



Jakie cechy litologiczne osadów warto kodować, a jakie nie?

Tomasz Zieliński¹, Małgorzata Pisarska-Jamroży¹



T. Zieliński



M. Pisarska-Jamroży

Which features of deposits should be included in a code and which not? *Prz. Geol.* 60: 387–397.

Abstract. Since the classical publications on lithofacies and architectural element codes (Miall, 1977, 1985), sedimentologists have made several attempts to optimize those codes. The authors present and discuss the codes of lithology and the origin of clastic rocks which have been proposed in the last thirty five years. It appears that the codes hitherto proposed are unsatisfactory because they fail to reflect several important features of deposits. It is postulated that most of Miall's original rules should be used as a starting point but some additional rules should also be followed: (1) lithofacies symbols should not be used to describe interpretations but lithologic features only; (2) code of texture should contain two capital letters at the most; (3) structure should be described by three lower-case letters at the most; (4) genetic code should indicate depositional process or parent depositional form by capital letters; (5) coding

is best applicable in practice if both the lithofacies and genetic codes are used jointly. The present authors propose a modified combination of lithofacies and lithogenetic symbols, shown to make sedimentological analyses more effective and unambiguous.

Keywords: lithofacies code, lithogenetic code, structure, texture, sedimentological analysis, clastic rocks, architectural elements

Kodowanie cech litologicznych osadów ma na celu skrócenie opisu charakteryzującego teksturę i strukturę osadów. Jeden z pierwszych kodów litofacjalnych został stworzony przez Birkenmajera (1959), jednak ze względu na swój skomplikowany zapis nie przyjął się. Dopiero opublikowany przez Mialla w 1977 r. kod zyskał zwolenników, a jego pierwszą modyfikację w polskiej geologii wprowadził Zieliński (1992, 1995). Symbol litofacji, według pierwotnych założeń, powinien identyfikować cechy fizyczne charakteryzujące osad. W kodzie tym tekstura opisywana jest wielką literą, a współwystępująca (w drugiej kolejności) mała litera oznacza cechę strukturalną. Geneza natomiast osadów zapisywana jest według zaproponowanych również przez Mialla (1985, 1988) i Zielińskiego (1992, 1995), a stosowanych stosunkowo rzadko w literaturze, symboli kodu litogenetycznego. Kod litogenetyczny bazuje na oznaczeniach elementów architektury środowiska (ang. *architectural elements*), a symbole tego kodu składają się z dwóch wielkich liter oznaczających skróty nazw form dna i koryta, form erozyjnych, procesów i/lub osadów.

Obecnie kodowanie litofacji stało się standardem opracowań sedimentologicznych. Symbole litologiczne i genetyczne można zamieszczać przy profilach litologicznych, szkiecach i fotografiach odsłoneń, przez co stają się one bardziej czytelne. Symbole kodów są również użyteczne we wszelkich zestawieniach tabelarycznych, a ponadto jest to sposób umożliwiający łatwe zastosowanie metod statystycznych w sedimentologii, czy używanie baz danych. Jednak stosowanie obu kodów nastęrcza często wiele problemów ze względu na mnogość funkcjonujących w literaturze propozycji. Na podstawie przeprowadzonej dyskusji stosowanych w literaturze kodów litofacjalnych i litogenetycznych autorzy proponują kodowanie tych cech litolo-

gicznych oraz tych form i procesów, które są istotne w analizie sedimentologicznej, a ich zapis odpowiada ogólnym zasadom kodu Mialla. Autorzy proponują zmodyfikowany podział symboli tekstualno-strukturalnych oraz litogenetycznych, w porównaniu ze stosowanymi w literaturze kodami Mialla (1977) i Zielińskiego (1992, 1995), zarówno dla luźnych, jak i zlityfikowanych skał klastycznych reprezentujących różne środowiska sedimentacyjne.

PRZEGLĄD STOSOWANYCH KODÓW

Pierwotny, macierzysty kod Mialla (1977) ulegał przez ostatnie 35 lat różnym modyfikacjom. Modyfikacje te – nowe symbole kodu – uzależnione były od litologicznej specyfiki analizowanych skał, dokładności analiz sedimentologicznych oraz akcentowanych cech środowisk sedimentacyjnych. Z czasem metodyka kodowania sedimentologicznego uległa daleko posuniętej komplikacji. Zaczęto używać coraz bardziej złożonych i rozbudowanych oznaczeń kodowych, mieszając w jednym zapisie zarówno symbole litofacjalne, jak i litogenetyczne. Próby modyfikacji kodów idą różnokierunkowo i z większym lub mniejszym powodzeniem zachowują pierwotne zasady kodowania miallowskiego.

Kod litofacjalny

Symbole kodu litofacjalnego mają opisywać fakty litologiczne, tj. cechy teksturalne i strukturalne skały.

Symbole teksturalne. Kodowane cechy teksturalne osadów odnoszą się za Miallem (1977) do wielkości ziaren tworzących osad i zapisywane są wielkimi literami na początku kodu. Słabą stroną zarówno kodu Mialla, jak i

¹Instytut Geologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań; zielu@amu.edu.pl, pisanka@amu.edu.pl.

Zielińskiego, jest mało dokładny opis uziarnienia litofacji. W dotychczasowych kodach nie wyróżniono frakcji głazowej, która jest istotna np. w przypadku osadów spływowych. W tym celu, dla oznaczenia frakcji głazowej Fyfe (1990) oraz Maizels (1993) zaproponowali symbol B (ang. *boluder*). Brakuje również rozdzielenia mułów od ilów (mułowców od ilowców), które opisywane są wspólnie jako jedna litofacja teksturalna F (ang. *finés*). Ghibaudo (1992) zastosował oznaczenia: M dla iltu (ang. *mud*) oraz T dla mułu (ang. *silt*). Z kolei Mastalerz (1990) oznacza muł jako ST, natomiast Ridgway & DeCelles (1993) muł oznaczają jako Fs, a ilt – Fm. Oba ostatnie symbole kłócą się z podstawową zasadą, że wielkie litery kodu zarezerwowane są dla cech teksturalnych, natomiast małe litery – dla cech strukturalnych. Hoffmann & Piotrowski (2001) zaproponowali, by muł zapisywać jako U, a ilt jako C. Zapis ten nie przyjął się w literaturze, a symbol C pierwotnie został zarezerwowany przez Mialla (1977) dla osadów organicznych.

Podjęmowano także próby wprowadzenia w zapisie teksturalnym oznaczeń odnoszących się do szczegółowych podklas frakcyjnych. Maizels (1993) wydzieliła litofację żwiru drobnoziarnistego GR (ang. *granule; fine-grained gravel*), a Pisarska-Jamroży (2006, 2008), podążając tym tropem, wyróżniła litofację żwiru średnioziarnistego GP (ang. *pebble; medium-grained gravel*) i litofację żwiru gruboziarnistego GC (ang. *cobble; coarse-grained gravel*). Evans (1991) z kolei przyjął zasadę, że ostatnia, mała litera symbolu litofacji szczegółowo określa uziarnienie w danej klasie frakcyjnej, np. Smc – piasek masywny gruboziarnisty (ang. *massive coarse-grained sand*), czy Smf – piasek masywny drobnoziarnisty (ang. *massive fine-grained sand*).

Ze względu na fakt, że litofacje często są mieszaniną dwu lub więcej frakcji, Zieliński (1992, 1995) oraz Fard i in. (1997) zaproponowali, by uziarnienie osadów różnoziarnistych wyrażane było dwiema wielkimi literami. Na pierwszym miejscu umieszcza się symbol frakcji dominującej, a na drugim – frakcji drugorzędnej, np. GS – żwir piaszczysty (ang. *sandy gravel*). Lysá & Corner (1994) zaproponowali również dwuliterowy zapis teksturalny, z tym że frakcja drugorzędna pisana była małą literą na początku, zgodnie z zapisem w języku angielskim przymiotnika na pierwszym miejscu, np. sG – żwir piaszczysty (ang. *sandy gravel*).

W trakcie kodowania cech teksturalnych próbowano także umieszczać informacje dotyczące proporcji szkieletu ziarnowego do matriks, rodzaju szkieletu ziarnowego, czy typu uziarnienia frakcjonalnego. Brierley i in. (1993), Ridgway & DeCelles (1993) oraz Mastalerz (1995) zapisali rodzaj szkieletu ziarnowego jako drugą, małą literę w kodzie, np. Gm – żwir o rozproszonym szkielecie ziarnowym (ang. *matrix-supported gravel*), Gc – żwir o zwartym szkielecie ziarnowym (ang. *clast-supported gravel*), co jednak mylone być może z oznaczeniami strukturalnymi. Maizels (1993) z kolei użyła litery s na określenie żwiru o rozproszonym szkielecie ziarnowym (ang. *supported-work gravel*) oraz o dla żwiru niezawierającego matriks (ang. *open-work gravel*). Aitken (1995) zapisywał rozproszony szkielet ziarnowy jako mr (ang. *matrix-rich*). Uziarnienie frakcjonalne normalne kodowane było m.in. przez Kelly'ego & Martiniego (1986) oraz Aitkena (1995) jako g

(ang. *graded bed*) na końcu symbolu litofacji, np. Shg – piasek warstwowy poziomo o normalnym uziarnieniu frakcjonalnym. Tą samą cechą Maizels (1993), Mastalerz (1995), Benn & Evans (1998) kodowali używając symboli dwuliterowych ng (ang. *normally-graded bed*), uf lub fu (ang. *fining-upward bed*). Z kolei, odwrócone uziarnienie frakcjonalne zapisywane było jako i lub ig (ang. *inverse-ly-graded bed*), uc lub cu (ang. *coarsening-upward bed*). Ghibaudo (1992) zastosował dwie kolejne duże litery w celu określenia uziarnienia dolnej i górnej części ławicy, np. GS – osad, w którym wielkość ziarna maleje w litofacji od żwiru (G) po piasek (S).

Próbowano również kodować proste, dwuczłonowe cykle, czyli rytmy osadowe. I tak rytm, zbudowany w dole ze żwiru, a w górze z piasku, oznaczony był jako G/S przez Aitkena (1998) oraz GS przez Chamyala i in. (1997). Taką symbolikę uważamy za chybioną, gdyż symbole składające się z dwu wielkich liter powinny być zarezerwowane dla osadów o bimodalnej teksturze.

Osobnym zagadnieniem jest kodowanie osadów przejściowych pomiędzy wielofrakcyjnymi diamiktonami/diamiktytami a osadami wysortowanymi. Jeżeli frakcja dominująca współwystępuje nie z jedną, lecz z kilkoma frakcjami drugorzędnymi, to osad taki traktuje się jako diamiktonowy, np. SD – piasek diamiktonowy (ang. *diamictic sand*) (Zieliński, 1992, 1995; Fard i in., 1997). Diamiktonowy charakter osadu jest oznaczany np. przez Benna & Dawsona (1987) za pomocą małej litery d (ang. *diamictic*) po symbolu struktury, np. Smd – piasek masywny diamiktonowy. Maizels (1993) zaproponowała natomiast oznaczenie literą u (ang. *unsorted*) dla różnoziarnistych, niewysortowanych osadów prądowych.

Diamiktony/diamiktyty powstają najczęściej w efekcie dwóch procesów: redepozycji spływowej lub depozycji glacialnej. Te ostatnie – diamiktony glacialne/tyllity – są szczególnie ważne w geologii czwartorzędowej. Eyles i in. (1983) zaproponowali dla osadów diamiktonowych o rozproszonym szkielecie ziarnowym symbol Dm (ang. *matrix-supported diamicton*), a na trzecim miejscu w oznaczeniu pojawiały się symbole dotyczące struktury: masywnej m (ang. *massive*), warstwowej s (ang. *stratified*), bądź gradacji ziaren g (ang. *graded*). Dla glin glacialnych Krüger & Kjær (1999) zasugerowali kodowanie tekstury matriks, rodzaju szkieletu ziarnowego oraz proporcji ilości klastów do matriks. Oto przykłady tego zapisu: DmC(m₁) – diamikton masywny (Dm) z matriks gruboziarnistą, żwirowo-piaszczystą (C) o rozproszonym szkielecie ziarnowym (m) i niewielkiej zawartości ziaren (1) (ang. *massive diamicton, coarse-grained sandy-gravelly matrix, matrix-supported framework, clast poor*); DmM(m₃) – diamikton masywny (Dm) z matriks średnioziarnistą, piaszczysto-pyłową (M) o rozproszonym szkielecie ziarnowym (m) i dużej zawartości ziaren (3) (ang. *massive diamicton, medium-grained silty-sandy matrix, matrix-supported framework, clast rich*); DmF(c) – diamikton masywny (Dm) z matriks drobnoziarnistą, pyłowo-iltową (F) o zwartym szkielecie ziarnowym (c) (ang. *massive diamicton, fine-grained clayey-silty matrix, clast-supported framework*).

Osady organiczne oznaczane są najczęściej za Miallem jako C. Krzyszkowski (1996) proponował, by dla torfu stosować oznaczenie dokładniejsze, składające się z wielkiej i

małej litery Cp (ang. *peat*), ale druga mała litera może być mylona z symbolem struktury.

Mieszanki osadów organicznych i mineralnych kodowane były przez Santosa & Stevaux (2000) jako So (ang. *organic sand*), a Krzyszkowskiego (1996) jako Cs. Brierley (1991) użył dużej litery O dla oznaczenia osadu organicznego deponowanego z zawiesiny, natomiast Mastalerz (1996) zastosował zapis Fc dla mułowca/iłowca organicznego.

Symbole strukturalne. Oznaczenia struktury osadu zapisywane są małą literą po symbolu tekstury, zgodnie z propozycją Mialla (1977) i Zielińskiego (1992). Ghibaudo (1992) próbował wprowadzić zgoła odmienną zasadę, umieszczając symbol strukturalny na początku, co jednak nie przyjęło się.

Miall strukturę warstwowania poziomego zapisywał symbolem h, a laminację poziomą w osadach drobnoziarnistych jako l. Wiąże się to z odmiennym mechanizmem powstania warstwowania poziomego w osadzie piaszczystym/żwirowym oraz laminacji poziomej w osadzie mułowym/iłowym. Chcąc jednak zachować obiektywizm, poziome ułożenie lamin powinno być zapisywane jednym oznaczeniem h, tak jak proponują Hubert & Hyde (1982), Zieliński (1995) oraz Mastalerz (1996). Symbol l zarezerwowany jest dla małokątowego (<15°) warstwowania przekątnego (ang. *low-angle cross-stratification*) (Zieliński, 1992).

Za Miallem, warstwowania przekątne dzieli się na dwa typy: p – płaskie oraz t – rynnowe. W sytuacji, gdy nie można dokładnie określić typu struktury przekątnej, można zastosować symbol x, używany przez Huberta & Hyde'a (1982), Johnsona & Rodine (1984), Maizels (1989) i Ghibaudo (1992). Dla wszystkich struktur przekątnych Stingl (1994) i Mastalerz (1995) zastosowali dwuliterowe oznaczenie cb (ang. *cross-bedding*). Podobnie dwuliterowe oznaczenie fo dla określenia płaskiego warstwowania przekątnego wprowadzili Benn & Evans (1998). Z kolei Godin (1991) zastosował dodatkowe symbole, pisane po myślniku, określające skalę warstwowań przekątnych, np. St-l (ang. *large scale*), St-s (ang. *small scale*). Litofacje piasków o przekątnej laminacji riplemarków wstępujących oznaczane były za Hubert & Hyde (1982) jako Srd (ang. *ripple-drift*), za Zielińskim (1995) jako Src (od ang. *climbing ripples*) lub za Aitkenem (1995) Sr(A) i Sr(B), gdzie litery A i B odnosiły się do typu laminacji wstępującej. Benn & Evans (1998) wydzielają jeszcze warstwowanie riplemarkowe wstępujące typu S, np. Sr(S), co jednak Zieliński (1992) uznał za laminację falistą i oznaczył jako w (ang. *wavy lamination*).

Miall (1978) użył symbolu Se dla litofacji piaszczystych wypełniających nieckowate rozmycia erozyjne (ang. *erosional scour sandy fill*). Dla wypełnień żwirowych analogiczne oznaczenie Ge zastosowali Forbes (1983) i Masari (1983). Identyczną strukturę opisali Hubert & Hyde (1982), ale zapisali ją jako c (ang. *channel structure*), a Maizels (1989) oznaczyła ją jako ch (ang. *channeled*).

Kolejną kodowaną cechą strukturalną jest nieciągła, soczewkowata laminacja, którą oznaczył Brierley (1989) jako w (ang. *wavy lamination*), a Donnelly & Harris (1989) jako il (ang. *irregularly laminated*). Laminacja smużysta

została zakodowana przez Benna & Evansa (1998) dwuliterowo jako fl (ang. *flaser lamination*). Rytm iłowcowy zakodowali Kelly & Martini (1986) jako v (ang. *varves*), Benn & Evans (1998) jako lv (ang. *lamination with varves*), a Krzyszkowski (1993) użył zapisu Vc dla iłu warwowego oraz Vs dla mułu warwowego.

Ławice o strukturze zdeformowanej zakodowano stosując małą literę d (Zieliński, 1995). Mastalerz (1995, 1996) podzielił typy deformacji, i w zależności od ich genezy zastosował następujące symbole: b – bioturbacje, c – deformacja konwolucyjna (ang. *convoluted*), rt – struktury korzeniowe (ang. *rooted*), sl – deformacja grawitacyjna (ang. *slumped, slided*), a Maizels (1989) wprowadziła oznaczenie s dla osadów zdeformowanych gęstościowo (ang. *load structures*).

Czyniono również próby zawarcia w symbolach kodu oznaczeń pionowych sukcesji strukturalnych. Mastalerz (1990) kodował takie sukcesje według zasady: Sml – piasek, który w spągu ma strukturę masywną (m), a ku stropowi przechodzi w osad laminowany (l).

Imbrykacyjne ułożenie klastów Maizels (1992) oraz Ridgway & DeCelles (1993) zapisywali symbolem i, np. Bi – głazy imbrykowane.

Brak gruboklastyczny opisany został przez Maizels (1989) jako Blg (ang. *boulder lag*), przez Benna & Evansa (1998) jako BL, a przez Pisarską-Jamroży i in. (2010) jako GC (ang. *cobble*).

Charakterystyczną cechą osadów glacialimicznych jest obecność klastów z napławiania (ang. *dropstones*) – wytopionych z dryfujących brył lodowcowych. Benn & Evans (1998) użyli w tym celu małej litery zapisanej w nawiasie (d), umieszczonej na końcu zapisu kodowego, np. Fm(d) – muł/ił masywny z napławionymi klastami. Tę samą cechę Maizels (1997) oznaczyła małą literą e, np. Fe.

Kod litogenetyczny

O ile kod litofacyjny podaje w skrótowym zapisie cechy litologiczne osadu, to kod litogenetyczny ma lapidarnie przedstawiać wnioski dotyczące genezy poszczególnych litofacji, jak i zespołów litofacji. Dla wyraźnego odróżnienia go od kodu litofacyjnego, zapis litogenezy składa się wyłącznie z dużych liter alfabetu. Symbole kodu pochodzą od angielskich określeń genetycznych i powinny odpowiadać sygnaturom tzw. kodu elementów architektury środowiska (ang. *architectural-element analysis*), który ułożony został przez Mialla (1985) dla osadów fluwialnych. Analiza elementów architektury środowiska polega na tym, że każda litofacja zostaje zinterpretowana w jednej z następujących kategorii: macierzysta forma depozycyjna (np. riplemark, odsyp), forma erozyjna (np. koryto rzeczne), mechanizm depozycyjny (np. spływ grawitacyjny) lub środowiska depozycji (np. równia pozakorytowa). Symbole kodu litogenetycznego są najczęściej dwuliterowe. Kod Mialla (1985) dotyczył osadów aluwialnych. Zieliński (1995) zaproponował, by kod litogenetyczny rozszerzyć o kilka dodatkowych symboli, w efekcie czego mógł być stosowany również dla innych środowisk wodnych. Postawił również wniosek, by symbole kodu ustanawiać tylko dla dwóch kategorii genetycznych: macierzystych form depozycyjnych lub mechanizmów depozycyjnych.

W 1996 r. Miall rozszerzył zbiór symboli elementów architektury środowiska rzecznoego. Pojawiły się symbole: CR – krewasa (ang. *crevasse*), CS – stożek krewasowy (ang. *crevasse splay*), LV – wał brzegowy (ang. *levee*), FF – mada pozakorytowa (ang. *floodplain fines*). Ponadto, Miall (1996) zaproponował symbole dla form depozycyjnych: DA – forma przyrostu zaprawowego (ang. *downstream-accretion element*) oraz LA – forma przyrostu bocznego (ang. *lateral-accretion element*). Mankamentem dwu ostatnich symboli jest to, że odnoszą się one zarówno do niewielkich form dna, jak i dużych odsypów (łach). Zieliński & Goździk (2001) rozdzielili miallowskie oznaczenie genetyczne SB (piaszczyste formy dna) na dwa dokładniejsze symbo-

le: RI – riplemarki (ang. *ripples*) oraz SD – megariplemarki (ang. *sandy dunes*). Hjellbakk (1997) zaproponował symbol DC dla zespołu megariplemarków (ang. *dune complex*) oraz DAC dla zespołu odsypów foresetowych, tj. mikro-deltowych (ang. *downstream-accretion complex*). Za niezbyt udaną próbę kodowania genetycznego litofacji korytowych należy uznać wieloliterowe symbole Mialla (1996): SCH – paleokoryto z wypełnieniem piaszczystym (ang. *sand-filled channel*) oraz CH(FF) – starorzecze (ang. *channel within floodplain fines*). Podobnym tropem podążył Hjellbakk (1997), proponując symbole: SCH – piaszczyste wypełnienie koryta (od ang. *sandstone-filled channel*), czy MCH – pyłowo-piaszczyste wypełnienie

Tab. 1. Kod litofacyjny osadów klastycznych – symbole teksturalne
Table 1. Lithofacies code of clastic sediments – textural symbols

Symbole teksturalne osadów klastycznych <i>Textural symbols of clastic sediments</i>				
Osad z dominacją jednej frakcji <i>Monomodal texture</i>	Osad z dominacją dwóch frakcji <i>Bimodal texture</i>			
B głazy <i>boulders</i> >256 mm	BG głazy żwirowe <i>gravelly boulders</i>			
	BD głazy diamiktonowe <i>diamictic boulders</i>			
G żwir/gruz/zlepieniec/ brekcja <i>gravel/conglomerate/ breccia</i> 2–256 mm	GB żwir/zlepieniec/brekcja gławowe <i>bouldery gravel/conglomerate/breccia</i>			
	GS żwir/zlepieniec/brekcja piaszczyste <i>sandy gravel/conglomerate/breccia</i>			
	GD żwir/zlepieniec/brekcja diamiktonowe <i>diamictic gravel/conglomerate/breccia</i>			
S piasek/piaskowiec <i>sand/sandstone</i> 0,0625–2 mm	SG piasek/piaskowiec żwirowy <i>gravelly sand/sandstone</i>			
	SF piasek/piaskowiec pyłowo-iłowy <i>sand/sandstone with fines, argillaceous sandstone</i>	ST piasek/piaskowiec pyłowy <i>silty sand/sandstone</i>		
	SD piasek/piaskowiec diamiktonowy <i>diamictic sand/sandstone</i>			
F muł/mułowiec i/lub ił/iłowiec <i>fines, silt/siltstone and/or mud/mudstone</i> <0,0625 mm	FS muł/mułowiec piaszczysty i/lub ił/iłowiec piaszczysty <i>sandy fines</i>	T muł/mułowiec <i>silt/siltstone</i> 0,0039–0,0625 mm	TS muł/mułowiec piaszczysty <i>sandy silt/siltstone</i>	
			TD muł/mułowiec diamiktonowy <i>diamictic silt</i>	
	TM muł/mułowiec iłowy <i>muddy silt/siltstone</i>			
	FD muł/mułowiec i/lub ił/iłowiec diamiktonowy <i>diamictic fines</i>	TC muł/mułowiec organiczny <i>organic silt/siltstone</i>	M ił/iłowiec <i>mud/mudstone</i> < 0,0039 mm	MT ił/iłowiec pyłowy <i>silty mud/mudstone</i>
				MC ił/iłowiec organiczny <i>organic mud/mudstone</i>
	FC muł/mułowiec i/lub ił/iłowiec organiczny <i>organic fines</i>			
C torf, kreda jeziorna, gytia <i>organic deposits</i>				

koryta (ang. *mudstone & sandstone-filled channel*). Typy koryt rzecznych próbowali również kodować Hornung & Aigner (1999): CH(b) – koryto rzeki o obciążeniu przydennym (ang. *channel of bedload-type*), CH(s) – o obciążeniu zawieszonym (ang. *suspended-load type*), CH(m) – o obciążeniu pośrednim (ang. *mixed-load type*). W aluwiach rzek roztokowych, tam gdzie łączą się przepływy dwu koryt, często dochodzi do erozji wielkoskalowych rynien wypełnianych później osadem. Takie struktury oznaczano w zapisie kodowym jako HO (ang. *hollow*) (Cowan & Powell, 1991; Siegenthaler & Huggenberger, 1993) lub LHF (ang. *large-scale hollow fill*) (Jo & Chough, 2001).

PROPOZYCJE UJEDNOLICONYCH KODÓW

Przytoczone powyżej symbole stanowią zaledwie niewielki ułamek stosowanych w literaturze oznaczeń litofa-

cialnych i litogenetycznych. Wydawać by się mogło, że „złoty środek” określający skończoną ilość cech osadów i ich sposobu powstania nie istnieje. Jednak proponujemy te cechy, które po pierwsze – w łatwy sposób są identyfikowane w czasie pracy terenowej, po drugie – są istotne ze względu na powszechność występowania, po trzecie – stanowią istotne przesłanki w interpretacjach paleośrodowiskowych (tab. 1–6, ryc. 1).

Kod litofacjalny

Proponujemy, by w oznaczeniach teksturalnych osadów monofrakcyjnych (tab. 1) wprowadzić dodatkowo symbole dla głazów B (ang. *boulders*), mułów/mułowców T (ang. *silt*) oraz iłów/iłowców M (ang. *mud*). Ponadto, dla osadów polifrakcyjnych wprowadzamy symbole teksturalne dwuliterowe: BD głazy diamiktonowe (ang. *diamictic*

Tab. 2. Kod litofacjalny osadów klastycznych – symbole strukturalne
Table 2. Lithofacies code of clastic sediments – structural symbols

Symbole strukturalne osadów klastycznych <i>Structure symbols of clastic sediments</i>			
m struktura masywna <i>massive structure</i>			
h laminacja (warstwowanie) pozioma <i>horizontal lamination/stratification</i>			
x warstwowanie przekątne ogólnie <i>cross-stratification (in general)</i>	t rynnowe warstwowanie przekątne <i>trough cross-stratification</i>		
	l małokątowe (<15°) płaskie warstwowanie przekątne <i>low-angle (<15°) cross-stratification</i>		
	p płaskie (dużokątowe) warstwowanie przekątne <i>planar cross-stratification</i>		
	r przekątna laminacja riplemarkowa <i>ripple cross-lamination</i>	rc przekątna laminacja riplemarków wstępujących <i>climbing ripple cross-lamination</i>	rc(A) przekątna laminacja riplemarków wstępujących typu A <i>climbing ripple A-type cross-lamination</i>
	i przekątne (dużokątowe) warstwowanie nachylone („foresetowe”) wielkiej skali <i>inclined stratification</i>		
	u kopułowe warstwowanie przekątne <i>hummocky cross-stratification, HCS</i>		
	b struktura śledziowa/ jodełkowa <i>herring-bone structure</i>		
w laminacja falista <i>wavy lamination</i>			
f laminacja smużysta – przemienne laminy piasku i mułu <i>flaser lamination</i>			
e wypełnienie dużego rozmycia rynnowego – struktura kanałowa <i>erosional scour fill</i>			
v rytm warwowy <i>varves</i>			
d struktura zaburzona <i>deformed structure</i>			

Tab. 3. Kod litofacjalny diamiktonów/diamiktytów – symbole teksturalne
Table 3. Lithofacies code of diamictons/diamictites – textural symbols

Tekstura diamiktonu/diamiktytu <i>Texture of diamicton/diamictite</i>	
D diamikton/diamiktyt <i>diamicton/diamictite</i>	DB diamikton/diamiktyt głazowy <i>bouldery diamicton/diamictite</i>
	DG diamikton/diamiktyt żwirowy <i>gravelly diamicton/diamictite</i>
	DS diamikton/diamiktyt piaszczysty <i>sandy diamicton/diamictite</i>
	DF diamikton/diamiktyt pyłowo-iłowy <i>fine diamicton/diamictite</i>

boulders), BG głązy żwirowe (ang. *gravelly boulders*), GB żwir/zlepieniec/brekcja głazowa (ang. *bouldery gravels/conglomerate/breccia*), TS muł/mułowiec piaszczysty (ang. *sandy silt/siltstone*), ST piasek/piaskowiec pyłowy (ang. *silty sand/sandstone*), MT ił/iłowiec pyłowy (ang. *silty mud/mudstone*), TD muł/diamiktonowy (ang. *diamictic silt/siltstone*), TM muł/mułowiec iłowy (ang. *muddy silt/siltstone*). Osady organiczne oznaczyliśmy symbolem C (ang. *organic deposits*) i odpowiednio dla bimodalnych osadów symbolami: FC muł/mułowiec i/lub ił/iłowiec organiczny (ang. *organic fines*), TC muł/mułowiec organiczny (ang. *organic silt*) i MC ił/iłowiec organiczny (ang. *organic mud*).

Symbole strukturalne (tab. 2) proponujemy rozszerzyć o oznaczenie x dla warstwowania przekątnego ogólnie (ang. *cross-stratification*). Symbol ten może być przydatny w sytuacji słabo czytelnych odsłoneń bądź profili rdzeniowanych wierceń. Proponujemy również, by wśród warstwowań przekątnych wydzielić, ze względu na ich specyfikę, warstwowanie dużokątowe, nachylone ("foresetowe") wielkiej skali i (ang. *inclined stratification*) wskaźnikowe dla delt i wydm oraz dwa typy warstwowań występujących głównie w środowisku morskim: u – kopułowe warstwowanie przekątne (ang. *hummocky cross-stratification*, HCS) oraz b – strukturę śledziową/jodełkową (ang. *herring-bone structure*). Wśród struktur sedimentacyjnych zasługuje również na uwagę symbol e odnoszący się do wypełnienia dużego rozmycia rynnowego (ang. *erosional scour fill*), które jest wyznacznikiem środowiska korytowego. Proponujemy także wprowadzenie osobnego symbolu v dla charakterystycznego osadu środowiska limnicznego czyli mułowo-iłowego rytmitu – warwitu (ang. *varves*).

Osobnego podejścia wymaga kodowanie osadów diamiktonowych/diamiktytowych (tab. 3–5), których cechą charakterystyczną jest polimodalność uziarnienia oraz słabe lub bardzo słabe wysortowanie. Ogólnie diamiktony/diamiktyty oznaczane są jako D (ang. *diamicton/diamictite*). Można również stosować dokładniejsze dwucyfrowe symbole (tab. 3), jak DB diamikton/diamiktyt głazowy (ang. *bouldery diamicton/diamictite*), DS diamikton/diamiktyt piaszczysty (ang. *sandy diamicton/diamictite*) itp. Jeśli chodzi o struktury występujące w diamiktonach/diamiktytach to dzieli się je na (tab. 4) masywne m (ang. *massive*), zaburzone d (ang. *deformed*) i warstwowe s (ang. *stratified*). Dodatkowo, ze względu na istotność cech

teksturalnych diamiktonów/diamiktytów, proponujemy oznaczenia rodzaju szkieletu ziarnowego i zawartości klastów (tab. 5), bazujące na kodzie Krügera & Kjæra (1999). W ich kodzie zawartość klastów w osadzie określona jest jako: mała, średnia, duża. Nasza modyfikacja w tym zakresie polega na podaniu (zapis w indeksie dolnym) przedziałów zawartości procentowej klastów (żwirów/głazów) w osadzie, co można obliczyć np. metodą planimetryczną (Pisarska-Jamroży i in., 2011). Zawartość klastów w osadzie o rozproszonym szkielecie ziarnowym mniejszą niż 15% oznacza się jedyneką w indeksie dolnym (m_1), zawartość w przedziale 15–50% cyfrą dwa (m_2), zawartość 50–80% cyfrą trzy (m_3). Osady, w których ilość klastów wynosi więcej niż 80% uznane są jako te o zwartym szkielecie ziarnowym i kodowane są jako c. Na podstawie tego kodu możliwe jest dokładne oznaczenie istotnych cech teksturalnych diamiktonów/diamiktytów. I tak np. DSm(m_1) oznacza diamikton/diamiktyt piaszczysty masywny o rozproszonym szkielecie ziarnowym i niewielkiej (<15%) zawartości żwirów/głazów (ang. *massive sandy diamicton/diamictite, matrix supported and clast poor <15%*).

Kod litogenetyczny

Analizując symbole dotychczas zaproponowane w literaturze światowej oraz biorąc pod uwagę konieczność wprowadzenia pewnych nowych symboli, prezentujemy następującą propozycję kodu litogenetycznego (tab. 6).

Ważnym wyznacznikiem aluwialnej facji korytowej są nieckowate rozmycia erozyjne wypełnione osadem. Wielkoskalowe struktury tego typu – wypełnienia kopalnych koryt rzecznych – typowe są dla aluwii rzek meandrujących i anastomozujących. Proponujemy dla nich symbol CF – paleokoryto (ang. *channel fill*). Natomiast mniejsze struktury erozyjne (do 2 m głębokości i do 10 m rozciągłości) należy utożsamiać z lokalnymi rozmyciami dna koryt rzecznych, zarówno meandrujących (głębka meandrowa, czyli talweg), jak i roztokowych (połączenia nurtu dwu schodzących się koryt). Oznaczane one winny być jako SP (ang. *scour-pool infill*).

W dnach piaszkodennych roztok najczęściej występują progradujące z prądem ("foresetowe") odsypy o frontach zorientowanych poprzecznie do osi koryt, czyli odsypy porzeczne – FM (ang. *foreset macroforms*). Aluwia rzek meandrujących są łatwo identyfikowane obecnością charakterystycznych sukcesji osadowych wynikających z akumulacji

Tab. 4. Kod litofacjalny diamiktonów/diamiktytów – symbole strukturalne**Table 4.** Lithofacies code of diamictons/diamictites – structural symbols

Symbole strukturalne diamiktonu/diamiktytu <i>Diamicton/diamictite structure symbols</i>
m struktura masywna <i>massive</i>
d struktura zaburzona <i>deformed</i>
s struktura warstwowa <i>stratified</i>

Tab. 5. Kod litofacjalny diamiktonów/diamiktytów – symbole szkieletu ziarnowego (opcjonalnie)**Table 5.** Lithofacies code of diamictons/diamictites – diamicton framework symbols (optionally)

Szkielet ziarnowy diamiktonu/diamiktytu <i>Diamicton/diamictite framework</i>
(m₁) rozproszony, mała (<15%) zawartość żwiru/ głazów <i>matrix-supported; clast poor (<15%)</i>
(m₂) rozproszony, średnia (15–50%) zawartość żwiru/ głazów <i>matrix-supported; clast moderate (15–50%)</i>
(m₃) rozproszony, duża zawartość żwiru/ głazów (50–80%) <i>matrix-supported; clast rich (50–80%)</i>
(c) zwarty, bardzo duża (> 80%) zawartość żwiru/ głazów <i>clast supported; clast very rich (>80%)</i>

odsypów bocznych – meandrowych SM (ang. *side macroform*).

Piaszczyste formy dna mogą być kodowane ogólnie, jako SB (ang. *sandy bedforms*) lub bardziej szczegółowo, z rozdzieleniem na: riplemarki RM (ang. *ripplemarks*) i megariplemarki MR (ang. *megaripples*). Natomiast wynik depozycji piaszczystej w warunkach górnego płaskiego dna, czyli pokrywę piaszczystą, proponujemy zapisywać symbolem SU (ang. *sandy upper plane bed*).

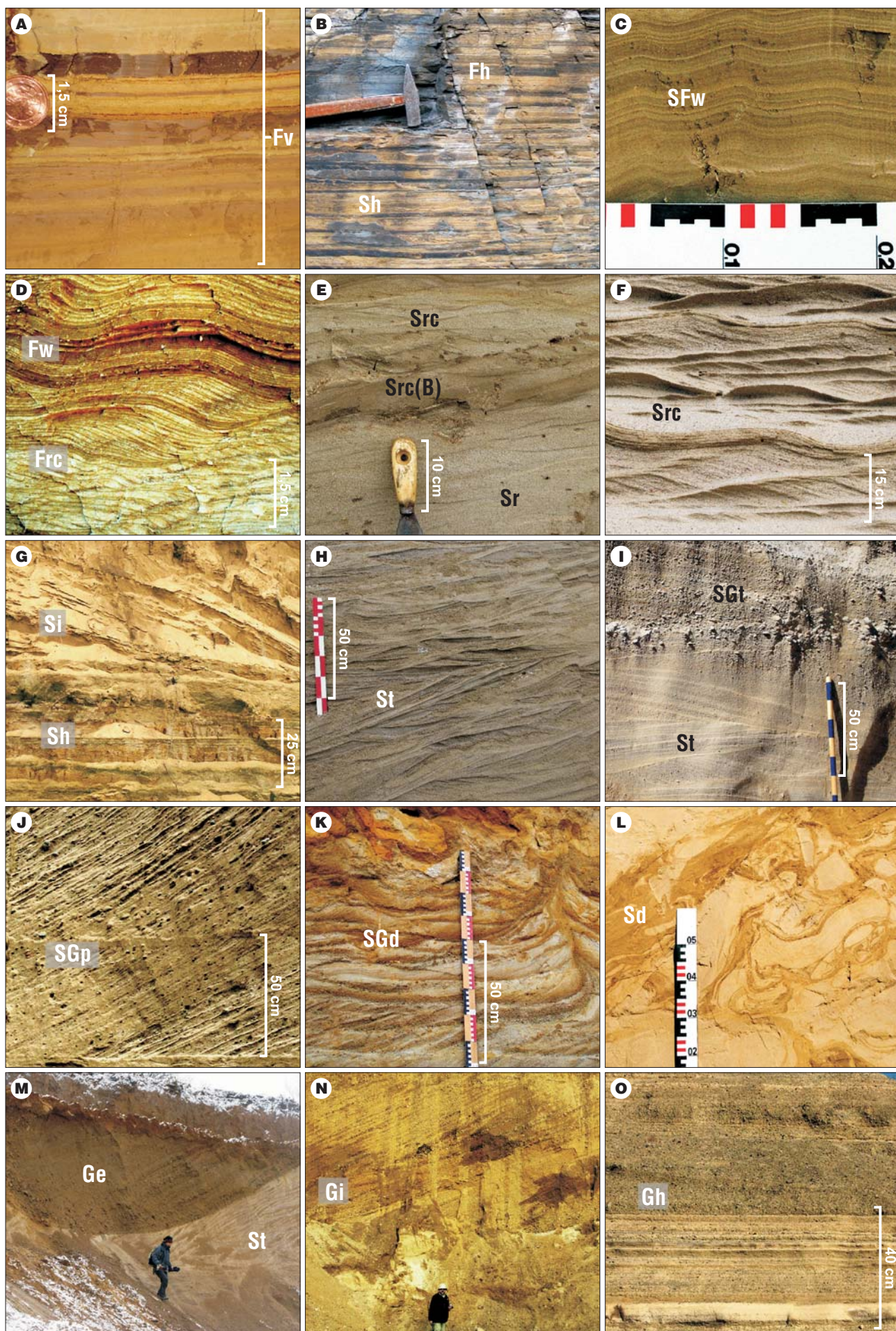
Koryta odmiennych układów rzecznych często cechują się obecnością różnych typów odsypów (łach). Dla wysokoenergetycznych roztok typowe są żwirowe formy – GB (ang. *gravelly bedforms*). W przypadku dobrze odsłoniętych stanowisk interpretację kopalnych form depozycyjnych można uszczegółowić, wyróżniając żwirowy odsyp przyrostu pionowego, czyli odsyp podłużny GM (ang. *gravel macroform*) oraz pokrywę żwirową GS (ang. *gravel sheet*).

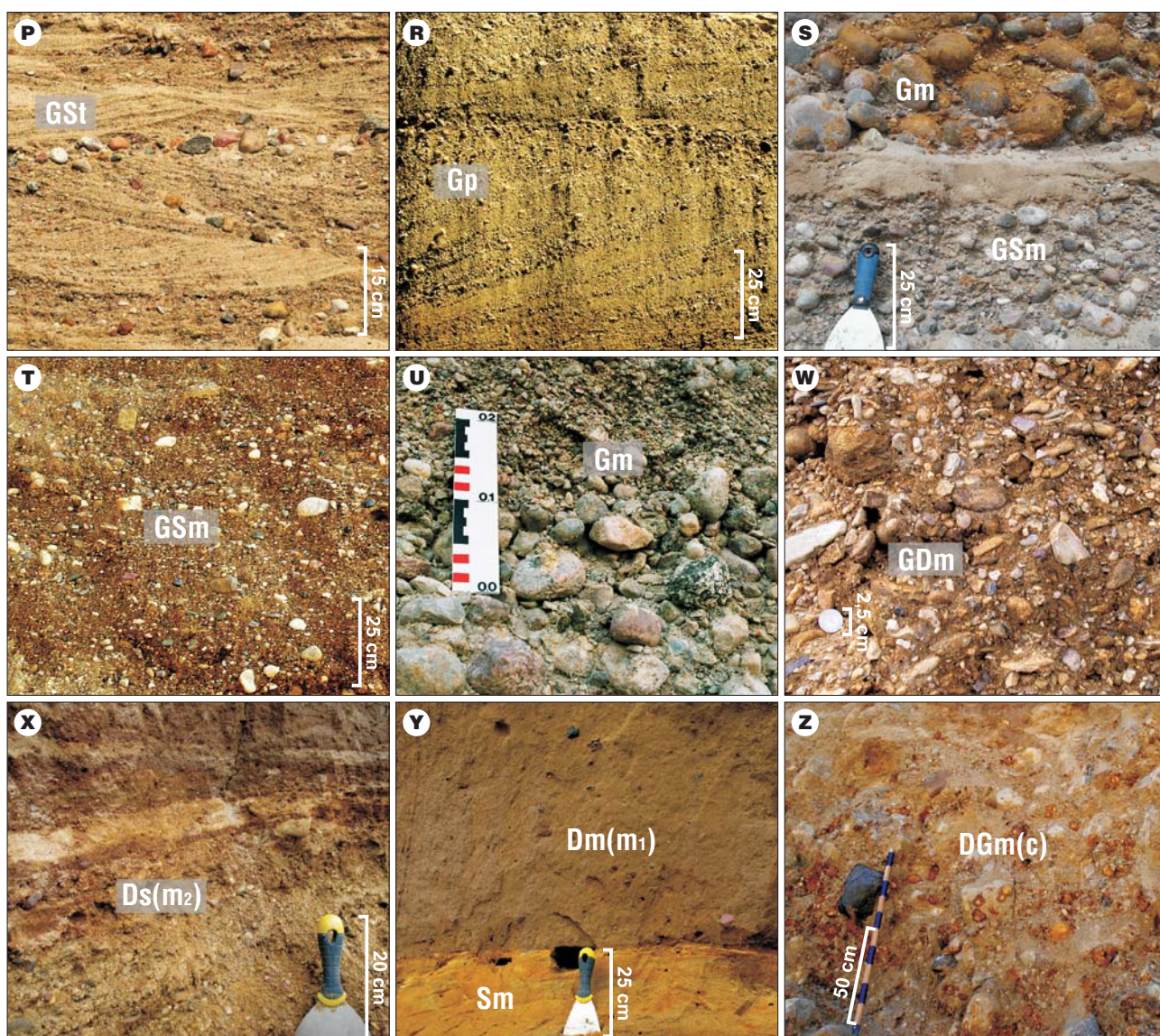
Najlepszym wyznacznikiem facji zbiornikowej są pakiety drobnoziarnistych laminitów deponowanych z zawiesiny stagnujących wód SS (ang. *suspension settling*). Dla przybrzeżnego środowiska mórz i jezior ważnymi formami akumulacyjnymi są delty DE. W warunkach dużej dostawy osadu do zbiornika o nachylnym skłonie dna powstają grawitacyjne prądy przydenne. W bardziej proksymalnych (przybrzeżnych) strefach są to prądy turbiditytowe TU, które na zewnątrz przechodzą w niżej energetyczne prądy o mniejszej koncentracji transportu – prądy trakcyjne TR.

Istotne wnioski paleogeomorfologiczne i paleoklimatyczne wynikać mogą ze stwierdzenia, że ośrodkiem

Tab. 6. Kod litogenetyczny**Table 6.** Lithogenetic code

Symbole form dna, koryta lub typu depozycji <i>Bed-, channel form or type of deposition symbols</i>	
CF paleokoryto <i>channel fill</i>	
SP wypełnienie rozmycia – struktura kanałowa <i>scour-pool infill</i>	
FM odsyp przyrostu zaprządownego <i>foreset macroform, foreset bar, transverse bar</i>	
SM odsyp przyrostu bocznego – meandrowy <i>side macroform, point bar</i>	
SB piaszczyste formy dna <i>sandy bedforms</i>	RM riplemarki <i>ripples</i>
	MR megariplemarki, wydmy <i>dunes</i>
SU pokrywa piaszczysta – piaszczyste górne płaskie dno <i>sand sheet sandy – upper plane bed</i>	
GB żwirowa forma dna <i>gravelly bedform</i>	
GM żwirowy odsyp przyrostu pionowego – podłużny <i>gravel macroform, gravel bar, longitudinal bar</i>	
GS pokrywa żwirowa – żwirowe górne płaskie dno <i>gravel sheet – gravelly upper plane bed</i>	
SS drobnoziarnista depozycja zawieszinowa <i>suspension settling</i>	
DE delta <i>delta</i>	
TU prąd turbiditytowy <i>turbidity current</i>	
TR prąd trakcyjny (tylko dla osadów zbiornikowych) <i>traction current (only for basinal deposits)</i>	
HF przepływ przeciążony osadem <i>hyperconcentrated flow</i>	
SG spływ <i>sediment gravity flow</i>	FF spływ upłynnionego osadu <i>fluidized sediment flow</i>
	GF spływ ziarnowy <i>grain flow</i>
	DF spływ kohezyjny <i>debris flow, cohesive flow</i>
AE depozycja eoliczna <i>aeolian deposition</i>	
GL depozycja glacialna <i>glacial deposition</i>	





Ryc. 1. Przykładowe litofacje. **A** – muł i/lub ił o strukturze warwowej (Fv). **B** – muł i/lub ił laminowany poziomo (Fh), piasek laminowany poziomo (Sh). **C** – piasek pyłowo-iłowy laminowany faliście (SFw). **D** – muł i/lub ił laminowany faliście (Fw), muł i/lub ił o strukturze przekątnej laminacji riplemarków wstępujących (Frc). **E** – piasek o strukturze przekątnej laminacji riplemarków wstępujących (Src), piasek o strukturze przekątnej laminacji riplemarków typu B (Src(B)), piasek laminowany przekątnie riplemarkowo (Sr). **F** – piasek o strukturze przekątnej laminacji riplemarków wstępujących (Src). **G** – piasek warstwowany przekątnie „foresetowo” (Si), piasek warstwowany poziomo (Sh). **H** – piasek warstwowany przekątnie rynnowo (St). **I** – piasek żwirowy warstwowany przekątnie rynnowo (SGt), piasek warstwowany przekątnie rynnowo (St). **J** – piasek żwirowy warstwowany przekątnie płasko (SGp). **K** – piasek żwirowy zdeformowany (SGd). **L** – piasek zdeformowany (Sd). **M** – żwirowa struktura kanałowa (Ge), piasek warstwowany przekątnie rynnowo (St). **N** – żwir warstwowany przekątnie „foresetowo” (Gi). **O** – żwir warstwowany poziomo (Gh). **P** – żwir piaszczysty warstwowany przekątnie rynnowo (GSi). **R** – żwir warstwowany przekątnie płasko (Gp). **S** – żwir masywny (Gm), żwir piaszczysty masywny (GSm). **T** – żwir piaszczysty masywny (GSm). **U** – żwir masywny (Gm). **W** – żwir diamiktonowy masywny (GDm). **X** – diamikton o strukturze warwowej, o rozproszonym szkielecie ziarnowym i średniej zawartości żwirów (Ds(m₂)). **Y** – diamikton masywny o rozproszonym szkielecie ziarnowym i niewielkiej zawartości żwirów (Dm(m₁)). **Z** – diamikton żwirowy masywny o zwartym szkielecie ziarnowym (DGm(c))

Fig. 1. Lithofacies examples. **A** – silt and/or clay in varves (Fv). **B** – horizontally laminated fines (Fh), horizontally laminated sand (Sh). **C** – wavy laminated sand with fines (SFw). **D** – wavy-laminated fines (Fw), climbing ripple cross-laminated fines (Frc). **E** – climbing ripple cross-laminated sand (Src), climbing ripple B-type cross-laminated sand (Src(B)), ripple cross-laminated sand (Sr). **F** – climbing ripple cross-laminated sand (Src). **G** – sand with inclined stratification (Si), horizontally stratified sand (Sh). **H** – trough cross-stratified sand (St). **I** – trough cross-stratified gravelly sand (SGt), trough cross-stratified sand (St). **J** – planar cross-stratified gravelly sand (SGp). **K** – deformed gravelly sand (SGd). **L** – deformed sand (Sd). **M** – gravel in erosional scour fill (Ge), trough cross-stratified sand (St). **N** – gravel with inclined stratification (Gi). **O** – horizontally stratified gravel (Gh). **P** – trough cross-stratified sandy gravel (GSi). **R** – planar cross-stratified gravel (Gp). **S** – massive gravel (Gm), massive sandy gravel (GSm). **T** – massive sandy gravel (GSm). **U** – massive gravel (Gm). **W** – massive diamictic gravel (GDm). **X** – stratified diamiction, matrix supported and clast poor (Ds(m₂)). **Y** – massive diamiction, matrix supported and clast poor (Dm(m₁)). **Z** – massive gravelly diamiction, clast supported (DGm(c))

deponującym była gęsta mieszanina wody i materiału klastycznego – przepływ przeciążony osadem HF (ang. *hyperconcentrated flow*). Jeżeli koncentracja osadu w przepływie przekroczy wartość krytyczną, to wówczas ośrodek zmienia swój charakter z przepływu na spływ mas SG (ang. *sediment gravity flow*). Osady spływów – debryty – występujące w środowisku subaeralnym, jak i subakwalnym, są specyficznymi facjami umożliwiającymi bardziej wnikliwą analizę paleośrodowiskową. Kodowanie spływów mas proponujemy uszczegółwić poprzez wydzielenie spływu kohezijnego DF (ang. *debris flow*), spływu niekohezijnego, czyli ziarnowego GF (ang. *grain flow*) oraz spływu upłynnionego osadu FF (ang. *fluidized sediment flow*), będącego spływem przejściowym pomiędzy podwodnym spływem mas a prądem turbiditytowym.

W grupie skał klastycznych niezwiązanych ze środowiskiem wodnym na wydzielenie zasługują osady genezy eolicznej AE (od ang. *aeolian deposits*). Propozycję szczegółowego kodu genetycznego facji eolicznej zawiera praca Zielińskiego & Issmer (2008).

Polskie realia geologiczne sprawiają, że przy kodowaniu osadów klastycznych nie można pominąć jeszcze jednego wydzielenia genetycznego – depozycji glacialnej GL (ang. *glacial deposition*). Możliwe, że w przypadku dokładnych analiz sedymentologicznych plejstocenu pojawi się konieczność bardziej szczegółowego rozdzielania tej kategorii na poszczególne facje glin glacialnych. Anonując problem, pozostawiamy to zadanie specjalistom przedmiotu.

PODSUMOWANIE

Analiza kodów litofacjalnych i litogenetycznych opublikowanych w światowej literaturze geologicznej w przeciągu ostatnich trzydziestu pięciu lat skłania nas do następujących postulatów.

1. Przy konstruowaniu symboli kodów zaleca się stosowanie ogólnych zasad ustanowionych przez Mialla (1977, 1985). W kodzie litofacjalnym tekstura opisywana jest wielkimi literami, a struktura – małymi literami. W kodzie litogenetycznym używane są wyłącznie wielkie litery.

2. Należy dążyć do tego, by liczba liter w symbolach kodu litofacjalnego była jak najbardziej ograniczona; do dwu liter opisujących teksturę i do trzech liter opisujących strukturę.

3. Kod litofacjalny powinien zawierać wyłącznie informacje o faktach litologicznych. Nie może zawierać treści dotyczących interpretacji.

4. Dwuliterowe symbole kodu litogenetycznego opisują proces depozycyjny lub formę depozycyjną.

W zależności od specyfiki i dokładności analiz sedymentologicznych możliwe są dalsze modyfikacje i uszczegółowienia kodów w stosunku do wersji zaproponowanych w tab. 1–5. Dotyczy to zwłaszcza kodu litogenetycznego (tab. 6).

Autorzy serdecznie dziękują za cenne uwagi w trakcie pisania tekstu Piotrowi Weckwerthowi oraz obu Recenzentom. Praca została wykonana w ramach projektu badawczego N N307 057540 finansowanego przez MNiSW.

LITERATURA

- AITKEN J.F. 1995 – Lithofacies and depositional history of a L. Devensian ice-contact deltaic complex, NE Scotland. *Sediment. Geol.*, 99: 111–130.
- AITKEN J.F. 1998 – Sedimentology of Late Devensian glaciofluvial outwash in the Don Valley, Grampian Region. *Scott. J. Geol.*, 34: 97–117.
- BENN D.I. & DAWSON A.G. 1987 – A Devensian glaciomarine sequence in western Islay, Inner Hebrides. *Scott. J. Geol.*, 23: 175–187.
- BENN D.I. & EVANS D.J.A. 1998 – Glaciers and Glaciation. Arnold (London).
- BIRKENMAJER K. 1959 – Systematyka warstwowań w utworach lizowych i podobnych. *Stud. Geol. Pol.*, 3: 1–133.
- BRIERLEY G.J. 1989 – River planform facies models: the sedimentology of braided, wandering and meandering reaches of the Squamish River, B.C. *Sediment. Geol.*, 61: 17–35.
- BRIERLEY G.J. 1991 – Bar sedimentology of the Squamish River, B.C.: definition and application of morphostratigraphic units. *J. Sediment. Petrol.*, 61: 211–225.
- BRIERLEY G.J., LIU K. & CROOK K.A.W. 1993 – Sedimentology of coarse-grained alluvial fans in the Markham Valley, Papua New Guinea. *Sediment. Geol.*, 86: 297–324.
- CHAMYAL L.S., KHADKIKAR A.S., MALIK J.N. & MAURYA D.M. 1997 – Sedimentology of the Narmada alluvial fan, W India. *Sediment. Geol.*, 107: 263–279.
- COWAN E.A. & POWELL R.D. 1991 – Ice-proximal sediment accumulation rates in a temperate glacial fjord, SE Alaska. [W:] Anderson J.B. & Ashley G.M. (red.) *Glacial marine sedimentation. Paleoclimatic significance. Geol. Soc. Amer., Spec. Paper*, 261: 61–73.
- DONNELLY R. & HARRIS CH. 1989 – Sedimentology and origin of deposits from a small ice-dammed lake, Leirbreen, Norway. *Sedimentology*, 36: 581–600.
- EVANS J.E. 1991 – Facies relationships, alluvial architecture, and paleohydrology of a Paleogene, humid-tropical alluvial-fan system: Chumstick Fm., Washington State, USA. *J. Sediment. Petrol.*, 61: 732–755.
- EYLES N., EYLES C.H. & MIALL A.D. 1983 – Lithofacies types and vertical profile models; an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamict and diamictic sequences. *Sedimentology*, 30: 393–410.
- FARD A.M., GRUSZKA B., BRUNNBERG L. & RINGBERG B. 1997 – Sedimentology of a glaciofluvial deposit at Ekeby, East Central Sweden. *Quat. Sci. Rev.*, 16: 755–765.
- FORBES D.L. 1983 – Morphology and sedimentology of a sinuous gravel-bed channel system: Lower Babage River, Yukon coastal plain, Canada. *IAS Special Publ.*, 6: 195–206.
- FYFE G.J. 1990 – The effect of water depth on ice-proximal glaciolacustrine sedimentation: Salpausselkä I, southern Finland. *Boreas*, 19: 147–164.
- GHIBAUDO G. 1992 – Subaqueous sediment gravity flow deposits: practical criteria for their field description and classification. *Sedimentology*, 39: 423–454.
- GODIN P.D. 1991 – Fining-upward cycles in the sandy braided-river deposits of the Westwater Canyon Member (Upper Jurassic), Morrison Fm., New Mexico. *Sediment. Geol.*, 70: 61–82.
- HJELLBAKK A. 1997 – Facies and fluvial architecture of a high-energy braided river: the Upper Proterozoic Segloden Member, Varanger Peninsula, N Norway. *Sediment. Geol.*, 114: 131–161.
- HOFFMANN K. & PIOTROWSKI J.A. 2001 – Till melange at Amsdorf, central Germany: sediment erosion, transport and deposition in a complex, soft-bedded subglacial system. *Sediment. Geol.*, 140: 215–234.
- HORNUNG J. & AIGNER T. 1999 – Reservoir and aquifer characterization of fluvial architectural elements: Stubensandstein, U. Triassic, SW Germany. *Sediment. Geol.*, 129: 215–280.
- HUBERT J.F. & HYDE M.G. 1982 – Sheet-flow deposits of graded beds and mudstones on an alluvial sandflat-playa system: Upper Triassic Blomington redbeds, St. Mary's Bay, Nova Scotia. *Sedimentology*, 29: 457–474.
- JO H.R. & CHOUGH S.K. 2001 – Architectural analysis of fluvial sequences in the NW part of Kyongsang Basin (Early Cretaceous), SE Korea. *Sediment. Geol.*, 144: 307–334.
- JOHNSON A.M. & RODINE J.R. 1984 – Debris flow. [W:] Brunsten D. & Prior D.B. (red.) *Slope Instability. Wiley (Chichester)*, 257–361.

- KELLY R.I. & MARTINI I.P. 1986 – Pleistocene glaciolacustrine deltaic deposits of the Scarborough Formation, Ontario, Canada. *Sediment. Geol.*, 47: 27–52.
- KRÜGER J. & KJÆR K.H. 1999 – A data chart for field description and genetic interpretation of glacial diamicts and associated sediments – with examples from Greenland, Iceland, and Denmark. *Boreas*, 28: 386–402.
- KRZYSZKOWSKI D. 1993 – Pleistocene glaciolacustrine sedimentation in a tectonically active zone, Kleszczów Graben, Central Poland. *Sedimentology*, 40: 623–644.
- KRZYSZKOWSKI D. 1996 – Climatic control on Quaternary fluvial sedimentation in the Kleszczów Graben, Central Poland. *Quat. Sci. Rev.*, 15: 315–333.
- LYSÅ A. & CORNER G.D. 1994 – Late Pleistocene glacial-deglacial facies successions and geologic history at Vuolgamasjakkka, Finnmarksvidda, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 74: 9–23.
- MAIZELS J. 1992 – Boulder ring structures produced during jökulhlaup flows. *Geogr. Ann.*, 74A: 21–33.
- MAIZELS J. 1989 – Sedimentology, paleoflow dynamics and flood history of jökulhlaup deposits: paleohydrology of Holocene sediment sequences in S Iceland sandur deposits. *J. Sediment. Petrol.*, 59: 204–223.
- MAIZELS J. 1993 – Lithofacies variations within sandur deposits: the role of runoff regime, flow dynamics and sediment supply characteristics. *Sediment. Geol.*, 85: 299–325.
- MAIZELS J. 1997 – Jökulhlaup deposits in proglacial areas. *Quat. Sci. Rev.*, 16: 793–819.
- MASSARI F. 1983 – Tabular cross-bedding in Messinian fluvial channel conglomerates, S Alps, Italy. [W:] Collinson J.D. & Lewin J. (red.) *Modern and Ancient Fluvial Systems*, IAS Spec. Publ., 6: 287–300.
- MASTALERZ K. 1990 – Diurnally and seasonally controlled sedimentation on a glaciolacustrine foreset slope: an example from the Pleistocene of E Poland. *IAS Spec. Publ.*, 10: 297–309.
- MASTALERZ K. 1995 – Deposits of high-density turbidity currents on fan-delta slopes: an example from the upper Visean Szczawno Fm., Intrasudetic Basin, Poland. *Sediment. Geol.*, 98: 121–146.
- MASTALERZ K. 1996 – Sedymentacja warstw żaclerskich (westfal) w Niece Wałbrzyskiej. *Acta Univ. Wratisl.*, 1795, *Prace Geol.-Min.*, 52: 21–85.
- MIALL A.D. 1977 – A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Sci. Rev.*, 13: 1–62.
- MIALL A.D. 1978 – Lithofacies types and vertical profile models in braided rivers: a summary. [W:] Miall A.D. (red.) *Fluvial Sedimentology*. *Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 5: 597–604.
- MIALL A.D. 1985 – Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth-Sci. Rev.*, 22: 261–308.
- MIALL A.D. 1988 – Facies architecture in clastic sedimentary basins. [W:] Kleinspehn K. & Paola C. (red.) *New Perspectives in Basin Analysis*. Springer-Verlag, New York, 67–81.
- MIALL A.D. 1996 – The Geology of Fluvial Deposits. *Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.
- PISARSKA-JAMROŹY M. 2006 – Transition deposits between the end moraine and outwash plain in the Pomeranian glaciomarginal zone of NW Poland: a missing component of ice-contact sedimentary models. *Boreas*, 35: 126–141.
- PISARSKA-JAMROŹY M. 2008 – Zonation of glaciomarginal environment inferred from Pleistocene deposits of Mysliborz Lakeland, NW Poland. *Geogr. Ann.*, 90A: 237–249.
- PISARSKA-JAMROŹY M., KOSSOWSKI T. & JAMROŹY J. 2011 – Adjustment coefficients for grain-size planimetric method of a coarse-grained sediment. *Geologos*, 17: 221–226.
- PISARSKA-JAMROŹY M., MACHOWIAK K. & KRZYSZKOWSKI D. 2010 – Sedimentation style of Pleistocene kame from the Western Sudety Mountains, S Poland. *Geologos*, 16: 101–110.
- RIDGWAY K.D. & DECELLES P.G. 1993 – Stream-dominated alluvial fan and lacustrine depositional systems in Cenozoic strike-slip basins, Denali fault system, Yukon Territory, Canada. *Sedimentology*, 40: 645–666.
- SANTOS M.L. & STEVAUX J.C. 2000 – Facies and architectural analysis of channel sandy macroforms in the upper Parana river. *Quat. Int.*, 72: 87–94.
- SIEGENTHALER C. & HUGGENBERGER P. 1993 – Pleistocene Rhine gravel: deposits of a braided river system with dominant pool preservation. [W:] Best J.L. & Bristow C.S. (red.) *Braided Rivers*. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 75: 147–162.
- STINGL K. 1994 – Depositional environment and sedimentary of the basinal sediments in the Eibiswalder Bucht (Radl Fm. and Lower Eibiswald Beds), Miocene W Styrian Basin, Austria. *Geol. Rundsch.*, 83: 811–821.
- ZIELIŃSKI P. & ISSMER K. 2008 – Propozycja kodu genetycznego osadów środowiska eolicznego (The proposal of genetic code of aeolian deposits). *Prz. Geol.*, 56: 67–72.
- ZIELIŃSKI T. 1992 – Moreny czołowe Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji (Marginal moraines of NE Poland – sediments and depositional conditions). *Prace Nauk. Uniw. Śląskiego*, 1325.
- ZIELIŃSKI T. 1995 – Kod litofacjalny i litogenetyczny – konstrukcja i zastosowanie (Lithofacies and genetic codes: construction and application). [W:] Mycielska-Dowgiało E. & Rutkowski J. (red.) *Badania osadów czwartorzędowych (Researches of Quaternary Sediments)*. Uniw. Warsz., Warszawa, 220–235.
- ZIELIŃSKI T. & GOŹDZIK J. 2001 – Palaeoenvironmental interpretation of a Pleistocene alluvial succession in central Poland: sedimentary facies analysis as a tool for palaeoclimatic inferences. *Boreas*, 30: 240–253.

Praca wpłynęła do redakcji 4.02.2012 r.
Po recenzji akceptowano do druku 22.05.2012 r.