiekowej i przestrzennej korelacji neogenu medyterańskiego i neogenu Paratetydy, jak też i przy korelacji neogenu centralnej i wschodniej Paratetydy. Znaczna część tych trudności, jakkolwiek jeszcze nie wszystkie, została pokonana w wyniku prac związanych z realizacją projektu IGCP nr 25 (Stratigraphic correlation of the Tethys-Paratethys Neogene) kierowanego przez J. Seneša z Bratysławy. Projekt ten był realizowany w ścisłej współpracy z RCMNS (Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy). Liczny zespół międzynarodowy rozwiązał postawiony problem wykorzystując różne metody biostratygraficzne (duże i małe otwornice planktoniczne i bentoniczne, nannoplankton wapienny, małżoraczki, silicoflagellata, radiolarie, okrzemki, sporomorfy, mięczaki, ssaki) oraz metody radiogeochronologiczne i magnetostratygraficzne.

Radiometryczna skala wiekowa neogenu Paratetydy odegrała poważną rolę w wiekowej i przestrzennej korelacji obszaru medyterańskiego i Paratetydy, a także korelacji neogenu centralnej i wschodniej Paratetydy. Skalę tę zaczęto tworzyć z końcem lat sześćdziesiątych, a pierwsze wyniki radiometrycznego datowania skał neogenu Paratetydy były prezentowane na kolokwium w Budapeszcie w 1969 r.,

odbyłym z okazji 100-lecia Węgierskiego Instytutu Geologicznego (Vass *et al.*, 1971). Pierwsza wersja skali, oparta na 11 reperowych oznaczeniach, przedstawiona została na piątym Kongresie RCMNS w Lyonie w 1971 r. (Bagdasarjan & Vass, 1974). Druga wersja, oparta na 43 oznaczeniach, była przedstawiona na szóstym Kongresie RCMNS w Bratysławie w 1975 r. (Vass & Bagdasarjan, 1978). Ostatnia, najpełniejsza wersja, oparta na 125 oznaczeniach, która podana jest w niniejszym artykule, przedstawiona była na ósmym Kongresie RCMNS w Budapeszcie w 1985 r. (Vass *et al.*, w druku).

KONSTRUKCJA SKALI

Do konstrukcji radiometrycznej skali wiekowej neogenu Paratetydy (Tabela 1) jako dane reperowe użyte zostały radiometryczne oznaczenia wieku skał wulkanicznych, które występują w różnych częściach centralnej Paratetydy, tj. w Zachodnich Karpatach (Czechosłowacja), Wschodnich Karpatach (Zakarpacie w ZSRR), basenie panońskim (Węgry), basenie Grazu (Austria), basenie transylwańskim i sąsiednich pogórzach wulkanicznych (Rumunia), a także w różnych częściach wschodniej Paratetydy (ZSRR: Gruzja, Armenia, Mołdawia, Kercz, Taman w Kaukazie). Pozycja wszystkich skał wulkanicznych datowanych radiometrycznie została określona w biostratygraficznych badaniach szczątków organizmów zawartych w osadach, wśród których występują datowane wulkanity.

Datowania radiometryczne wykonywane były metodą potasowo-argonową oraz metodą trakową. Wykonane one zostały w następujących laboratoriach: Erywań (G. P. Bagdasarjan), Debreczyn (K. Balogh), Hannover (H. Kreutzer), Tbilisi (M. M. Rubinstein), Bratysława (I. Repčok — metoda trakowa, J. Kantor — metoda K-Ar), Heidelberg (J. Lippold), Lwów (O. Con), Bukareszt (M. Sorciu), Moskwa (S. S. Ganzej).

Niekiedy ta sama skała była datowana w dwóch różnych laboratoriach, bądź tą samą metodą, bądź różnymi metodami (por. Tabela 2). Różnice między uzyskanymi w ten sposób wynikami były niewielkie. Jedynie w przypadku bazaltu z Podrečan różnica była stosunkowo duża (ale jeden z wyników uzyskany był metodą izochronową), a w trzech przypadkach była umiarkowana, tj. mniejsza lub nieznacznie większa od 3%.

Dominująca część datowań wykonana była metodą potasowo-argonową. W pracach oryginalnych, z których do konstrukcji skali zaczerpnięto datowania reperowe, podane są wartości liczbowe wyliczone przy użyciu różnych stałych rozpadu (np. w laboratoriach w ZSRR przy użyciu $\lambda_K = 0,557 \cdot 10^{-10} \text{ rok}^{-1}$, a w laboratoriach krajów zachodnich przy użyciu $\lambda_K = 0,584 \cdot 10^{-10} \text{ rok}^{-1}$). Dlatego też radiometryczne określenia wieku uzyskane metodą K-Ar i zastosowane do konstrukcji skali (Tabela 1) zostały wyliczone lub przeliczone przy użyciu stałych rozpadu i częstości atomowej ^{40}K (por. Garner *et al.*, 1976): $\lambda_K = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ rok}^{-1}$, $\lambda_\beta = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ rok}^{-1}$, $^{40}\text{K} = (\text{częstość atomowa}) 0,01167\%$.

Dla egeru brak jest do tej pory radiometrycznych oznaczeń. Granica eger/egen-

Tabela — Table 1

Radiometryczna skala wiekowa neogenu Paratetydy i korelacja z innymi skalami
Radiometric time scale of the Paratethys Neogene and correlation with other scales

Ma	A		B		C		D		Ma		
	PIĘTRA CHRONOSTRATYGRAFICZNE NEOGENU CENTRALNEJ PARATETYDY	PRZEDZIAŁ WIEKU I LICZBA OZNACZEŃ	CHRONY	POLARYZACJA MAGNET. MAGNETIC POLARITY	EPOKI MAGNETYCZNE MAGNETIC EPOCHS	BLOW 1969	MARTINI 1970-71	ANOMALIA ANOMALY		CHRONY CHRONY	BLOW 1969
	CHRONOSTRATIGRAPHIC STAGES OF CENTRAL PARATETHYS NEOGENE	RANGE AND NUMBER OF RADIOMETRIC AGES									
0				BRUNHES	1			1	1	N 23	NN 20
1	CZWARTORZĘD QUATERNARY			1r	1			2	2	N 22	NN 19
2				2r				2	2	N 21	NN 18
3	ROMAN ROMANIAN	1,87 - 2,55	1 + 2	GAUSS 2A				3	3	N 20	NN 16
4				2Ar				3	3	N 19	NN 15
5	DAK DACIAN	4,25	1	3				4	4	N 18	NN 12
6				3r				5	5	N 17	NN 11
7	PONT PONTIAN	6,19 - 7,15 8,0	3	3Ar				6	6	N 16	NN 10
8				3Br				7	7	N 15	NN 9
9	PANON PANNONIAN	7,14 - 11,6	7 + 15	4				8	8	N 14	NN 8
10				4r				9	9	N 13	NN 7
11				4Ar				10	10	N 12	NN 6
12				5				11	11	N 11	NN 5
13	GRN. / UPP. SARMAT	10,9 - 12,3 11,5 - 12,8	3 + 14	5r				12	12	N 10	NN 4
14	ŚROD. / MID. SARMATIAN	11,1 - 13,3	17 + 1	5A				13	13	N 9	NN 3
15	DOL. / LOW. SARMATIAN	12,2 - 14,2	4 + 22	5Ar				14	14	N 8	NN 2
16				5AAr				15	15	N 7	NN 1
17	GRN. / UPP. BADEN	14,3 - 15,4	5 + 1	5ABr				16	16	N 6	NN 0
18	ŚROD. / MID. BADENIAN	15,6 - 16,9	9 + 9	5ACr				17	17	N 5	NN 0
19	DOL. / LOW. BADENIAN	16,2 - 16,4	2	5ADr				18	18	N 4	NN 0
20	KARPAT / KARPATIAN	16,2 - 16,4	2	5B				19	19	N 3	NN 0
21	OTNANG OTTNANGIAN	19,5 - 20,1	4	5Br				20	20	N 2	NN 0
22				5C				21	21	N 1	NN 0
23	EGENBURG EGENBURGIAN	20,6	1	5Cr				22	22	N 0	NN 0
24				6				23	23	N 0	NN 0
25	EGER EGERIAN			(6)				24	24	N 0	NN 0
				6r				25	25	N 0	NN 0
				6A							
				6AAr							
				6Br							
				6C							
				6Cr							

* AGES TAKEN FROM VASS & BAGDASARIAN 1978

* OZNACZENIA Z PRACY VASS & BAGDASARIAN 1978

** AGES IN VASS ET AL 1985

** OZNACZENIA Z PRACY VASS ET AL 1985

A — skala radiometryczna zestawiona przez autorów, B — skala magnetostratygraficzna (według: Harland *et al.*, 1982), C — skala wiekowa (według: Rögl & Steininger, 1983), D — skala wiekowa (według: Berggren *et al.*, 1985)

A — radiometric time scale compiled by the authors, B — magnetostratigraphic scale by Harland *et al.* (1982), C — time scale by Rögl & Steininger (1983), D — time scale by Berggren *et al.* (1985)

Tabela — Table 2

Porównanie wieku radiometrycznego tej samej skały oznaczonych w dwóch laboratoriach przy użyciu tej samej metody lub dwóch różnych metod

Comparison of radiometric ages of the same rock obtained in two laboratories using the same method or two different methods

Laboratorium Laboratory	Skała (stanowisko) Rock (locality)	Metoda Method	Wiek radiometryczny Radiometric age (Ma)	Różnica Difference (Ma)
Heidelberg	Bazalt — basalt (Weitendorf, Austria)	K-Ar	15,2 ± 0,9	0,8
Erivan		K-Ar	16,0 ± 0,3	
Hannover	Andezyt — andesite (Žehňa, ČSSR)	K-Ar	12,15	0,05
Erivan		K-Ar	12,20	
Hannover	Andezyt — andesite (Ruskov, ČSSR)	K-Ar	13,6 ± 1	1,15
Erivan		K-Ar	12,45	
Bratislava	Szkło wulkaniczne — volcanic glass (Vinicky, ČSSR)	F.T.	11,1 ± 0,8	0,3
Erivan		K-Ar	11,4 ± 0,4	
Bratislava	Fragmenty andezytu w wulkanoklastykach — andesite fragments in volcanoclastics (Kamenica n/Hronom, ČSSR)	F.T.	15,2 ± 1,2	0,5
Erivan		K-Ar	15,7 ± 1,7	
Bratislava		K-Ar	7,15 ± 0,23	0,96
Debrecen		K-Ar isoch.	6,19 ± 0,43	

F.T. — metoda trakowa, fission-track method.

burg wyznaczona została jedynie w przybliżeniu na 22 Ma. Dla egenburgu dysponowano jedynie jednym wiekiem radiometrycznym $20,6 \pm 0,5$ Ma.

Należy tu wspomnieć, że Nowak *et al.* (1985) podali radiometryczny wiek $20,5 \pm 0,9$ Ma tufu, który występuje w górnych warstwach krośnieńskich jednostki śląskiej zewnętrznych Karpat Zachodnich; według schematu korelacyjnego tych autorów tuf ten należy do dolnego burdygału. Zgodnie z korelacją burdygału i egenburgu (patrz np. Rögl & Steininger, 1983) tuf ten należy do egenburgu.

Grupa czterech radiometrycznych datowań o zakresie od 19,5 do 20,1 Ma pochodzi z pobliża granicy egenburg/otnang. Granica ta została określona liczbowo na 19 Ma.

Brak jest wiarygodnych datowań radiometrycznych dla otnangu* i karpatu, z wyjątkiem dwóch, które dotyczą górnej części karpatu ($16,2 \pm 1,2$ Ma i $16,4 \pm 1,1$ Ma).

Do tej pory brak jest radiometrycznych oznaczeń, które mogłyby pozwolić na bezpośrednie, liczbowe określenie granicy otnang/karpat.

Rögl i Steininger (1983) ustalili wprawdzie tę granicę na 17,5 Ma, ale budzi to poważne zastrzeżenia. Jeżeli bowiem przyjmiemy zgodnie z tym czas trwania karpatu 1 Ma (tj. od 17,5 do 16,5 Ma), to w konsekwencji okaże się, że wyliczone tempo sedimentacji osadów karpatu jest wyjątkowo duże we wszystkich basenach molasowych zapadliska przedgórskiego Karpat Zachodnich (np. w przypadku basenu wiedeńskiego aż do 22 cm/100 lat, Vass & Čech, w druku). Jednocześnie jednak brak jest innych przesłanek wskazujących na aktywność geodynamiczną podczas karpatu. Podkreślić trzeba, że liczbowe określenie wieku stropu karpatu wynika ze sporej liczby oznaczeń radiometrycznych, dotyczących zwłaszcza skał wulkanicznych z dolnego badenu. Ponieważ z drugiej strony brak jest reperowych oznaczeń z pobliża granicy otnang/karpat, przeto zarzut dotyczący błędnego ustalenia czasu trwania karpatu odnosi się przede wszystkim do liczbowej wartości granicy otnang/karpat (tj. 17,5 Ma).

Dolny baden datowany jest 18 reperowymi oznaczeniami o zakresie od 15,6 do 16,9 Ma. Liczbowo granica karpat/baden ustalona została na $16,5 \pm 0,5$ Ma, a granica dolny/środkowy baden na 15,5 Ma. Podkreślić jednak należy, że dotychczas brak jest radiometrycznych oznaczeń dla środkowego badenu.

J. Kral (informacja ustna, 1985) datował riolitowy tufit z Wieliczki występujący w „poziomie I-WT₁” (oznaczenie według E. Łuczowskiej, która próbę pobrała). Wiek tufu wynosi $15,0 \pm 3,5$ Ma, co w skali autorów (por. Tabela 1) odpowiada środkowemu badenowi. Jednakowoż ten radiometryczny wiek trzeba przyjmować z odpowiednią rezerwą ze względu na duży przedział niepewności ($\pm 3,5$ Ma). Radiometryczne oznaczenia wieku tufów środkowego badenu z okolic Bochni, Chodenic i Chełmu, które mieszczą się w przedziale od $11,9 \pm 0,8$ Ma do $12,0 \pm 0,8$ Ma (Nowak *et al.*, 1985) uznać trzeba za nierealne, bowiem swymi wartościami liczbowymi odpowiadają one środkowemu i górnemu sarmatowi.

Górny baden jest radiometrycznie datowany 6 oznaczeniami o zakresie od 14,5 do 15,4 Ma. Granica środkowy/górny baden została liczbowo ustalona na 15,0 Ma.

Dolny sarmat datowany jest 26 oznaczeniami o zakresie od 12,2 do 14,2 Ma. Na podstawie tych oznaczeń, jak i reperowych oznaczeń z górnego badenu, granica baden/sarmat została ustalona na $13,6 \pm 0,2$ Ma. 17 oznaczeń o zakresie od 11,1 do 13,3 Ma dotyczy górnej części dolnego sarmatu i dolnej części środkowego sarmatu, 3 oznaczenia o zakresie od 11,5 do 12,8 Ma dotyczą górnej części środkowego sarmatu i dolnej części górnego sarmatu, zaś jedno (12,24 Ma) dotyczy środkowego sarmatu. Na podstawie wszystkich oznaczeń ustalono liczbowo granice: dolny/środkowy sarmat na 12,7 Ma, środkowy/górny sarmat na 12,0 Ma.

* Do otnangu lub górnego egenburgu należy prawdopodobnie tuf z górnych warstw krośnieńskich jednostki skolskiej zewnętrznych Karpat Zachodnich; jego wiek radiometryczny wynosi $18,4 \pm 1$ Ma i zdaniem Nowaka *et al.* (1985) wskazuje na wyższą część burdygału. W tej samej jednostce, ale w wyższej pozycji stratygraficznej (górną burdygał, tj. karpat?) występuje tuf, którego wiek radiometryczny wynosi $15,6 \pm 1,1$ Ma. Zdaniem autorów niniejszej pracy ten wiek radiometryczny jest niezgodny z biostratygraficznym. Tylko przy uwzględnieniu przedziału niepewności oznaczenia i dodaniu 1,1 Ma uzyskuje się datę 16,7 Ma, która mieści się w czasowym interwale karpatu na prezentowanej skali (por. Tabela 1).

Granica sarmat/panon została liczbowo ustalona na $11 \pm 0,5$ Ma. W sąsiedztwie tej granicy dysponowano 14 oznaczeniami radiometrycznymi o zakresie od 10,9 do 12,3 Ma, dotyczącymi skał wulkanicznych lub syngenetycznych minerałów pochodzenia wulkanicznego. Sam panon był datowany 15 oznaczeniami o zakresie od 11,6 do 7,14 Ma.

Jedno oznaczenie pochodzi z sąsiedztwa granicy panon/pont (8,0 Ma), sam zaś pont jest datowany trzema oznaczeniami (6,19 do 7,15 Ma). Dak jest dotychczas datowany tylko jednym oznaczeniem (4,25 Ma), a roman trzema oznaczeniami (1,87 do 2,55 Ma). Przy liczbowym ustalaniu granic pięter górnego miocenu i pliocenu uwzględniono zarówno oznaczenia radiometryczne, jak i wyniki badań magneto-

Tabela — Table 3

Korelacja górnego miocenu i pliocenu centralnej i wschodniej Paratetydy na podstawie oznaczeń radiometrycznych

Correlation of Upper Miocene and Pliocene of Central and Eastern Paratethys based on radiometric ages

Centralna Paratetyda Central Paratethys		Wschodnia Paratetyda Eastern Paratethys	
Piętro Stage	Wiek radiometryczny Radiometric ages [Ma]	Piętro Stage	Wiek radiometryczny Radiometric ages [Ma]
Roman Romanian		Akczagyl Aktschagylan	1.87—2.55
Dak Dacian	4.25	Kimer Kimmerian	
Pont Pontian	6.19; 7.15	Pont Pontian	7.07
		Meot Meotian	11.18
Panon Pannonian	7.8—11.8	Cherson Chersonian	7.14
		Górny Upper	
		Besarab Bessarabian	
Sarmat* Sarmatian*	11.5 —13.95	Dolny Lower	12.24
		Wołyń Volhynian	11.54—13.75

* *sensu* Suess (1866)

stratygraficznych (Andreescu, 1981; Siemienienco & Piewzner, 1979). Granica panon/pont ustalona została na $7,0 \pm 0,5$ Ma, pont/dak na $5,6 \pm 0,2$ Ma, a dak/roman na $3,7 \pm 0,1$ Ma.

Strop pliocenu, tj. strop romanu, został liczbowo ustalony na 1,8 Ma zgodnie z radiometrycznymi i magnetostratygraficznymi danymi z granicy pliocen/czwartorzęd, pochodzącymi zarówno z obszaru medyterańskiego, jak i z obszaru Paratetydy.

UWAGI KOŃCOWE

Radiometryczna skala wiekowa neogenu Paratetydy pozwala określić, jakkolwiek z różnym stopniem dokładności, interwały czasowe poszczególnych pięter i podpięter. Umożliwia ona kontrolę korelacji biozon definiowanych na podstawie różnych zespołów organizmów, a także kontrolę poprawności korelacji pięter wydzielonych w różnych częściach Paratetydy, które cechuje różny rozwój bio-facjalny. Przykładem takiego zastosowania skali (w powiązaniu z oznaczeniami magnetostratygraficznymi) może być korelacja pięter górnego miocenu i pliocenu wydzielonych w centralnej i wschodniej części Paratetydy (Tabela 3).

Skala umożliwia chronologiczne uporządkowanie przejawów wulkanizmu i pozwala na powiązanie procesów wulkanizmu, diastrofizmu sedymentacji. Wynikające ze skali dane liczbowe stanowią podstawę do obliczeń tempa sedymentacji i tempa subsydencji; przykładów takich obliczeń dostarczają prace Birkenmajera (1978) oraz Vassa i Čecha (1983 i w druku). Obliczenia te mają istotne znaczenie dla rozważań na temat rozwoju poszczególnych basenów sedymentacyjnych istniejących na obszarze Paratetydy.

LITERATURA CYTOWANA — REFERENCES

- Andreescu, I., 1981. Middle-Upper Neogene and Early Quaternary chronostratigraphy from the Dacic Basin and correlations with neighbouring areas. *Ann. Geol. Pays Hellen (hors ser.)*, 4 (2): 129–138.
- Bagdasarjan, G. P. & Vass, D., 1974. Contribution à l'étude géochronologique du Miocène de la Paratethys Centrale. *Mem. Bur. Rech. Geol. Min.* 2, 78: 733–737.
- Berggren, W. A., Kent, D. V. & Van Couvering, J. A., 1985. *Neogene chronology and chronostratigraphy*. Paper presented on VIIIth Congress of RCMNS, September 15–22, 1985, Budapest.
- Birkenmajer, K., 1978. Neogene to Early Pleistocene subsidence close to the Pieniny klippen belt, Polish Carpathians. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica*, 12: 17–28.
- Blow, W. H., 1969. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc. 1st Int. Conf. Planktonic Microfossils, Geneva 1967, I*, Leiden, pp. 199–422.
- Garner, E. L. et al., 1976. Absolute isotopic abundance ratios and the atomic weight of a reference sample of potassium. *Nat. Bur. Standards (USA), Research J., A. Physic and Chemistry*, 79 (A): 713–725.
- Harland, W. B., Cox, A. V., Llewellyn, P. G., Smith, A. G. & Walters, R., 1982. *A geologic time scale*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 131 pp.
- Laskarev, V., 1924. Sur les équivalents du Sarmaten supérieur en Serbie. *Rec. Trav. M. I. Cvijič, Beograd*, pp. 1–5.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. 2nd Plankt. Conf., Roma 1970*, pp. 739–785.

- Nowak, W., Geroch, S. & Gasiński, A., 1985. Oligocene/Miocene boundary in the Carpathians. *VIIIth Congress RCMNS, Abstracts*. Hungarian Geological Survey, Budapest, pp. 427–429.
- Rögl, F. & Steininger, F. F., 1983. Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranen Raumes. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 85 (A): 135–163.
- Siemienienco, W. N. & Piewzner, M. A., 1979. Korrelacja wierzchniego miocena i pliocena Ponto-Kaspia po biostratigraficznym i paleomagnetycznym danym. *Izv. Akad. Nauk SSSR, sier. geol.* (1): 5–15.
- Seneš, J. et al., 1971. Korrelation des Miozäns der Zentralen Paratethys (Stand 1970). *Geol. Zbornik – Geologica Carpath.*, 22 (1): 3–9.
- Suess, E., 1866. Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärlagerungen. II. Über die Bedeutung der sogenannten „brackischen Stufe“, oder „Certhienschichten“. *Sitz. Ber. Akad. Wiss. Math. Nat. Cl.*, 54 (1): 218–257.
- Vass, D., Bagdasarjan, G. P. & Konečný, V., 1971. Determination of the absolute age of the West Carpathian Miocene. *Földt. Közl.*, 101 (2–3): 321–327.
- Vass, D. & Bagdasarjan, G. P., 1978. A radiometric time scale for the Neogene of the Paratethys Region. *Studies in Geology*, 6: 179–203.
- Vass, D. & Čech, F., 1983. Sedimentation rates in molasse basins of the West Carpathians. *Geol. Zbornik – Geologica Carpath.*, 34 (4): 411–422.
- Vass, D. & Čech, F., (w druku – in print). Evaluation of sedimentary rates in Alpine molasse basins of West Carpathians.
- Vass, D., Repčok, I., Halmai, J. & Balogh, K., 1985. *Contributions to the improvement of numeric time scale for the Central Paratethys Neogene*. Paper presented on VIIIth Congress of RCMNS, September 15–22, Budapest.

Summary

RADIOMETRIC TIME SCALE OF THE PARATETHYS NEOGENE

Dionýz Vass & Kadosa Balogh

In the paper, the most recent version of the radiometric time scale for the Paratethys Neogene is introduced (Table 1). This version was presented by the author at the VIII-th Congress of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy in Budapest, in September 1985. The scale is based on 125 key radiometric ages. The boundaries of the younger stages of the Neogene were determined taking account of magnetostratigraphic investigations beside radiometric data. The radiometric ages used to construct the time scale were calculated or corrected basing on the following decay constants and isotopic abundance of ^{40}K (cf. Garner et al., 1976): $\lambda_K = 0.581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$; $\lambda_\beta = 4.962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$; $^{40}\text{K} = (\text{abundance}) 0.01167\%$.

The lower boundary of Eggerian, which occurs within the Oligocene, has not been radiometrically dated, so far. The boundary Eggerian/Eggenburgian is only approximately dated at 22 Ma. The radiometric age of the boundary Eggenburgian/Ottományian is 19 Ma, whereas the boundary Ottományian/Karpathian has no reliable radiometric age. The boundaries between the younger stages are determined as follows: Karpathian/Badenian (i.e. Lower/Middle Miocene) at $16.5 \pm 0.5 \text{ Ma}$, Bade-

nian/Sarmatian at 13.6 ± 0.2 Ma, Sarmatian/Pannonian (i.e. Middle/Upper Miocene) at 11.0 ± 0.5 Ma, Pannonian/Pontian at 7.0 ± 0.5 Ma, Pontian/Dacian = Kimmerian at 5.6 ± 0.2 Ma (this boundary has the age not much older than the boundary Miocene/Pliocene), Dacian/Romanian at 3.7 ± 0.1 Ma. The upper boundary of the Romanian is 1.8 Ma and corresponds to the boundary Pliocene/Quaternary.