GEOLOGIA • 2009 • Tom 35 • Zeszyt 3/1 • 79–90

PALEOGEOGRAFIA POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ AZJI I JEJ ZWIĄZEK Z ROZMIESZCZENIEM WCZESNOJURAJSKICH BUDOWLI MAŁŻOWYCH (Z GRUPY *LITHIOTIS*) NA TLE WIELKIEGO WYMIERANIA TRIAS/JURA

Palaeogeography of south-east Asia and its connection with distribution of Early Jurassic *Lithiotis*-type bivalve buildups according to Triassic/Jurassic mass extinction event

Michał KROBICKI & Jan GOLONKA

Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska;
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;
e-mail: krobicki@geol.agh.edu.pl; jan_golonka@yahoo.com

Abstract: The separation of Laurasia and Gondwana, which was initiated by the Triassic break-up of Pangea, continued during Early-Middle Jurassic times. The origin of the narrow sea strait, so-called "Hispanic Corridor", took place between these two continents and connection of the Panthalassa Ocean (Proto-Pacific) and western (Alpine) Tethys gradually started in Early Jurassic, most probably in Sinemurian-Pliensbachian times. Recovery of marine fauna after Triassic/Jurassic mass extinction event was mainly marked by world-wide ditribution of *Lithiotis*-type bivalve buildups. They indicate mainly shallow-marine/lagoon-type carbonate sedimentation and palaeogeographic/geodynamic regimes during break-up of Pangea in Pliensbachian-Early Toarcian times.

Key words: Pangea, *Lithiotis*-type bivalves, Hispanic Corridor, Early Jurassic, palaeobiogeography

Słowa kluczowe: Pangea, małże z grupy *Lithiotis*, korytarz hiszpański, wczesna jura, paleobiogeografia

WPROWADZENIE

Superkontynent Pangea (Fig. 1) został uformowany w karbonie jako rezultat orogenezy hercyńskiej. Oddzielenie się Laurazji od Gondwany, co było zainicjowane triasowym ryftowaniem kontynentalnym i początkiem rozpadu Pangei, kontynuowało się podczas wczesnej i środkowej jury. To wczesnotriasowe ryftowanie przybrało na sile blisko granicy trias/jura i zamanifestowało się powstaniem wielkiej prowincji magmowej centralnego Atlantyku (CAMP – *Central Atlantic Magmatic Province*), co w konsekwencji doprowadziło do powstania wąskiego przesmyku morskiego (korytarz hiszpański), który rozdzielił

Pangeę na dwie części i połączył ocean Pantalassa (proto-Pacyfik = wschodnia Tetyda) z zachodnią (alpejską) Tetydą. Nastąpiło to we wczesnej jurze, najprawdopodobniej w synemurze/pliensbachu, i dlatego „narodziny" Atlantyku można datować na ten właśnie czas, jako bezpośredni efekt pękania Pangei. Dlatego też ogólnoświatowe rozprzestrzenienie licznych przedstawicieli kopalnej fauny morskich bezkręgowców miało w tym czasie miejsce (Hallam 1983, Damborenea 2000, Arias 2006, patrz również – Damborenea & Manceñido 1979, Boomer & Ballent 1996, Venturi *et al*. 2006, Arias 2007, 2008, Krobicki & Golonka 2007). Jest natomiast kwestią otwartą, która z dróg migracji była preferowana przez małże facji litiotisowej – poprzez korytarz hiszpański czy przez ocean Pantalassa?

PALEOGEOGRAFIA I KRYZYS POGRANICZA TRIAS/JURA

Zarys paleogeografii globalnej

We wczesnej jurze węglanowa sedymentacja dominowała wzdłuż brzegów Neotetydy. Co prawda ten nowy ocean zaczął się formować już pod koniec karbonu w wyniku ryftowego oddzielania się elementów pery-gondwańskich, ale dopiero permski, i młodszy, spreding w jego obrębie przekształcił go w duży zbiornik o charatkterze oceanicznym (Fig. 1, 2). Pery-gondwańskie terany oddzielone od Gondwany utworzyły tzw. kontynent kimeryjski złożony z mniej lub bardziej izolowanych bloków o charakterze mikropłyt kontynentalnych; od północnego zachodu – płyta Alborz (Iran), Qiangtang, Malezja i Indonezja (Sibumasu) na południowym wschodzie (Golonka *et al*. 2006). Kontynent ten rozdzielał przez cały perm i trias ocean Paleotetydy od oceanu Neotetydy (Fig. 2). Jego migracja z południa na północ powodowała stopniowe rozszerzanie się oceanu Neotetydy kosztem skracanie się, i w konsekwencji zamykania, oceanu Paleotetydy (Fig. 1–3), co w przypadku południowo-wschodniej Azji doprowadziło do jednego z największych wydarzeń tektonicznych tego obszaru – orogenezy indochińskiej w późnym triasie (kolizja teranu Sibumasu z Indochinami) (Metcalfe 2002, Lepvrier *et al*. 2004, Golonka *et al*. 2006 z literaturą tam cytowaną).

Paleobiogeografia facji litiotisowej

Potężne, aż do 40–50 cm długie, małże *Lithiotis* czy *Cochlearites*, które dominują w obrębie tzw. facji „litiotisowej" (*sensu* – Fraser *et al*. 2004 z literaturą tam cytowaną), są najważniejszymi przedstawicielami budowlo-twórczych („rafotwórczych") małży w obrębie płytkomorsko-lagunowych środowisk pliensbachu-wczesnego toarku, w licznych miejscach wszechoceanu Tetydy-Pantalassy (Fig. 3). Rozmieszczenie małży facji litiotisowej od zachodniej (Hiszpania, Włochy) i środkowej Europy (Słowenia, Chorwacja, Albania), poprzez północną Afrykę (Maroko) i półwysep Arabski (Oman, Zjednoczone Emiraty Arabskie) aż do wyspy Timor, Himalaje (Nepal, Tybet) i zachodnie wybrzeża obydwu Ameryk (USA, Peru i Chile), wskazują na ogólnoświatową, gwałtowną ekspansję tego rodzaju małży w tym czasie (Leinfelder *et al*. 2002, Fraser *et al*. 2004, Krobicki *et al*. 2008).

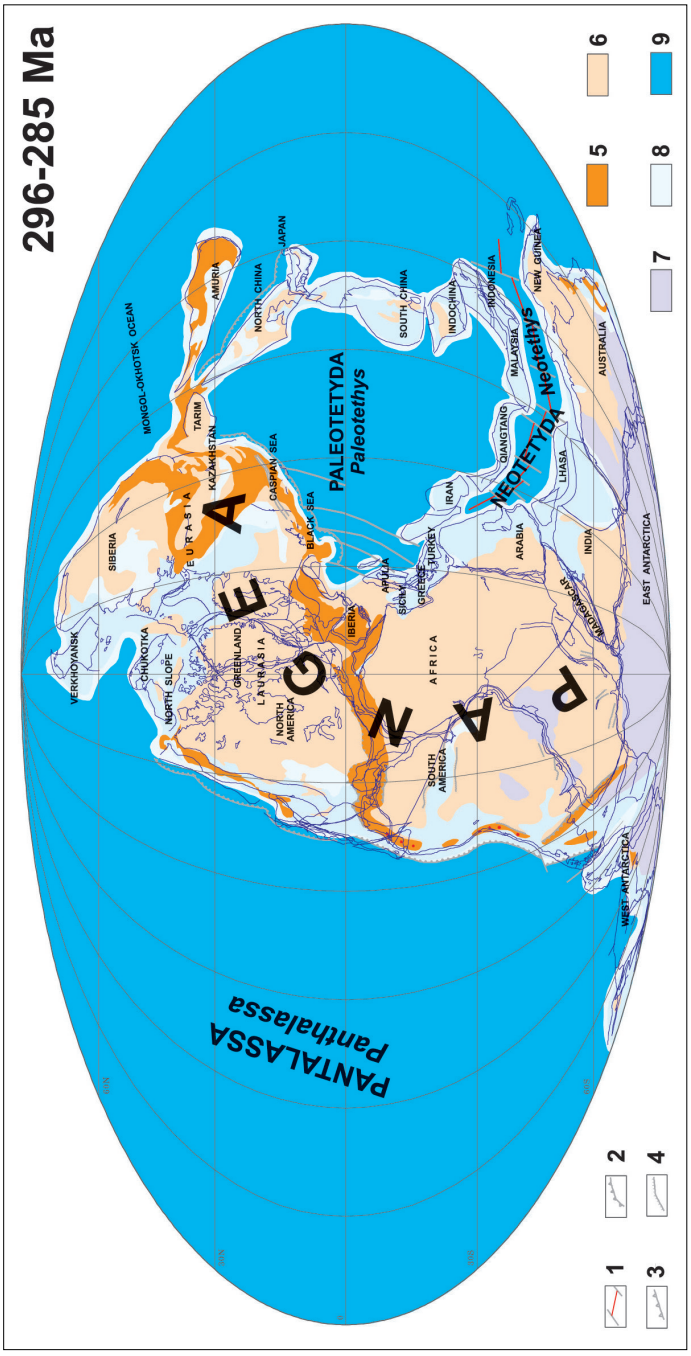

Fig. 1. Globalna tektonika płyt kontynentu Pangea (najpóźniejszy karbon-najwcześniejszy perm): 1 – centrum spredingu oceanicznego, 2 – strefa subdukcji, 3 – nasunięcie, 4 – uskoki normalne, 5 – góry, 6 – lądy, 7 – lądolody, 8 – płytkie morze i skłon kontynentalny, 9 – głęboki ocean (paleogeografia wg Golonki *et al.* 2006, nieco zmodyfikowane)

Fig. 1. Global plate tectonic map of Pangea (latest Carboniferous-earliest Permian): 1 – oceanic spreading center and transform faults, 2 – subduction zone, 3 – thrust fault, 4 – normal faults, 5 – mountains, 6 – landmass, 7 – icesheet, 8 – shallow sea and slope, 9 – deep ocean basin (palaeogeography after Golonka *et al.* 2006, slightly modified)

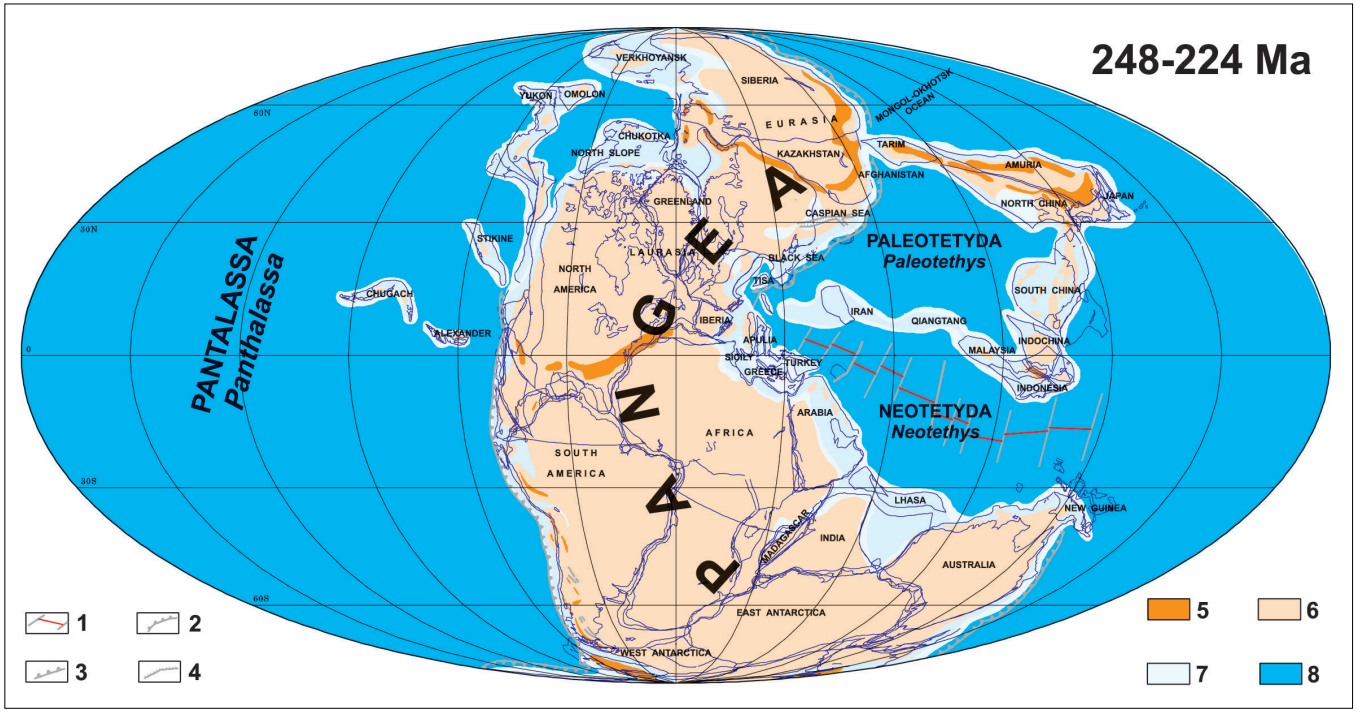

Fig. 2. Globalna tektonika płyt kontynentu Pangea (wczesny trias-najwcześniejszy późny trias): 1 – centrum spredingu oceanicznego, 2 – strefa subdukcji, 3 – nasunięcie, 4 – uskoki normalne, 5 – góry, 6 – lądy, 7 – płytkie morze i skłon kontynentalny, 8 – głęboki ocean (paleogeografia wg Golonki *et al*. 2006, nieco zmodyfikowane)

Fig. 2. Global plate tectonic map of Pangea (Early Triassic-earliest Late Triassic): 1 – oceanic spreading center and transform faults, 2 – subduction zone, 3 – thrust fault, 4 – normal faults, 5 – mountains, 6 – landmass, 7 – shallow sea and slope, 8 – deep ocean basin (palaeogeography after Golonka *et al*. 2006, slightly modified)

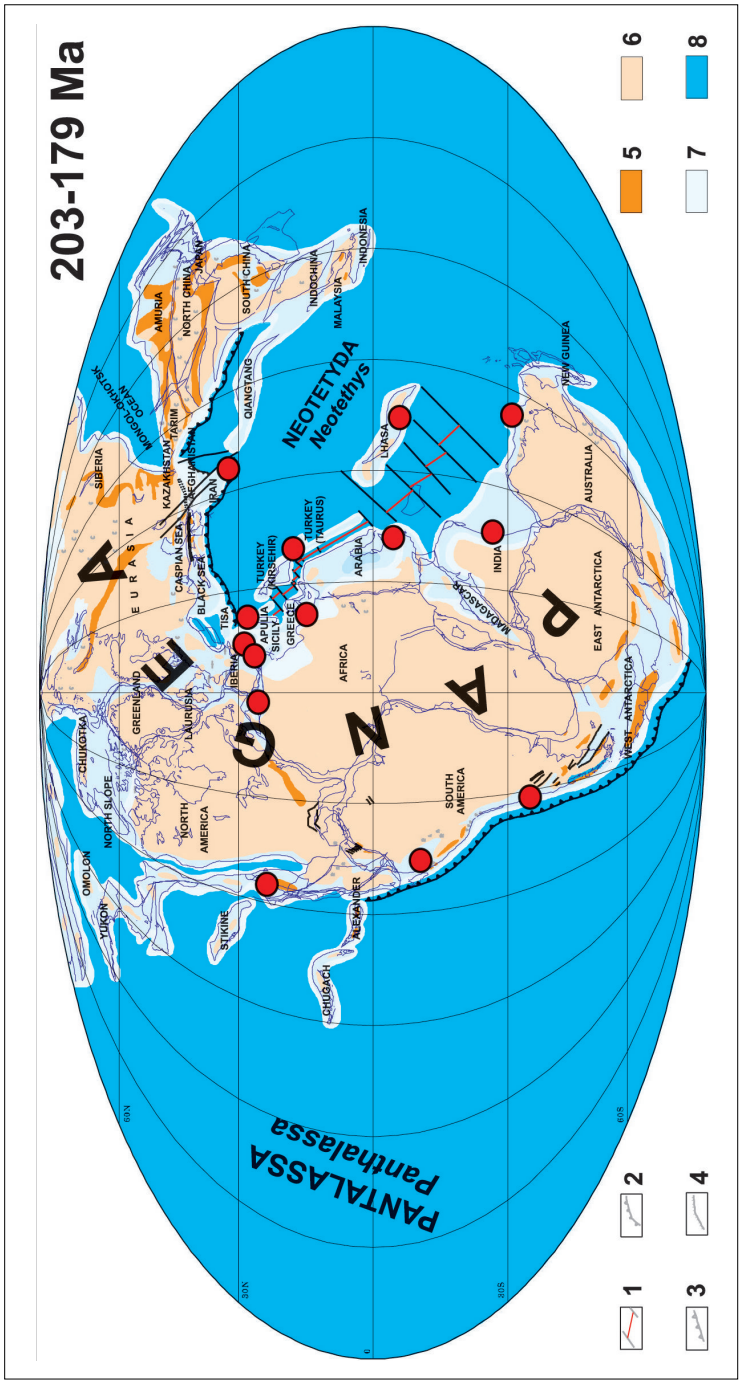

Fig. 3. Globalna tektonika płyt kontynentu Pangea (wczesna jura-najwcześniejsza środkowa jura) z zaznaczonym rozmieszczeniem budowli *Lithiotis* (czerwone kółko): 1 – centrum spredingu oceanicznego, 2 – strefa subdukcji, 3 – nasunięcie, 4 – uskoki normalne, 5 – góry, 6 – lądy, 7 – płytkie morze i skłon kontynentalny, 8 – głęboki ocean (paleogeografia wg Golonki *et al.* 2006, nieco zmodyfikowane)

Fig. 3. Global plate tectonic map of Pangea (Early Jurassic-earliest Middle Jurassic) with distribution of *Lithiotis* buildups (red circle): 1 – oceanic spreading center and transform faults, 2 – subduction zone, 3 – thrust fault, 4 – normal faults, 5 – mountains, 6 – landmass, 7 – shallow sea and slope, 8 – deep ocean basin (palaeogeography after Golonka *et al.* 2006, slightly modified)

Drogi wczesnojurajskich migracji tych małży były związane zarówno z pękaniem superkontynentu Pangea jak i odpowiednią cyrkulacją oceaniczną, która umożliwiała szybkie roznoszenie larw tych ostrygopodobnych małży. Wcześniej, w późnym triasie, migracja morskich bezkręgowców (otwornice, krynoidy, mięczaki, skorupiaki etc.) z zachodniej Tetydy przez potężny ocean Pantalassa była możliwa tylko tą drogą, na co wskazują znaleziska typowych faun zachodniotetydzkich (alpejskich) w licznych miejscach zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej i Południowej, w obrębie teranów stanowiących obecnie zachodnie brzegi tych kontynentów. W sytuacji zwartej, niepękniętej jeszcze w tym czasie Pangei, fauna ta nie miała innej możliwości migracji do tych miejsc jak poprzez ten wielki ocean, wykorzystując liczne terany w obrębie Pantalassy, używając ich jako swoistych „kamieni rzuconych w rzekę" (ang. *stepping-stones*). Uwożliwiło to ich relatywnie szybką migrację z alpejskiej Tetydy (Kristan-Tollmann & Tollmann 1985).

Z paleobiogeograficznego punktu widzenia najpóźniejszy trias/najwcześniejsza jura to czas zintensyfikowania migracji różnego bentosu wokół Pangei, lub na wskroś przez nią, kiedy zaczęła się rozpadać, tworząc w ten sposób tzw. hiszpański korytarz (*Hispanic Corridor*).

Wielkie wymieranie trias/jura *versus* budowle litiotisowe

Przełom triasu/jury zaznacza się bardzo ważnym epizodem wielkiego wymierania (e.g. Hallam 1995, Hallam & Wignall 1997, 1999, Palfy *et al*. 2000, Wignall 2001, Flügel & Kiessling 2002, Huynh & Poulsen 2005, Hesselbo *et al*. 2007). Zajmuje ono czwarte miejsce spośród tzw. wielkiej piątki (Flügel & Kiessling 2002), jeżeli brać pod uwagę ilość taksonów, które nie przeżyły tej granicy, ponieważ ponad 50% rodzajów morskiej fauny, a około 80% gatunków wymarło w jego efekcie (Hallam 1995). Zespoły rafowe były szczególnie zdziesiątkowane (Flügel & Kiessling 2002, Leinfelder *et al*. 2002). Wczesnojurajska, płytkowodna sedymentacja północno-zachodniej Neotetydy miała miejsce głównie na szczytach bloków tektonicznych, gdzie rozwijały się liczne platformy węglanowe, a sąsiadujące z tymi blokami rowy tektoniczne były wypełniane głębokomorskimi czarnymi mułowcami i łupkami bogatymi w materię organiczną. W obrębie platform węglanowych zespoły rafowe były w tym czasie bardzo rzadkie (Kiessling *et al*. 1999, Leinfelder *et al*. 2002).

Z punktu widzenia geotektoniki i paleogeografii następujące wydarzenia mogły wpłynąć na taki dramatyczny efekt w biosferze tego wielkiego wydarzenia:

- zamknięcie Paleotetydy i formowanie się Indochin po orogenezie indochińskiej, tej dalekowschodnio-azjatyckiej części Pangei (Golonka 2004). To wydarzenie było spowodowane powstaniem nowej strefy subdukcji wzdłuż północnego brzegu Neotetydy, początkowo na zachodzie, następnie na wschodzie, z czym związany był również wulkanizm wzdłuż tej linii;
- rozpad Pangei w miejscu przyszłego Atlantyku Centralnego z całą gamą zjawisk od ryftingu do dryftingu (Withjack *et al*. 1998, Ford & Golonka 2003, Golonka *et al*. 2006);

- bardzo intensywny wulkanizm bazaltowy związany z powstaniem wielkiej prowincji magmowej w centralnej części rozpadającej się już Pangei (CAMP) (Golonka & Bocharova 2000, Wignall 2001, Tanner *et al*. 2004), co doprowadziło do wzrostu ilości CO_2 w atmosferze (e.g. Huynh & Poulsen 2005);
- fluktuacje poziomu morza (e.g. Hallam & Wignall 1999, Flügel & Kiessling 2002), które wyraziły się generalnym jego obniżeniem w trakcie formowania się superkontynentu Pangea, a następnie podniesieniem w wyniku jej rozpadu, co szczególnie odbiło się negatywnie na powstawaniu nowych platform węglanowych, a zwłaszcza środowisk sedymentacji rafowej (Flügel & Kiessling 2002);
- częste zjawiska anoksji (e.g. Ettensohn 1997), która była związana z obfitością przestrzennie ograniczonych, tektonicznie formowanych basenów sedymentacyjnych rozpadającej się Pangei, w warunkach obniżonej ilości substancji odżywczych w tych basenach, prawdopodobnie w związku z dużą aktywnością wulkaniczną oraz fluktuacjami eustatycznymi.

Wszystkie wymienione czynniki, działając równocześnie, miały decydujący wpływ na globalną paleogeografię i globalne zmiany paleoklimatyczne, które skutkowały wielkim masowym wymieraniem.

Odradzanie się morskiej fauny, w tym zwłaszcza środowisk rafowych, po takim dramatycznym kryzysie biologicznym było głównie związane z rozprzestrzenieniem budowli małżowych we wczesnej jurze, reprezentowanych przez małże facji litiotisowej (e.g. Leinfelder *et al*. 2002, Fraser *et al*. 2004, Krobicki *et al*. 2008). Ich ogólnoświatowe występowanie wskazuje zarówno na bardzo szybkie tempo migracji tych małży, jak i wykorzystanie specjalnych nisz ekologicznych (w tym przypadku płytkomorskiej/lagunowej sedymentacji węglanowej – najlepszy europejski przykład: wczesnojurajska sedymentacja węglanowa platformy Trento, formacji Calcari Griggi we włoskich Dolomitach), w geodynamiczno-paleogeograficznym reżimie rozpadającej się Pangei w pliensbachu-wczesnym toarku (Krobicki & Golonka 2007). Wydaje się, że kluczem do zrozumienia procesu globalnej migracji tych małży, jest jej związek z geodynamicznych rekonstrukcjami, w tym zwłaszcza paleogeografią wschodniej Azji (Fig. 3).

KONKLUZJE

Występowanie budowli litiotisowych od najbardziej zachodniej części Azji/Arabii (wschodnia Turcja, Iran, Irak, Kuwejt, Oman) do centralnej Azji (Indie, Nepal, Chiny – Tybet) (Fig. 4) we wczesnej jurze sugeruje ich szlak migracji z zachodu na wschód – z zachodniej Tetydy poprzez ocean Pantalassa aż do zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej i Południowej (USA, Peru, Chile). Szczególnie lokalizacje tych budowli w Tybecie (Jadoul *et al*. 1998, Yin *et al*. 1998, 1999, Yin & Enay 2004, Shi *et al*. 2006) są istotne przy tych rekonstrukcjach, ponieważ w sensie paleogeograficznym, znajdują się one w „połowie drogi" pomiędzy Tetydą zachodnią a Pantalassą i były związane z migracją teranów w czasie wczesnej-środkowej jury (np. migracja bloku Lhasy) (Golonka *et al*. 2006) (Fig. 2–4).

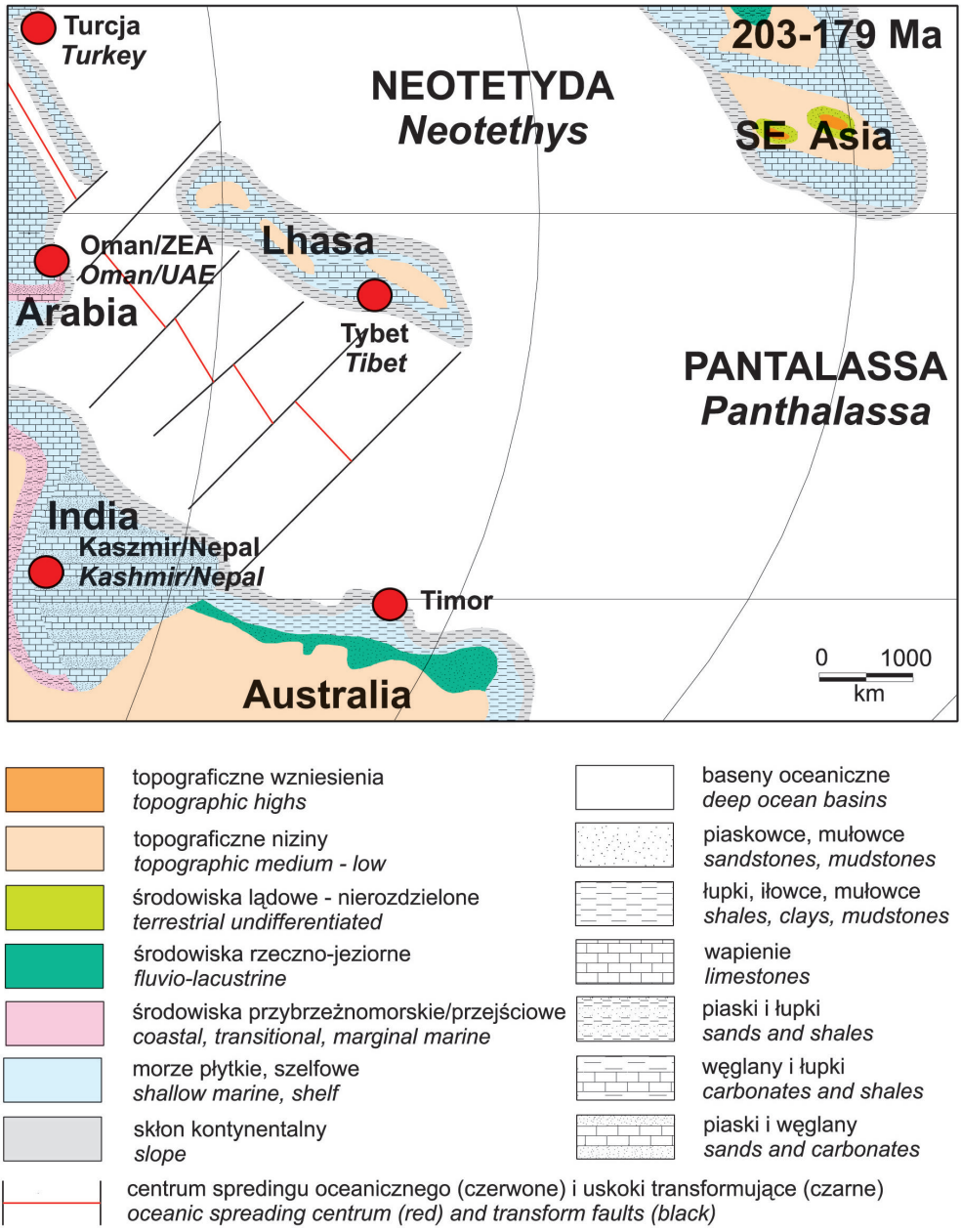

Fig. 4. Paleogeografia południowo-wschodniej Azji (wczesna jura-najwcześniejsza środkowa jura) z zaznaczonym rozmieszczeniem budowli *Lithiotis* (czerwone kółko)

Fig. 4. Palaeogeography of south-east Asia (Early Jurassic-earliest Middle Jurassic) with distribution of *Lithiotis* buildups (red circle)

Równocześnie kolizja płyt chińskich z płytami indochińsko-kimeryjskimi dobiegała końca, formując geotektonicznie ten obszar Azji (Golonka & Ford 2000, Golonka 2007). W tym rejonie wszystkie główne płyty tektoniczne były w tym czasie amalgamowane z wyjątkiem niektórych teranów tetydzkich i teranów na zachód i północny zachód od Ameryki Północnej oraz w obrębie Pantalassy. Ostateczne zamknięcie oceanu Paleotetydy było finalnym, środkowojurajskim wydarzeniem w tej części Azji (konwergencja płyt Lut i Qiangtang z kratonem chińsko-indochińskim).

Praca była finansowana w ramach badań statutowych AGH (11.11.140.447).

LITERATURA

Arias C., 2006. Northern and Southern Hemispheres ostracod palaeobiogeography during the Early Jurassic: possible migration routes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 233, 63–95.

Arias C., 2007. Pliensbachian-Toarcian ostracod biogeography in NW Europe: evidence for water mass structure evolution. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 251, 398–421.

Arias C., 2008. Palaeoceanography and biogeography in the Early Jurassic Panthalassa and Tethys Oceans. *Gondwana Research*, 14, 306–315.

Boomer I. & Ballent S., 1996. Early-Middle Jurassic ostracod migration between the northern and southern hemispheres: further evidence for a proto Atlantic-Central Atlantic connection. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 121, 53–64.

Damborenea S.E., 2000. Hispanic Corridor: its evolution and the biogeography of bivalve molluscs. *GeoResearch Forum*, 6, 369–380.

Damborenea S. & Manceńido M., 1979. On the palaeogeographical distribution of the pectinid genus *Weyla* (Bivalvia, Lower Jurassic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 27, 85–102.

Ettensohn F.R., 1997. Assembly and dispersal of Pangea: Large-scale tectonic effects on coeval deposition of North American, marine, epicontinental, black shales. *Journal of Geodynamics*, 23, 287–309.

Flügel E. & Kiessling W., 2002. Patterns of Phanerozoic reef crises. W: Kiessling W., Flügel E. & Golonka J. (eds.), Phanerozoic reef patterns, *SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication*, 72, 691–733.

Ford D. & Golonka J., 2003. Phanerozoic paleogeography, paleoenvironment and lithofacies maps of the circum-Atlantic margins. W: Golonka J. (Ed.), Thematic set on paleogeographic reconstruction and hydrocarbon basins: Atlantic, Caribbean, South America, Middle East, Russian Far East, Arctic, *Marine and Petroleum Geology*, 20, 249–285.

Fraser N.M., Bottjer D.J. & Fischer A.G., 2004. Dissecting „*Lithiotis*“ bivalves: implications for the Early Jurassic reef eclipse. *Palaios*, 19, 51–67.

Golonka J., 2004. Plate tectonic evolution of the southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic. *Tectonophysics*, 381, 235–273.

Golonka J., 2007. Late Triassic and Early Jurassic palaeogeography of the world. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 244, 297–307.

Golonka J. & Bocharova N.Y., 2000. Hot spots activity and the break-up of Pangea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 161, 49–69.

Golonka J. & Ford D., 2000. Pangean (Late Carboniferous – Middle Jurassic) paleoenvironment and lithofacies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 161, 1–34.

Golonka J., Krobicki M., Pająk J., Nguyen Van Giang & Zuchiewicz W., 2006. *Global Plate Tectonics and Paleogeography of Southeast Asia*. Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, AGH University of Science and Technology, Arkadia, Kraków, 1–128.

Hallam A., 1983. Early and mid-Jurassic molluscan biogeography and the establishment of the central-Atlantic seaway. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 43, 181–193.

Hallam A., 1995. Major bio-events in the Triassic and Jurassic. W: Walliser O.H. (Ed.), *Global events and event stratigraphy in the Phanerozoic*, Springer-Verlag, Berlin, 265–283.

Hallam A. & Wignall P.B., 1997. *Mass extinctions and their aftermath*, Oxford University Press, Oxford, 1–320.

Hallam A. & Wignall P.B., 1999. Mass extinctions and sea-level changes. *Earth-Science Reviews*, 48, 217–250.

Hesselbo S.P., McRoberts C. & Pálfy J., 2007. Triassic-Jurassic boudary events: problems, progress, possibilities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 244, 1–10.

Huynh T.T. & Poulsen C.J., 2005. Rising atmospheric CO_2 as a possible trigger for the end-Triassic mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21, 223–242.

Jadoul F., Berra F. & Garzanti E., 1998. The Tethys Himalayan passive margin from Late Triassic to Early Cretaceous (South Tibet). *Journal of Asian Earth Sciences*, 16, 2–3, 173–194.

Kiessling W., Flügel E., & Golonka J., 1999. Paleo Reef Maps: A comprehensive database of Phanerozoic reefs with graphic presentations. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 83, 1552–1587.

Kristan-Tollmann E.K. & Tollman A., 1985. The Tethys. In: Nakazawa K. & Dickius J.M. (eds), *The Tethys*, Tokai University Press, Tokyo, 3–22.

Krobicki M. & Golonka J., 2007. Latest Triassic/earliest Jurassic geodynamic evolution of the Pangea – bivalve migration pattern and mass extinction. *IGCP Programme 506 – Jurassic marine: non-marine correlation; Abstract book; Bristol 4–8.07.2007*, 26–28.

Krobicki M., Sadki D., Golonka J., Płonka A., Prędki U. & Rusin A., 2008. Early Jurassic Lithiotis-facies deposits in northern Africa (Morocco; Assemsouk section) – case study. *The 5th International Symposium of IGCP 506 on: Marine and non-marine Jurassic: global correlation and major geological events; Abstract Volume; Hammamet (Tunisia) 28–31.03.2008*, 72–73.

Leinfelder R.R., Schmid D.U., Nose M. & Werner W., 2002. Jurassic reef patterns – the expression of a changing globe. W: Kiessling W., Flügel E. & Golonka J. (eds), Phanerozoic reef patterns, *SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication*, 72, 465–520.

Lepvrier C., Maluski H., Vu Van Tich, Leyreloup A., Phan Truong Thi & Nguyen Van Vuong, 2004. The Early Triassic Indosinian orogeny in Vietnam (Truong Son Belt and Kontum Massif); implications for the geodynamic evolution of Indochina. *Tectonophysics*, 393, 87–118.

Metcalfe I., 2002. Permian tectonic framework and paleogeography of SE Asia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20, 551–566.

Pálfy J., Mortensen J.K., Carter E.S., Smith P.L., Friedman R.M. & Tipper H.W., 2000. Timing the end-Triassic mass extinction: first on land, then in the sea? *Geology*, 28, 39–42.

Shi X., Sha J. & Deng S., 2006. The Jurassic system of China – main characteristics and recent advances in research. W: Sha J., Wang Y. & Turner S. (eds.), Marine and non-marine Jurassic: boundary events and correlation, *Progress in Natural Science*, 16 (special issue), 90–107.

Tanner L.H., Lucas S.G. & Chapman M.G., 2004. Assessing the record and causes of Late Triassic extinctions. *Earth-Science Reviews*, 65, 103–139.

Venturi F., Bilotta M. & Ricci C., 2006. Comparison between western Tethys and eastern Pacific ammonites: further evidence for a possible late Sinemurian-early Pliensbachian trans-Pangaean marine connection. *Geological Magazine*, 143, 699–711.

Wignall P.B., 2001. Large igneous provinces and mass extinctions. *Earth-Science Reviews*, 53, 1–33.

Withjack M.O., Schlische R.W. & Olsen P.O., 1998. Diachronous rifting, drifting, and inversion on the passive margin of central eastern North America: an analog for other passive margins. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 82, 817–835.

Yin J. & Enay R., 2004. Tithonian ammonoid biostratigraphy in eastern Himalayan Tibet. *Geobios*, 37, 667–686.

Yin J., Enay R. & Wan X., 1999. The first report of the Late Triassic-Early Jurassic passage beds in the Eastern Tethyan Himalaya. *Compte Rendu Académie des sciences*, 329, 125–133.

Yin J., Wan X. & Pei S., 1998. Discovery of *Lithiotis* reef in Nyalam, south Tibet. *Acta Palaeontographica Sinica*, 37, 253–256.