

Edyta Kalińska

University of Tartu

Institute of Ecology And Earth Science

Department of Geology

edyta.kalinska@uw.edu.pl

**ŚRODOWISKO SEDYMENTACJI PIASZCZYSTYCH
OSADÓW REJONU LITTLE DESERT (SE AUSTRALIA)
W ŚWIETLE WYBRANYCH CECH TEKSTURALNYCH**

**Sandy sediment deposits environmental Little Desert area (SE Australia)
on selected textural features**

Abstract: The Loxton-Parilla Sands in the vicinity of Little Desert (SE Australia) are developed as a sand ridges (barrier forms) and interbarrier areas. It was formed by marine transgression and regression in the Late Miocene to Early Pliocene. The parallel sand ridges run generally north-west to south-east and are composed of medium sand with small portions of clay and silt in the interbarrier parts. The development of both of them took place in dynamic marine environment while barrier forms were transformed by dry aeolian conditions.

Słowa kluczowe: Little Desert, formy barierowe, formy międzybarierowe, współczesne osady plażowe, cechy teksturalne

Key words: Little Desert, barrier forms, interbarrier forms, recent beach deposits, textural features

WPROWADZENIE

Analiza cech teksturalnych osadów, w obrębie której można wyróżnić analizę granulometryczną, obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziaren kwarcu we frakcji piaszczystej czy analizę mineralno-petrograficzną frakcji piaszczystej pozwala na interpretację środowiska sedymentacyjnego i jego dynamiki (Mycielska-Dowgiałło 2001, 2007; Mycielska-Dowgiałło, Ludwikowska-Kędzia 2011). Wartość interpretacyjna analizy wzrasta, gdy obejmuje także osady będące potencjalnym materiałem źródłowym i/lub ze współczesnych środowisk

sedymentacyjnych (Folk 1971, Flemming 1988, Sun i in. 2002, Mycielska-Do-wgiałło 2007). Pod kątem wybranych cech teksturalnych zostały przeanalizowane osady piaszczyste budujące jednostkę Loxton-Parilla Sands oraz współczesne osady plażowe rejonu Lorne (obie w NE Australii). Celem badań było określenie środowiska sedymentacji analizowanych osadów, ich stopnia transformacji przez procesy postsedymentacyjne oraz analiza porównawcza ze współczesnymi osadami plażowymi.

LOKALIZACJA I BUDOWA GEOLOGICZNA TERENU BADAŃ

Little Desert położone jest w zachodniej Wiktorii (SE Australia) około 350 km na NW od Melbourne, w pobliżu miejscowości Horsham. Rejon ten należy do jednostki określanej mianem Loxton-Parilla Sands (ryc. 1) uznawanej za jedną z największych na świecie powierzchni zrównań, powstałej w wyniku transgresji i regresji morskich oraz regionalnego wynoszenia na pograniczu późnego miocenu i wczesnego pliocenu (Blackburn 1962, Brown, Stephenson 1991, Kotsonis 1995, Wallace i in. 2005). Loxton-Parilla Sands rozciągają się na południu od wybrzeży zachodniej Wiktorii, gdzie są częściowo pogrzebane przez formację Newer Volcanic, której wiek w oparciu o metodą K/Ar jest określany na pomiędzy 4,6 Ma a 30 ka (Gray, McDougall 2009). Jednostka sięga na północ poza rzekę Murray do Nowej Południowej Walii ponad 300 km w głąb lądu, a na wschód do pasma górskiego Mount Lofty.

Ostatnim ogniwem mioceno-pliocenim rejonu Loxton-Parilla są powstałe w strefie przybrzeżnej margle, sklacyfikowane piaski kwarcowe strefy brzegowej oraz osady aluwialne. Serie te przykrywają plio-plejstocenijskie iły



Ryc. 1. Lokalizacja jednostki Loxton-Parilla Sands w SE Australii.
Fig. 1. Location of the Loxton-Parilla Sands unit in SE Australia.



Ryc. 2. Rzeźba i wykształcenie osadów w rejonie Little Desert (fot. E. Kalińska): A-widok ogólny na obszary międzybarierowe i barierowe, B-miejsca poboru próbek z piaszczystej formy grzbietowej, C-widok ogólny na obszar międzybarierowy wraz z miejscem poboru próbek, D-miejsce poboru próbek z obszaru międzybarierowego.

Fig. 2. Relief and sediments in the region of the Little desert (photo by E. Kalińska): A - general view on inter-barrier and barrier areas, B – sampling sites from a sandy landform, C – general view on inter-barrier areas and the sampling site, D – a sampling site in the inter-barrier area.

jeziorne oraz osady wulkaniczne formacji Newer Volcanic oraz czwartorzędowe osady aluwialne i eoliczne (Wallace i in. 2007). Charakterystyczną formą dla powierzchni zrównań jest obecność równoległych do siebie grzbietów piaszczystych o przebiegu NW-SE (ryc. 2A), których wysokość względna dochodzi do 40 m, a długość do 3 km. W opinii Blackburn'a i in. (1967) grzbiety są zapisem starszych sukcesji linii brzegowej. Nowsze badania M.W. Wallace'a i innych (2007) wskazują na obecność piasków barierowych rozdzielonych ilastymi osadami interbarierowymi. Rejon Little Desert jest uznawany za źródło minerałów ciężkich (HMS – heavy mineral sands) (Olshina, Miranda 2011).

METODYKA BADAŃ

Próbki zostały pobrane z osadów budujących formy barierowe o nieznacznej wysokości względnej (ok. 2,5 m) w części szczytowej (stropowej) i u pod-

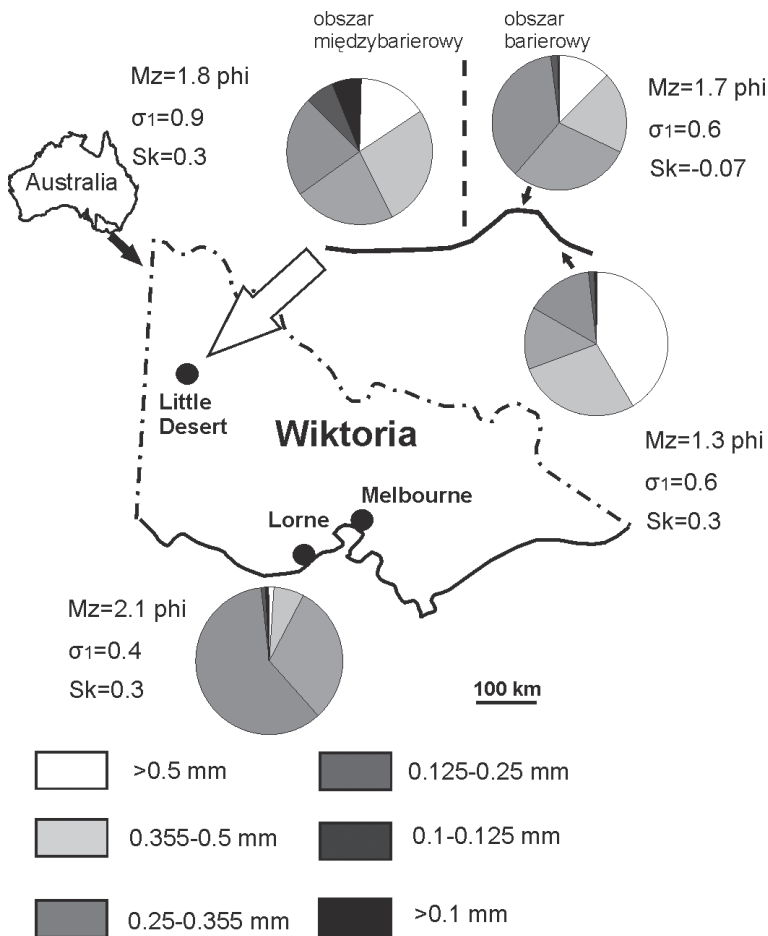
stawy (część spągowa), jak również z osadów budujących formy międzybarierowe (ryc. 2 B,C,D). Celem analizy porównawczej pobrano również próbki współczesnych osadów plażowych z rejonu Lorne (około 100 km na SW od Melbourne przy the Great Ocean Road). Pobrane w terenie próbki poddano analizie sitowej (w sumie 20 analiz) na komplecie sit firmy Fritsch o następującej średnicy: 4, 2, 0,5, 0,355, 0,25, 0,125, 0,1, 0,063 i 0,05 mm. W oparciu o analizę sitową wykreślono krzywe kumulacyjne (tzw. krzywe Visshera), gdzie na osi pionowej (y) zaznaczono procentowe wartości skumulowane w skali arytmetycznej (t), zaś na poziomej (x) wartości średnic ziarn w phi. Krzywe kumulacyjne kreślone na podstawie jednostek w skali phi pozwoliły na wyliczenie podstawowych wskaźników uziarnienia według wzorów R.L. Folka i W.C. Warda (1957).

Analizę składu mineralno-petrograficznego osadów plażowych wykonano dla przedziału frakcyjnego 0,5-1,0 mm. Z analizowanych próbek wybierano losowo 200-250 ziarn, wśród których zostały wyróżnione: kwarc, skalenie, okruchy skał krystalicznych i okruchy muszli.

Analiza obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych została wykonana zgodnie z wytycznymi analizy według A. Cailleux (1942) w modyfikacji E. Mycielskiej-Dowgiałło i B. Woronko (1998) dla wybranych losowo 120-140 ziarn frakcji 0,5-1,0 mm. Wydzielono następujące grupy ziarn kwarcu: NU – ziarna nieobrobione, RM – ziarna matowe dobrze obtoczone, EM/RM – ziarna matowe o pośrednim stopniu obtoczenia, EL – ziarna błyszczące dobrze obtoczone, EM/EL – ziarna błyszczące o pośrednim stopniu obtoczenia, C – ziarna pęknięte.

CECHY TEKSTURALNE ANALIZOWANYCH OSADÓW

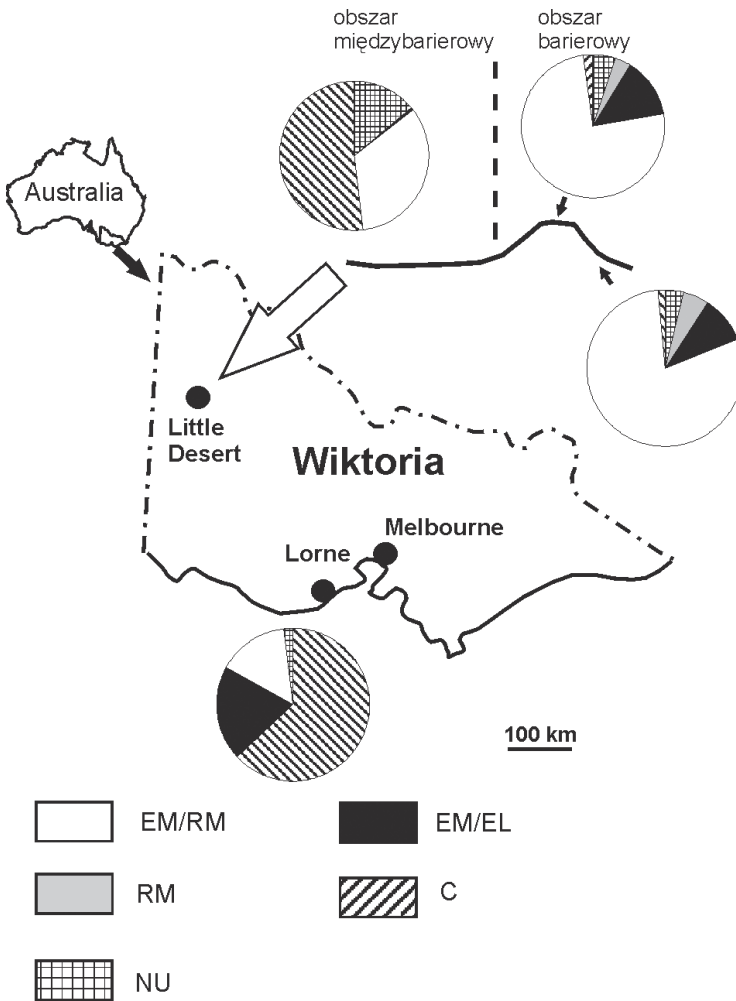
W stropowej części grzbietów piaszczystych przeważa frakcja z przedziału 0,125-0,25 mm osiągając prawie 40% (ryc. 3). Taki sam udział ma frakcja 0,5-1,0 mm w spągowej partii grzbietów. W rejonach międzybarierowych dominuje frakcja 0,355-0,5 mm (~28%), jak również z przedziału 0,25-0,355 i 0,125-0,25 mm (obie po 22%). Stąd też najwyższe wartości średniej średnicy (Mz) w phi zanotowano w obszarach międzybarierowych (w granicach 1,8). Współczesne osady plażowe z plaży w Lorne charakteryzują się dominacją frakcji z przedziału 0,125-0,25 mm dochodzącej do około 42% (Kalińska 2010). Krzywe kumulacyjne dla obszarów barierowych charakteryzują się słabo zaznaczającymi się odcinkami transportu zawieszinowego i kilkuczłonowymi odcinkami o zróżnicowanym nachyleniu reprezentującymi transport saltacyjny. Punkt FT przypada na wartość 3 phi (0,125 mm). Z kolei krzywe kumulacyjne dla obszarów międzybarierowych odznaczają się obecnością stromych, dobrze wykształco-



Ryc. 3. Uziarnienie i wskaźniki Folka i Warda (1957) rejonu Little Desert i współczesnych osadów plażowych w rejonie Lorne.

Fig. 3. Granulometry and Folk and Ward (1957) indices of sediments from the region of the Little Desert and contemporary beach sediments in the Lorne area.

nych odcinków reprezentujących transport w zawieszynie i kilkuczłonowego odcinka transportu saltacyjnego. Podobną charakterystykę posiadają krzywe współczesnych osadów plażowych z plaży w Lorne. Różni je zazwyczaj większe nachylenie odcinka transportu poprzez saltację, podczas, gdy kształt odcinka zawieszinowego jest identyczny, jak i punkt FT przypada na tę samą wartość 4 phi (0,062 mm). Osady barierowe, zarówno ze stopowej, jak i ze spągowej części profilu są umiarkowanie wysortowane ($\sigma_1=0,6-0,9$), przy czym najsłabsze wysortowanie obserwowane jest w osadach interbarierowych. Współczesne osady plażowe z Lorne są dobrze wysortowane ($\sigma_1=0,4$). Skośność tych ostat-



Ryc. 4. Obtoczenie i zmatowienie powierzchni ziaren kwarcu rejonu Little Desert i współczesnych osadów plażowych w rejonie Lorne.

Fig. 4. Rounding and frosting of quartz grains in the region of the Little desert and contemporary beach sediments in the Lorne area.

nich jest ujemna ($Sk=-0,03$). Jedynie osady ze stropowej partii form barierowych mają ujemną skośność ($Sk=-0,07$), podczas, gdy wartość skośności w pozostałych dochodzi do 0,3 (ryc.3).

W składzie mineralno-petrograficznym osadów z Little Desert przeważa kwarc. Jego największy udział notowany jest w osadach międzybarierowych, gdzie dochodzi do ponad 86%. W osadach barierowych udział zmienia się w zakresie 73-83%. Statystykę dopełniają skalenie (12-23%) oraz w niewielkich stopniu okruchy skał krystalicznych (1,7-2,4%).



Ryc. 5. Wydma typu lunette w rejonie jeziora Mitre widziana w Mount Arapiles (fot. E. Kalińska).

Fig. 5. A lunette dune in a vicinity of the Mitre lake seen from the Mount Arapiles (photo by E. Kalińska).

Dla osadów grzbietów piaszczystych najbardziej typowe są ziarna pośrednie matowe (EM/RM), których największy udział notuje się w spągowych częściach form barierowych (do 79%). W częściach stropowych jest on niewiele mniejszy i osiąga 75% (ryc. 4). W drugiej kolejności występują ziarna pośrednie błyszczące (EM/EL), których zawartość jest zróżnicowana od prawie 10 do 13,5%. Z kolei w obszarach międzybarierowych przeważają ziarna pęknięte (C) o błyszczącej powierzchni, które stanowią ponad połowę (52%) ziarn w osadzie. Ziarna pośrednie matowe (EM/RM) mają nieco ponad 33% udziału, a w trzeciej kolejności (około 14%) są ziarna nieobrobione (NU), których udział w osadach barierowych osiąga jedynie 3-5%. We współczesnych osadach plażowych z Lorne dominują ziarna nieobrobione (NU) charakteryzujące się błyszczącą powierzchnią (około 60%), a w drugiej kolejności ziarna pośrednie błyszczące (EM/EL). Z kolei w składzie mineralno-petrograficznym przeważają okruchy muszli (nieco ponad 63%) oraz kwarc (30%).

ŚRODOWISKO SEDYMENTACJI OSADÓW

Rozwój osadów barierowych i międzybarierowych miał miejsce w warunkach reprezentujących dynamiczne morskie środowisko sedymentacyjne.

Świadczy o tym zarówno ich relatywnie dobre wysortowanie, jak i dominacja ziaren pękniętych (C) o błyszczącej powierzchni (szczególnie w osadach form międzybarierowych). Dominację i porównywalny udział ziaren pękniętych notowany jest we współczesnych osadach plażowych rejonu Lorne. Nieco gorsze wysortowanie osadów barierowych i międzybarierowych w porównaniu ze współczesną plażą może być wynikiem mniejszej dynamiki dawnego środowiska morskiego lub krótkotrwałości procesów.

Wypukłe formy barierowe musiały podlegać transformacji w suchym środowisku eolicznym przez długi okres czasu. Świadczy o tym dominacja pośrednich ziarn matowych (EM/RM), które są powszechne nie tylko w szczytowych partiach form, ale również u ich podstawy.

Rozpatrując rejon Little Desert pod kątem cech granulometrycznych obszary barierowe charakteryzują się obecnością bardziej gruboziarnistych osadów o lepszym wysortowaniu w porównaniu z obszarami międzybarierowymi. Proces selektywnego wzbogacania we frakcję optymalną w procesie wywiewania został zaobserwowany na pustyni Simpson w Australii (Folk 1971). W procesie saltacji, który jest dominującym typem transportu w omawianych osadach, najłatwiej przenoszone są ziarna o średnicy około $2,5 \phi$ (Folk, 1971). Biorąc pod uwagę, że w materiale wyjściowym (obszary międzybarierowe) przeważa osad o frakcji drobniejszej, w procesie wydymotwórczym nastąpiło wzbogacenie w ziarna grubsze.

O intensywności procesów eolicznych i dominacji wiatrów zachodnich w rejonie Loxton-Parilla Sands pomiędzy 36 a 10 ka (Radke i in. 2000, Bowler, Teller 1986) świadczy obecność wydym typu lunette w wschodnich częściach brzegowych słonych jezior (ryc. 5). Wysokość względna wydym w tym rejonie (np. w pobliżu jeziora Mitre i Tyrrell) dochodzi do 10 m.

WNIOSKI

– pod względem charakteru obtoczenia i wykształcenia powierzchni ziaren kwarcu piaszczyste osady form międzybarierowych są zbliżone do współczesnych osadów plażowych wybrzeża Pacyfiku w rejonie Lorne; dominacja pękniętych ziaren kwarcu (C) o błyszczącej powierzchni jest notowana w obu stanowiskach;

– udział ziaren typowych dla środowiska eolicznego wzrasta nieporównywalnie w obrębie osadów form barierowych tworzących wydmy podłużne;

– osady obszarów barierowych zostały selektywnie wzbogacone we frakcje grubsze niż osady podłoża (obszarów międzybarierowych) w procesie wywiewania; intensywne procesy działalności eolicznej zostały stwierdzone w sąsiednich obszarach.

Pobyty w Australii w ramach 7th International Conference on Geomorphology finansowany został ze środków stypendium konferencyjnego dla młodych pracowników nauki Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w 2009 r. oraz z Mazowieckiego Stypendium dla najlepszych doktorantów woj. mazowieckiego w latach 2008-2009.

Literatura

- Blackburn G., Bond R.D., Clarke A.R.P., 1967, Soil development in relation to stranded beach ridges of County Lowan, Victoria. Soil Publication, 24, CSIRO, Melbourne, 1-38.
- Bowler J.M., Teller J.T., 1986, Quaternary evaporates and hydrological changes, Lake Tyrrell, north-west Victoria, Australian Journal of Earth Sciences 33, 43-63.
- Brown C.M., Stephenson A.E., 1991, Geology of the Murray Basin, southeastern Australia, Bureau of Mineral Resources Bull. 235.
- Cailleux A., 1942, Les actions Joliennes priglaciaires en Europe, Mm. Soc. G. Jol. De France 41, 1-176.
- Flemming B.W., 2007, The influence of grain-size analysis methods and sediment mixing on curve shapes and textural parameters: implications for sediment trend analysis, Sed. Geol, 202, 425-435.
- Folk R.L., 1971, Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson desert Northern Territory, Australia, Sedimentology 16, 5-54.
- Folk R.L., Ward W.C., 1957, Brazos River bar: a study of significance of grain size parameters, J. Sedim. Petrol. 27, 3-26.
- Gray C.M., McDougall I., 2009, K-Ar geochronology of basalt petrogenesis, Newer Volcanics Province, Victoria, Australian Journal of Earth Sciences 56(2), 245-258,
- Kalińska E., 2010, Analiza porównawcza cech teksturalnych osadów plażowych różnych stref klimatycznych. Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego 65, 74-85.
- Kostonis A., 1995, Late Cenozoic climatic and eustatic record from the Loxton-Parilla Sands, Murray Basin, southeastern Australia, praca magisterska, University of Melbourne.
- Mycielska-Dowgiałło E., 2001, Eolizacja osadów jako wskaźnik stratygraficzny czwartorzędu, Prac. Sed. WGiSR UW, Warszawa, 1-141.
- Mycielska-Dowgiałło E., 2007, Metody badań cech teksturalnych osadów klastycznych i wartość interpretacyjna wyników, [w:] E. Mycielska-Dowgiałło (red.). Badanie cech teksturalnych osadów czwartorzędowych i wybrane metody oznaczania ich wieku, SWPR, Warszawa, 95-180.
- Mycielska-Dowgiałło E., Woronko B., 1998, Analiza obtoczenia i zmatowienia powierzchni ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej i jej wartość interpretacyjna, Przegląd Geologiczny 46, 1275-1281.
- Mycielska-Dowgiałło E., Ludwikowska-Kędzia M., 2011, Alternative interpretation of grain-size data from Quaternary deposits, Geologos 17(4), 189-203.

- Olshina A., Miranda J., 2011, Heavy Mineral Sands in Victoria, Geological Survey of Victoria, Unpublished Report 2011/2. Department of Primary Industries.
- Radke L., Olley J., Juggins S., Radke B., Howard K., Roberts R., 2000, Holocene palaeohydrology of the Mtn. Arapiles Lake Complex, Wimmera, southeastern Murray Basin, [w:] Magee J.W., De Deckker P. (red.), *Australian Quaternary Studies: A tribute to Jim Bowler. Special Quaternary International Volume.*
- Sun D., Bloemendal J., Rea D.K., Vanderberghe J., Jiang F., An Z., Su R., 2002, Grain-size distribution of functioning of polymodal sediments in hydraulic and aeolian environments, and numerical partitioning of the sedimentary components, *Sed. Geol.* 152, 3-4, 236-278.
- Wallace M.W., Dickinson J.A., Moore D.H., Sandiford M., 2005, Late Neogene strandlines of southern Victoria: a unique record of eustacy and tectonics in southeast Australia, *Australia Journal of Earth Sciences* 52, 279-297.