

Propozycja kodu genetycznego osadów środowiska eolicznego

Paweł Zieliński¹, Katarzyna Issmer²



P. Zieliński

K. Issmer

The proposal of genetic code of aeolian deposits. *Prz. Geol.*, 56: 67–72.

A b s t r a c t. A permanent trend in the geological studies is coding of lithologic data in order to simplify and shorten its description, and to store data easily in digital form. The aim of this paper is to propose a lithogenetic code, which as far as it is possible systematizes all found types of aeolian deposits. Therefore, such a code contains not only lithologic data but also explains the deposit origin. Moreover, such a way of description helps out to use it in the POLEOL database.

To accept deposition process as a criterion for distinguishing lithologic units in aeolian environment was proposed. Hence, genetic types of deposits can be distinguished, which are related to the following subenvironments: 1) windward subenvironment, in which deposition occurs on the surface exposed to wind action, and depends on wind velocity and ground moisture, and 2) subenvironment of dune lee face, in which deposits are accumulated on the distal slope of dune mostly

by gravitational redeposition and/or grain fall on the surfaces sheltered from the wind.

Such a systematization of the deposit units gives a possibility of making palaeogeographic reconstructions including determining: a) wind conditions, b) morphometric and dynamic features of forms, c) after further studies and collecting of greater number of data — lithotype features of the genetic types of dunes.

Keywords: code, aeolian environment, sedimentary structures

W literaturze geologicznej i geomorfologicznej stała tendencją w ostatnich latach jest kodowanie danych litologicznych. To znacznie upraszcza i skraca opis profilów geologicznych. Dzięki temu można je przechowywać i przetwarzać w postaci cyfrowej. Tak zapisane dane da się wykorzystać do tworzenia odpowiednich baz, które służą do konstruowania modeli niezmiernie istotnych w badaniach środowiska przyrodniczego.

W polskiej literaturze geologiczno-geomorfologicznej na stałe przyjął się kod Mialla (1977), zmodyfikowany przez T. Zielińskiego (1992, 1995), który określa teksturę i strukturę osadów. Tak zakodowanymi informacjami opisuje się kolejne jednostki sedymentacyjne w profilach litologicznych. Jeśli profile są skomplikowane, konieczne jest łączenie pakietów w jednostki wyższego rzędu. Żeby uzyskać możliwie największą czytelność kodu, T. Zieliński (1992, 1995) wypracował trójstopniowy, gradacyjny podział:

1) litofacja jest jednostką litologiczną o zdefiniowanych cechach strukturalnych i teksturalnych, utożsamia się ją z formą depozycyjną bądź z procesem depozycyjnym;

2) zespół litofacji składa się z kilku litofacji — głównych i drugorzędnych; na jego podstawie można określić warunki akumulacji osadów, a więc jest zapisem subsródowniska sedymentacyjnego;

3) kompleks litofacyjny jest złożony z pionowo lub obocznie sąsiadujących zespołów, powstałych we względnie stałych lub stopniowo zmieniających się warunkach sedymentacji; reprezentuje zatem środowisko sedymentacyjne.

Dotychczas według podanej systematyki zostały zakodowane osady fluwialnego i szeroko rozumianego glacialnego środowiska sedymentacyjnego (Zieliński T., 1992,

1993, 1995, 1997, 1998; Terpiłowski, 2003). Wydaje się konieczne podobne podejście do środowiska eolicznego. W literaturze zostały opisane próby kodowania informacji litologicznych stosowane doraźnie, na potrzeby danej publikacji (Clemmensen & Abrahamsen, 1983; Kocurek & Nielson, 1986). Pełny podział środowiska eolicznego dał Goździk (1998), a zaproponowany przez niego kod obejmuje jedynie jednostki rangi subsródowniska i jest oparty na kryterium tekstury oraz formy, jaka powstaje w wyniku sedymentacji. Szczegółowy opis zaś obejmuje wyłącznie cechy litologiczne jednostek sedymentacyjnych spotykanych w pokrywach eolicznych.

Jeśli bierzemy pod uwagę środowisko depozycyjne, bardziej uzasadniony wydaje się podział ze względu na dominujący proces, w którego wyniku jest deponowany materiał. Przyjmując to kryterium, autorzy proponują podział środowiska eolicznego na subsródownisko dowietrzne, czyli takie, w którym sedymentacja zachodziła na powierzchni wystawionej na działanie wiatru (Hunter, 1977; Borówka, 1980), oraz subsródownisko zawietrzne — tu akumulacja zachodziła w wyniku depozycji na stoku dystalnym, głównie na skutek oddziaływania siły grawitacji oraz wstecznych zawirowań (McKee i in., 1971).

W tej pracy autorzy usystematyzowali kod litogenetyczny eolicznego środowiska sedymentacyjnego w podziale na subsródownisko dowietrzne (ryc. 1) i zawietrzne (ryc. 2) oraz wskazali możliwości interpretacyjne.

Środowisko eoliczne

W środowisku eolicznym działają procesy niszczenia (deflacji i korazji), transportu (trakcji, saltacji, suspensji) i akumulacji. Prowadzą one do powstania form eolicznych: a) deflacyjnych (korazyjnych) — zagłębienia deflacyjne (rynny, niecki, wanny), ostańce deflacyjne, graniaki i jardangi, b) akumulacyjnych — wydmy, eoliczne pokrywy pylasto-piaszczyste, pokrywy lessowe. Zapis środowiska eolicznego można również znaleźć w osadach. Wiatr — siła sprawcza transportu eolicznego — jest ośrodkiem, którego cechy zmieniają się w krótkim czasie, zatem depozycja materiału z takiego ośrodka ma również zmienną

¹Zakład Geografii Fizycznej i Paleogeografii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, al. Kraśnicka 2CD, 20-718 Lublin; pziel@biotop.umcs.lublin.pl

²Instytut Paleogeografii i Geoekologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań; kissmer@amu.edu.pl

prędkość wiatru wind velocity	0 [m/s]		4			8		12		15		18				
	podłoże suche dry ground		podłoże wilgotne wet ground													
ukształcanie powierzchni relief	powierzchnia płaska flat surface		powierzchnia z riplemarkami surface with ripples		powierzchnia z riplemarkami adhezyjnymi with adhesion ripples		powierzchnia z megariplemarkami with megaripples		powierzchnia z megariplemarkami adhezyjnymi surface with adhesion megaripples		powierzchnia płaska plane bed		powierzchnia z riplemarkami żwirowymi surface with granule ripples		ryny deflacyjne deflation troughs	
procesy sedymentacyjne sedimentation processes	depozycja z zawiesiny deposition from suspension		depozycja w wyniku transportu saltacyjnego deposition from saltation transport		depozycja w wyniku transportu saltacyjnego na podłożu wilgotnym deposition from saltation transport on the wet ground		depozycja w wyniku transportu saltacyjnego i saltacji zmodyfikowanej w strefach cieni aerodynamicznych mezoform deposition from saltation and modified saltation transport in aerodynamic shadow zones of mesoforms		depozycja w wyniku transportu w saltacji zmodyfikowanej i w przygruntowej zawieszinie podczas chwilowego unieruchomienia osadu na wilgotnym podłożu deposition from saltation transport and from near bed suspension during temporary stoppage of deposit on the wet ground		depozycja w wyniku transportu w przygruntowej zawieszinie i saltacji zmodyfikowanej deposition from near bed suspension and from modified saltation transport		depozycja w wyniku transportu saltacyjnego oraz transportu bardzo drobnego żwiru i piasku gruboziarnistego w przygruntowej zawieszinie deposition from saltation transport and from near bed suspension when very fine gravel and coarse sand occur in transported material		roziewanie powierzchni eksponowanych na wiatr i wypielnianie zagłębień osadem, gdy spadka prędkość wiatru deflation of surface exposed to the wind and filling of troughs with deposits when wind velocity decreases	
tekstura texture	pył, pył piaszczysty silt, silty sand		piasek drobnoziarnisty, piasek pylisty fine sand, silty sand		piasek drobnoziarnisty, piasek średnioziarnisty, piasek pylisty fine sand, medium sand, silty sand		piasek średnioziarnisty, piasek drobnoziarnisty medium sand, fine sand		piasek średnioziarnisty, piasek gruboziarnisty, bardzo drobny żwir medium sand, coarse sand, very fine gravel		piasek gruboziarnisty, bardzo drobny żwir coarse sand, very fine gravel		piasek średnioziarnisty, drobnoziarnisty i gruboziarnisty medium sand, fine sand and coarse sand			
struktura structure	laminacja pozioma, laminacja falista horizontal lamination, wavy lamination		przekątna laminacja riplemarków wstępujących, warstwowanie translacyjno-wstępujące, laminacja falista cross-lamination, climbing ripple stratification, wavy lamination		pseudoprzekątna laminacja riplemarkowa z pomarszczoną powierzchnią laminacji pseudo-cross lamination with creased surface of laminae		dużokątowe, przekątne warstwowanie tabularne średniej i małej skali high-angle tabular cross-stratification of medium- and small-scale		przekątne warstwowanie małokątowe low-angle cross-stratification		warstwowanie poziome horizontal stratification		warstwowanie przekątne, struktura masywna cross-stratification massive structure		przekątne warstwowanie rynnowe trough cross-stratification	
kod środowiska depozycyjnego code of depositional environment	HL		RC		RA		MR		MA		PB		RG		DT	

↓ depozycja z zawiesiny deposition from suspension	transport w saltacji saltation transport	transport w saltacji zmodyfikowanej modified saltation transport	transport w zawieszinie przygruntowej transport in near bed suspension	transport w trakcji surface creep transport
---	---	---	---	--

Ryc. 1. Geneza litofacji eolicznego subsrodowiska powietrznego w zależności od prędkości wiatru i wilgotności podłoża na podstawie Borówka (1990, 2001); układ tabeli zaczerpnięty od T. Zielińskiego (1997); skróty genetyczne na podstawie Clemenzena i Abrahamsena (1983) — częściowo zmienione i uzupełnione

Fig. 1. Origin of aeolian windward lithofacies in relation to wind velocity and ground moisture after Borówka (1990,2001); table after T. Zieliński (1997); genetic symbols after Clemenzen & Abrahamsen (1983), partly modified

naturę. Istotnym elementem środowiska eolicznego jest również podłoże, na którym zachodzi depozycja. Warunki depozycji wpływają na powstanie cech litologicznych osadów — tekstury i struktury. Udokumentowanie w terenie tych cech pozwala na rekonstrukcję kopalnych subsrodowisk eolicznych.

Subsrodowisko powietrzne

Akumulacja w subsrodowisku powietrznym uzależniona jest głównie od dwóch czynników: prędkości wiatru i wilgotności podłoża (Borówka, 1990, 2001). W wyniku ich oddziaływania powstają zróżnicowane pod względem wielkości i kształtu formy depozycyjne lub deflacyjne. Przyjmując jako kryterium powyższe czynniki, autorzy podzielili prądowe subsrodowisko eoliczne na następujące typy genetyczne osadów (ryc. 1).

HL — powierzchnia płaska (ang. *horizontal layer*). Materiał podlegający procesom eolicznym zostaje uruchomiony dopiero, gdy prędkość wiatru wynosi około 4 m/s (Borówka, 1990, 2001). Są to warunki, które sprzyjają opa-

daniu materiału z zawiesiny (Schwan, 1986). Efektem tego rodzaju depozycji jest płaska powierzchnia. Akumulowany w ten sposób osad pylisty lub bardzo drobnopiaszczysty tworzy rozległe warstwy o strukturze masywnej, laminacji poziomej lub smużystej (ryc. 3A). Laminacja osadów świadczy o istnieniu prądów, a zatem oprócz depozycji związanej z opadaniem z zawiesiny należy również brać pod uwagę rytmiczny transport przypowierzchniowy.

Lea (1990) i Goździk (1998) uznają, iż obecność materiału bardzo drobnopiaszczystego dowodzi, że transport odbywał się w tzw. saltacji zmodyfikowanej (Tsoar & Pye, 1987). Ten rodzaj transportu eolicznego jest utożsamiany z unoszeniem przerywanym w środowisku aluwialnym. Procesowi temu podlega, jak twierdzą Tsoar i Pye (1987), materiał o średnicy 0,07–0,1 mm. Saltacja zmodyfikowana polega na tym, iż na ziarna włączone do transportu działa turbulencja, w wyniku której tor ruchu cząstki jest dłuższy niż w „skokach saltacyjnych” i nieregularny. Gdy uwzględnia się analogię do środowiska fluwialnego, w którym muły piaszczyste o laminacji smużystej uznaje się za efekt depozycji z zawiesiny oraz rytmicznego transportu

przydenne (Zieliński T., 1997, 1998), można przyjąć, iż litofacie pylaste i pylasto-piaszczyste o laminacji smużystej lub poziomej powstają w warunkach słabych wiatrów w granicach prędkości 0–4 m/s, o strukturze masywnej zaś — w bezwietrznych.

RC — riplemarki wstępujące (ang. *climbing ripples*). Jeśli prędkość wiatru wynosi 4–8 m/s, na powierzchni wystawionej na działanie wiatru w wyniku transportu saltacyjnego powstają małe formy depozycyjne — riplemarki (np. Sharp, 1963; Hunter, 1977; Borówka, 1980, 1990, 2001). Ich typowe wymiary to: wysokość 0,5–1 cm (maksymalnie 10 cm), rozstęp 5–20 cm (maksymalnie 200 cm) (Bagnold, 1954; Sharp, 1963). Parametry tych form są ściśle uzależnione od prędkości wiatru; im jest większa tym wysokość i rozstęp riplemarków są większe (Lancaster, 1995). Osady deponowane w wyniku ruchu riplemarków (ryc. 3B, E) to głównie piaski drobnoziarniste i piaski pylaste (Goździk, 1998), które tworzą przekątnie laminowane riplemarki wstępujące (Sharp, 1963). Dobra segregacja materiału w środowisku eolicznym jest przyczyną jego teksturalnej jednorodności. Z tego powodu często się zdarza, iż laminacja riplemarków wstępujących jest słabo czytelna. Hunter (1977) wprowadził do tej grupy genetycznej osadów eolicznych termin warstwowanie translacyjno-wstępujące. Są to piaski tworzące rozległe, płaskie i równoległe warstwy. Ich miąższość wynosi od kilku milimetrów do około 2 cm i jest proporcjonalna do wielkości riplemarków. Charakteryzują się odwróconym uziarnieniem frakcjonalnym w obrębie poszczególnych warstw oraz erozyjnym stropem. Nachylenie warstw jest równe kątowemu wspinania riplemarków. Duże tempo agradacji powoduje powstanie przekątnej, sinusoidalnej laminacji riplemarkowej (Hunter, 1977). Tego typu laminacja może również powstać w warunkach zwiększonej dostawy materiału z suspensji.

RA — riplemarki adhezyjne (ang. *adhesion ripples*). Na wilgotnym podłożu, gdy prędkość wiatru osiąga 5–8 m/s, materiał jest chwilowo wyłączony z transportu saltacyjnego. Powstają małe riplemarki adhezyjne kilkumilimetrowej wysokości i rozstępie od kilku milimetrów do 1 cm (Reineck, 1955; Kocurek & Nielson, 1986; Schwan, 1986; Borówka, 1990, 2001). Efektem takiej depozycji są najczęściej piaski drobno- i średnioziarniste oraz piaski pylaste o nieregularnej laminacji falistej (ryc. 3C). W literaturze struktury tego typu są określane jako pseudoprzekątna laminacja (Hunter, 1973) wstępujących riplemarków adhezyjnych (Reineck, 1955; Kocurek & Fielder, 1982) lub pseudoprzekątne warstwowanie piasków z pomarszczoną powierzchnią lamin (Goździk, 1998).

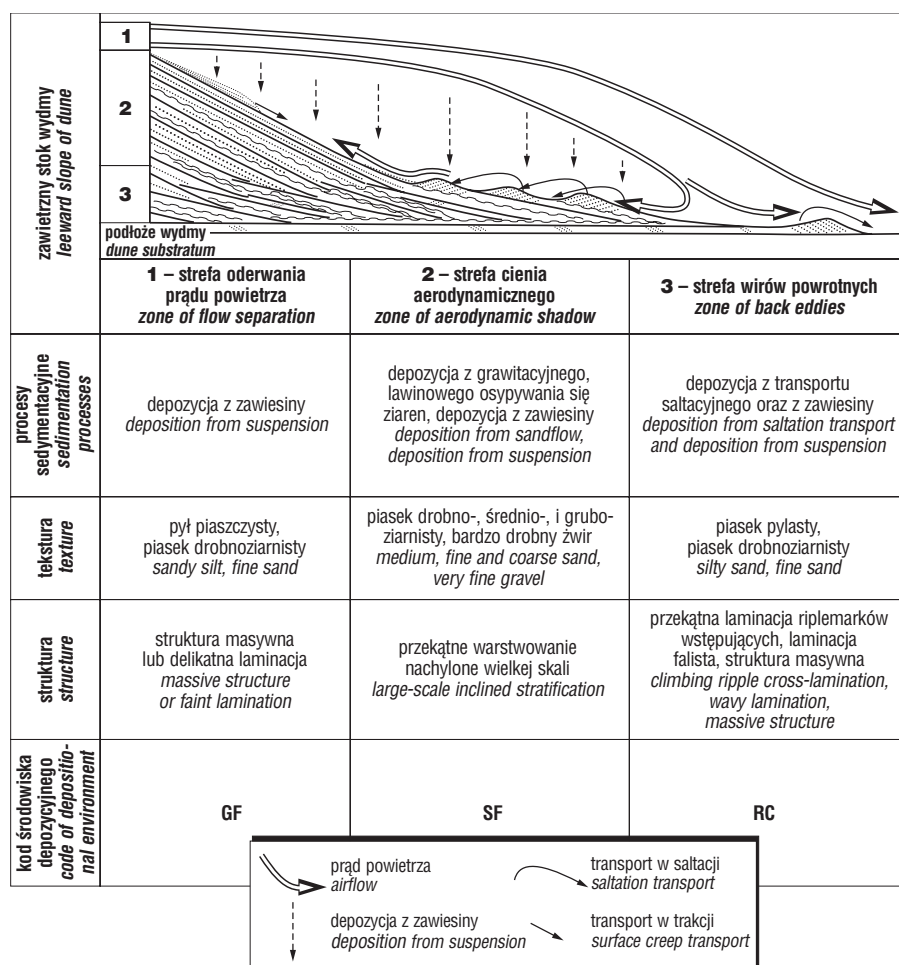
MR — megariplemarki (ang. *megaripples*). Na suchej powierzchni wzrost prędkości wiatru powyżej 8 m/s powoduje znaczne zwiększenie rozmiarów form depozycyjnych. Borówka (1990, 2001) nazywa je mezobarchanami. Wysokość megariplemarków wynosi od 10 do 100 cm. Po ich stronie zawietrznej wykształca się stok depozycyjny, na którym zachodzi akumulacja w wyniku osuwania się materiału. Tego typu formy (ryc. 3B) zapisują się w osadach jako zestawy piasków średnio- i drobnoziarnistych o tabularnym warstwowaniu przekątnym małej i średniej skali (Pye & Tsoar, 1990; Goździk, 1998).

MA — megariplemarki adhezyjne (ang. *adhesion megaripples*). W podobnych warunkach aerodynamicznych co megariplemarki, lecz na wilgotnej powierzchni powstają duże riplemarki adhezyjne. Ich wysokość wynosi od 10 do 25 cm, a rozstęp od 20 do 30 m. Charakteryzują się krótkim i stromym stokiem doprądowym oraz łagodnym i dłuższym zaprądowym (Borówka, 1990, 2001). Przyjmuje się, iż jest to forma przejściowa między dużymi formami depozycyjnymi a płaską powierzchnią, która powstaje przy silnych wiatrach. Borówka (2001) sugeruje, iż w tych warunkach tworzą się zestawy płasko warstwowanych piasków, podobne do wyróżnionych przez Huntera (1977) — *planebed lamination*. Opisane przez Huntera (1977) małowarstwowe warstwowanie nachylone w stropie warstwowania horyzontalnego powstaje, gdy prędkość wiatru spada, a więc w warunkach przejściowych od wiatrów silnych do słabych. Cechy morfometryczne dużych riplemarków adhezyjnych skłaniają do stwierdzenia, iż efektem depozycji są piaski o małowarstwowym warstwowaniu nachylonym (ryc. 3D).

PB — powierzchnia płaska powstała z rozwiania form depozycyjnych (ang. *plane bed*). Prędkość wiatru powyżej 12 m/s powoduje rozwianie mikro- i mezofarm i powstanie płaskiej powierzchni (Borówka, 1990, 2001). Podobną sytuację opisał Hunter (1977), gdy prędkość wiatru wynosiła 18 m/s. W efekcie gromadzi się piasek warstwowany poziomo. Struktura ta jest bardzo podobna do warstwowania translacyjnego wyróżnianego przez Huntera (1977); odróżnia je gorsza segregacja ziaren, brak granic erozyjnych i normalne uziarnienie frakcjonalne (ryc. 3E).

RG — riplemarki żwirowe (ang. *granule ripples*). Wzrost prędkości wiatru do 18 m/s nad powierzchnią piaszczystą ze zwiększonym udziałem frakcji drobnożwirowej powoduje powstanie form 10-centymetrowej wysokości, zwanych riplemarkami żwirowymi. Ich charakterystyczną cechą jest to, iż materiał grubszy koncentruje się głównie w obrębie grzbietów form, drobniejszy zaś w dolnej części stoków zawietrznych (Sharp, 1963; Fryberger i in., 1992). Efektem jest depozycja utworów drobnożwirowych i grubopiaszczystych w formie soczewek, wydłużonych warstw o płaskim warstwowaniu przekątnym lub o strukturze masywnej o miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów (ryc. 3F).

DT — rynny deflacyjne (ang. *deflation troughs*). Wzrost prędkości wiatru powyżej 15 m/s uaktywnia procesy deflacyjne. Efektem są zagłębienia deflacyjne, najczęściej w kształcie wąskich rynien zorientowanych zgodnie z kierunkiem wiatru (Borówka, 1990, 2001). Gdy prędkość wiatru spada, rynny są zapełniane (McKee, 1966; McKee i in., 1971). W rezultacie powstają struktury rynnowe, które najczęściej są wypełnione piaskami warstwowanymi współkształtnie do powierzchni rynny (ryc. 3G). Tak zapisane naprzemienne procesy deflacji i akumulacji należy zapewne utożsamiać ze zmiennymi warunkami aerodynamicznymi, czyli analogicznie do opisywanego przez McKee (1966) warstwowania klinowego. Rytmiczność zmian tekstury osadów wypełniających rynny, tj. naprzemianległe laminy grubszego i drobniejszego materiału, stanowią dowód na szybko zmieniające się warunki aerodynamiczne, a w szczególności prędkość wiatru (Poser, 1950; McKee i in., 1971; Hunter, 1977).



Ryc. 2. Geneza litofacji eolicznego subsródowniska zawietrznego; skróty genetyczne na podstawie Clemmensena i Abrahamsena (1983) — częściowo zmienione

Fig. 2. Origin of aeolian lithofacies of dune lee face; genetic symbols after Clemmensen & Abrahamsen (1983), partly modified

DP — bruk deflacyjny (ang. *deflation pavement*). Efektem intensywnej deflacji, zachodzącej zwykle w długim czasie, jest poziom materiału gruboklastycznego — bruk deflacyjny. Powstaje on na skutek deflacji, tj. wywiewania głównie piaszczystego materiału, a w skrajnych warunkach — drobnożwirowego. Efektem działania tego procesu jest residuum złożone ze żwirów, a nawet głazów z licznymi śladami korazji eolicznej. Poziomy te są dokumentowane najczęściej w obrębie eolicznych pokryw piaszczystych, w spągu wydm lub w stropie osadów o innej genezie (np. glin lodowcowych). Bruk deflacyjny stanowi wyraźne świadectwo zmian klimatycznych (Koster, 1988; Seppälä, 2004) i ma duże znaczenie diagnostyczne w rozważaniach stratygraficznych.

Subródownisko zawietrzne

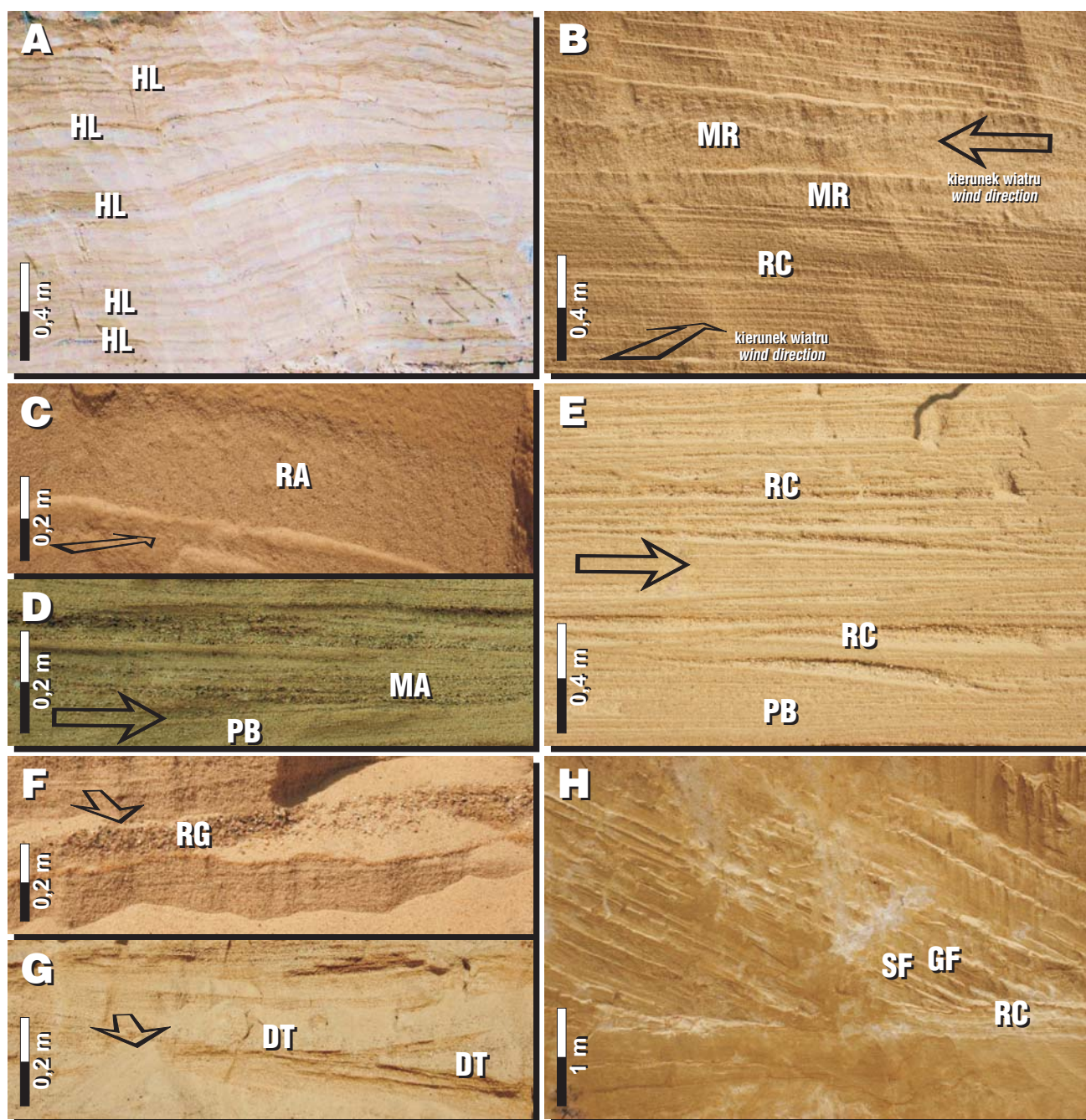
Depozycja osadów w subródownisku zawietrznym zachodzi na dystalnym stoku wydm. W tej strefie następuje grawitacyjne opadanie ziaren z powietrza oraz osuwanie się pojedynczych ziaren lub całych pakietów po stoku o nachyleniu bliskim kątowi naturalnego zsypania. Ponadto zachodzi migracja riplemarków w górę stoku na skutek wirów wstecznych (ryc. 2 i 3H).

SF — lawinowe osypywanie ziaren (ang. *sandflow*). Piasek przenoszony po dowiejnym stoku wydmy jest najczęściej deponowany po zawietrznej stronie grzbietu. Po przekroczeniu stanu równowagi, czyli kąta naturalnego spoczynku, następuje redepozycja grawitacyjna. W efekcie

takiego spływu mas gromadzi się piasek o dużokątowym warstwowaniu nachylonym. W przekroju poprzecznym górnej części stoku dolna granica osadu jest wklęsła w wyniku erozyjnej działalności osuwającego się pakietu; natomiast w środkowej i dolnej części stoku granica jest wypukła, gdyż jest skutkiem akumulacji — unieruchomienia osuwającego się materiału (Borówka, 1980, 1990, 2001). Zasięg poprzeczny pakietów jest niewielki, rzędu kilkunastu centymetrów, zasięg podłużny zaś jest bliski długości stoku zaprądowego wydmy (McKee, 1966; Sharp, 1966; Hunter, 1977; Borówka, 1980).

GF — opad ziarnowy (ang. *grain fall*). Gdy silny strumień wiatru odrywa się od krawędzi wydmy, materiał piaszczysty zostaje uniesiony. W wyniku spadku nośności strumienia na zawietrznym stoku wydmy następuje opad ziarnowy z zawiesiny (Sharp, 1966; McKee i in., 1971). Zdeponowany w ten sposób materiał ma warstwy dużej rozciągłości, nachylone zgodnie z powierzchnią, na której zachodzi depozycja; jednak nie przekraczają 28°. Osad jest niewysortowany, ma strukturę masywną lub delikatną laminację (McKee, 1966; Hunter, 1977; Clemmensen & Abrahamsen, 1983).

RC — riplemarki wstępujące (ang. *climbing ripples*). Proces depozycyjny prowadzący do powstania riplemarków został opisany w części dotyczącej subródowniska dowietrznego. W tym miejscu należy zaznaczyć, iż tego typu depozycja zachodzi również w dolnej części dystalnego stoku wydmy, w skutek działania wstecznych prądów.



Ryc. 3. Cechy litofacjalne osadów eolicznych; A — akumulowanych w warunkach bezwietrznych; B–G — akumulowanych w subsrodowisku dowietrznym (strzałka wskazuje kierunek wiatru); H — akumulowanych w zawietrznym subsrodowisku wydmy

Fig. 3. Lithofacial features of aeolian sediments; A — accumulated under windless conditions; B–G — accumulated in wind-exposed subenvironment (the arrow shows wind direction); H — accumulated in subenvironment of dune lee face

Laminy riplemarkowe wyklinowują się w górę stoku i zazębiają z warstwami typu SF. Występowanie na stoku zawietrznego opadu ziarnowego (GF) powoduje zatarcie laminacji riplemarków wstępujących i powstanie zestawów piasków delikatnie laminowanych bądź o strukturze masywnej (Clemmensen & Abrahamsen, 1983).

Podsumowanie

Ujednolicony sposób kodowania informacji litologicznych środowiska eolicznego został przygotowany w związku z tworzoną bazą POLEOL zawierającą dane na temat zjawisk eolicznych w Polsce (Issmer, 2004).

Uwzględniając aktualny stan badań odnoszących się do szeroko rozumianego środowiska eolicznego, autorzy zaproponowali kod litogenetyczny jako sposób rejestracji niosący interpretację genetyczną. Umożliwia on jednoznaczny i krótki zapis informacji o warunkach procesu depozycyjnego, tj. aerodynamice i wilgotności oraz rodzaju powierzchni, na której osad był akumulowany. Cyfrowy zapis tak zakodowanych danych jest ujednolicony z bazą danych DIRTMAP (Kohfeld & Harrison, 2000, 2001).

Podział środowiska eolicznego na dwa subsrodowiska, tj. subsrodowisko dowietrzne i zawietrzne, podyktowany był zróżnicowaniem dominujących procesów depozycji w różnych częściach wydmy — na jej przedpolu oraz zaple-

czu. Taki podział pozwala dokonywać rekonstrukcji paleogeograficznych, w tym głównie typów genetycznych form i ich dynamiki, oraz pośrednio warunków środowiskowych. Jest to bardzo istotne w badaniach wydm śródlądowych, gdyż formy te rozwijały się w trzech fazach wydmotwórczych. W wyniku tego formy ze starszych faz są najczęściej zachowane w stanie kopalnym. Zatem ich rekonstrukcja „typologiczna” jest możliwa jedynie na podstawie cech litofacjalnych osadów.

Scharakteryzowane typy genetyczne osadów subśrodowiska dowiezrznego zależnie od wilgotności powierzchni depozycyjnej reprezentują dwie odmienne sukcesje charakterystyczne dla narastającej prędkości wiatru (ryc. 1, por. Borówka, 1990, 2001). Pierwszą, na powierzchni suchej, tworzą litofacie: HL (powierzchnia płaska) → RC (powierzchnia z riplemarkami wstępującymi) → MR (powierzchnia z megariplemarkami) → PB (powierzchnia płaska z rozwianiami form depozycyjnych) → DT (powierzchnia z rynnami deflacyjnymi), na powierzchni wilgotnej zaś: HL (powierzchnia płaska) → RA (powierzchnia z riplemarkami adhezyjnymi) → MA (powierzchnia z megariplemarkami adhezyjnymi) → DT (powierzchnia z rynnami deflacyjnymi).

Dotychczasowe badania cech litofacjalnych wydm śródlądowych (Izmailów, 2001; Zieliński P., 2004) wydają się wskazywać, że w poszczególnych typach genetycznych można wyróżnić tzw. cechy litotypowe, czyli te, które umożliwiają rozpoznanie rodzaju wydmy po cechach litologicznych tworzących ją osadów (teksturze, strukturze i danych kierunkowych). Jednakże jednoznaczne wskazanie tych cech będzie możliwe po dodatkowych, szczegółowych badaniach większej liczby wydm, co w znacznym stopniu ułatwi baza POLEOL.

Autorzy pragną serdecznie podziękować profesorowi Tomaszowi Zielińskiemu i anonimowemu recenzentowi za cenne i zycielne uwagi.

Literatura

- BAGNOLD R.A. 1954 — The physics of blown sand and desert dunes. Methuen, London.
- BORÓWKA R.K. 1980 — Współczesne procesy transportu i sedymentacji piasków eolicznych oraz ich uwarunkowania i skutki na obszarze wydm nadmorskich. Pr. Komis. Geogr. Geol. PTPN, 20.
- BORÓWKA R.K. 1990 — The Holocene development and present morphology of the Leba Dunes, Baltic coast of Poland. [In:] Nordstrom K.F., Psuty N. & Carter B. (ed) Coastal Dunes: form and processes. Wiley, Chichester-New York: 289–313.
- BORÓWKA R.K. 2001 — Struktura wewnętrzna wydm Łebskich jako efekt zmienności warunków meteorologicznych. [W:] Rotnicki K. (red.) Przemiany środowiska geograficznego nizin nadmorskich południowego Bałtyku w wistulianie i holocenie. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 89–93.
- CLEMMENSEN L.B. & ABRAHAMSEN K. 1983 — Aeolian stratification and facies association in desert sediments, Arran basin (Permanian), Scotland. *Sedimentology*, 30, 3: 311–339.
- FRYBERGER S.G., HESP P. & HATINGS K. 1992 — Aeolian granule ripple deposits, Namibia. *Sedimentology*, 39, 2: 319–331.
- GOŹDZIK J. 1998 — Struktury sedymentacyjne w eolicznych piaskach pokrywowych w Polsce. [W:] Mycielska-Dowgiało E. (red. nauk.) Struktury sedymentacyjne i postsedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna. WGiSR UW, Warszawa: 167–191.
- HUNTER R.E. 1973 — Pseudo-crosslamination formed by climbing adhesion ripples. *J. Sediment. Petrol.*, 43: 1125–1127.
- HUNTER R.E. 1977 — Basic types of stratification in small eolian dunes. *Sedimentology*, 24, 3: 366–387.
- ISSMER K. 2004 — Badania osadów lessowych i ich wykorzystanie w Geograficznych Systemach Informacyjnych (GIS) — problem unifikacji badań zagadnień eolicznych w Polsce. [W:] Jary Z. (red.) Zmiany klimatu zapisane w sekwencjach lessowych, IV Seminarium Lessowe, 13–16.10.2004, Strzelin. Inst. Geogr. i Rozwoju Regional. UW: 40–43.
- IZMAIŁÓW B. 2001 — Typy wydm śródlądowych w świetle badań struktury i tekstury ich i osadów (na przykładzie dorzecza górnej Wisły). *Rozprawy Habilitacyjne UJ*, nr 538. Wyd. UJ, Kraków.
- KOCUREK G. & FIELDER G. 1982 — Adhesion structures. *J. Sediment. Petrol.*, 52, 4: 1229–1241.
- KOCUREK G. & NIELSON J. 1986 — Conditions favorable for the formation of warm-climate aeolian sand sheets. *Sedimentology*, 33, 6: 795–816.
- KOHFELD K.E. & HARRISON S.P. 2000 — How well can we simulate past climates? Evaluating the models using global palaeoenvironmental datasets. *Quat. Sci. Rev.*, 19: 321–346.
- KOHFELD K.E. & HARRISON S.P. 2001 — DIRTMAP: The geological record of dust. *Earth Sci. Rev.*, 54, 1-3: 81–114.
- KOSTER E. 1988 — Ancient and modern cold-climate aeolian sand deposition: a review. *J. Quat. Sci.*, 3, 1: 69–83.
- LANCASTER N. 1995 — *Geomorphology of desert dunes*. Routledge, London-New York.
- LEA P.D. 1990 — Pleistocene periglacial eolian deposits in south-western Alaska; sedimentary facies and depositional processes. *J. Sediment. Res.*, 60, 4: 582–591.
- McKEE E.D. 1966 — Structures of dunes at White Sands National Monument, New Mexico (and a comparison with structures of dunes from other selected areas). *Sedimentology*, 7, 1: 1–69.
- McKEE E.D., DOUGLASS J.R. & RITTENHOUSE S. 1971 — Deformation of lee-side laminae in eolian dunes. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 82: 359–378.
- MIALL A.D. 1977 — A review of the braided river depositional environment. *Earth Sci. Rev.*, 13: 1–62.
- POSER H. 1950 — Zur Rekonstruktion der spätglazialen Luftdruckverhältnisse in Mittel- und Westeuropa auf Grund der vorzeitlichen Dünen. *Erdkunde*, 4, 1-2: 63–70.
- PYE K. & TSOAR H. 1990 — *Aeolian sands and dunes*. Unwin Hyman, London.
- REINECK H.E. 1955 — Haftrippeln und Haftwarzen Ablagerungsformen von Flugsand. *Senckenbergiana Lethaea*, 36: 347–357.
- SCHWAN J. 1986 — The origin of horizontal alternating bedding in Weichselian aeolian sands in Northwestern Europe. *Sediment. Geol.*, 49: 73–108.
- SEPPÄLÄ M. 2004 — *Wind as a geomorphic agent in cold climates*. Cambridge University Press.
- SHARP R.P. 1963 — Wind ripples. *J. Geol.*, 71: 617–636.
- SHARP R.P. 1966 — Kelso Dunes, Mohave Desert, California. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 77: 1045–1074.
- TERPIŁOWSKI S. 2003 — Nowa propozycja kodowego zapisu genetyki osadów glacialmarginalnych. [W:] Harasimiuk M. & Terpiłowski S. (red.) *Analizy sedymentologiczne osadów glacialmarginalnych*. Wyd. UMCS, Lublin: 81–93.
- TSOAR H. & PYE K. 1987 — Dust transport and the question of desert loess formation. *Sedimentology*, 34: 139–153.
- ZIELIŃSKI P. 2004 — Modele rozwoju wydm w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. [W:] Wojtanowicz J. (red.) *Formy i osady eoliczne*. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań: 77–84.
- ZIELIŃSKI T. 1992 — Moreny czołowe Polski północno-wschodniej — osady i warunki sedymentacji. *Pr. Nauk. UŚI*, 1325.
- ZIELIŃSKI T. 1993 — Sandry Polski północno-wschodniej — osady i warunki sedymentacji. *Pr. Nauk. UŚI*, 1398.
- ZIELIŃSKI T. 1995 — Kod litofacjalny i litogeniczny — konstrukcja i zastosowanie. [W:] Mycielska-Dowgiało E. & Rutkowski J. (red.) *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. WGiSR UW, Warszawa: 220–234.
- ZIELIŃSKI T. 1997 — Cykliczność w osadach rzek roztokowych. *Geol. UŚI*, 14: 68–119.
- ZIELIŃSKI T. 1998 — Litofacjalna identyfikacja osadów rzecznych. [W:] Mycielska-Dowgiało E. (red. nauk.) *Struktury sedymentacyjne i postsedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna*. WGiSR UW, Warszawa: 197–257.

Praca wpłynęła do redakcji 8.03.2006 r.
Po recenzji akceptowano do druku 24.10.2007 r.