

Piotr S. Dziadzio

*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

## Śródmenilitowe piaskowce magdaleńskie jako przykład płytkowodnej sedymentacji deltowej w Karpatach

W pracy przedstawiono wyniki badań śródmenilitowych piaskowców magdaleńskich, które występują w jednostce śląskiej w obrębie tzw. fałdu Gorlic w Karpatach Zewnętrznych. Były one dotychczas interpretowane jako utwory prądów zawieszinowych (turbidytów) powstałych w głębokowodnym, batialnym zbiorniku sedymentacyjnym. Szerzej zinterpretowanych struktur sedymentacyjnych oraz rekonstrukcja systemu depozycyjnego wskazuje jednak na ich płytkowodną, deltową, zdominowaną procesami falowymi i pływowymi genezę. Utwory te powstały w strefie aktywnego, kontrolowanego procesami tektonicznymi szelfu. Pełna sukcesja warstw menilitowych i piaskowców magdaleńskich jest interpretowana, jako sekwencja depozycyjna z rozwiniętymi w jej obrębie traktami: niskiego stanu, transgresywnym i wysokiego stanu względnego poziomu morza.

Słowa kluczowe: piaskowce magdaleńskie, płytkowodny system deltowy, tidalities, tempestyty, sekwencja depozycyjna.

### The Magdalena Sandstone (Menilite Beds) – an example of shoal-water deltaic sedimentation in the Carpathians

Recent sedimentological studies of the Menilite Beds in the Gorlice area suggest a shallow-marine origin of this succession, including the Magdalena Sandstone. The occurrence of features interpreted as wave-ripple cross-lamination and hummocky stratification implies deposition above the storm wave base, which means a water depth, of perhaps less than 50 m on the account of the landlocked nature of the narrow Carpathian Paratethys seaway. The Menilite Beds with Magdalena Sandstone deposits form a 180-m thick succession comprising three coarsening-upwards regressive parasequences. The basal shales of the succession contain sandstone bodies interpreted to be shelf-margin channels or gullies filled by debris flows and high-density turbidity currents, and considered to be a signal of an impending forced regression driven by tectonic uplift. Each of the overlying parasequences commences with heterolithic deposits dominated by black to grey shales and showing lenticular, wavy or flaser bedding as well as graded beds with plane-parallel or hummocky stratification and wave-ripple cross-lamination, interpreted to be outer-shelf tidalites and distal tempestites. The thicker sandstone beds in parasequence middle part, with parallel and apparent hummocky stratification as well as wave-ripple cross-lamination, are considered to be sublittoral prodelta tempestites. The upper part of each parasequence is dominated by coarse-grained quartz-glaucconite sandstones and quartz-rich pebble conglomerates, which form broadly convex-upwards packages stacked in an offset 'compensational' manner, interpreted to be shingled distal to proximal mouth bars of an advancing shoal-water deltaic system. Sedimentation is thought to have occurred on a tectonically-steepened perched narrow shelf, where the accommodation-driven deltaic system was readily reaching the shelf margin. Marine flooding events are attributed to the shelf episodic foundering. The ultimate collapse of the shelf then brought turbiditic sedimentation represented by the overlying succession of late Oligocene–Miocene Krosno Beds. The Menilite Beds with Magdalena Sandstone are interpreted as a depositional sequence with lowstand (first parasequence), transgressive (second and third parasequences) and highstand systems tracts.

Key words: Magdalena Sandstone, shoal-water deltaic system, tidalites, tempestites, depositional sequence.

## Wprowadzenie

Paleobatymetria basenów sedymentacyjnych w obrębie polskiej części Karpat zewnętrznych (fliszowych), obecnie reprezentujących poszczególne jednostki tektoniczne (płaszczowiny), przez długi czas była i jest nadal przedmiotem szerokiej i kontrowersyjnej dyskusji, np. [11].

Ostatnich 80 lat przyniosło bardzo zróżnicowane i często rozbieżne poglądy na batymetrię zbiornika karpackiego. Dla przykładu poglądy na głębokowodną genezę utworów karpaczkich zostały zaprezentowane w pracach: [17, 19–23, 31]. Płytkowodną genezę sugerowali zaś np. w: [2, 5, 10, 39]. Większość geologów karpaczkich nadal stoi jednak na stanowisku, że sukcesja od utworów jurajskich po mioceńskie w polskich Karpatach ma głębokowodną genezę [26, 29, 30, 35, 37].

Wydaje się jednak bardzo prawdopodobne, że lokalnie mógł nastąpić rozwój stref z płytkowodną sedymentacją na powstających w wyniku tektonicznej ewolucji wewnątrz-

basenowych wyniesieniach (*wedge-top basins*, sensu DeCelles i Giles) [4]. Lokalnie, gdy nie uległy one procesowi kanibalizacji w wyniku erozji, mogło również dojść do zachowania takich utworów w obrębie struktur płaszczowinowych.

Ta koncepcja, poparta badaniami sedymentologicznymi, znajduje uzasadnienie w przypadku śródmenilitowych piaskowców magdaleńskich występujących w jednostce śląskiej w obrębie tzw. fałdu Gorlic, opisanych wcześniej przez Szymakowską [34]. W przypadku omawianym w niniejszym artykule zostały one zinterpretowane jako utwory płytkiego szelfu z rozwijającą się w jego obrębie sedymentacją deltową. W końcowej fazie rozwoju warstw menilitowych szelf uległ zapadnięciu i nastąpił powrót do sedymentacji turbidytowej, odpowiedzialnej za powstanie warstw krośnieńskich.

## Lokalizacja obszaru badań oraz regionalne rozprzestrzenienie piaskowców magdaleńskich

Analizowany profil warstw menilitowych znajduje się w obrębie jednostki śląskiej, w rejonie Gorlic. Odślania się on na południowym skrzydle tzw. fałdu Gorlic, w korycie rzeki Sękówka (rysunek 1).

Miąższość warstw menilitowych w rejonie Gorlic, głównie na podstawie danych ze złoża Magdalena, zlokalizowanego w południowo-zachodniej części Gorlic, wynosi od około 150 m do 180 m [6, 13, 34]. Profil, w rzece Sękówka, który jest odległy od złoża Magdalena o około 3,5 km, ma miąższość około 180 m (rysunek 4). Na podstawie regionalnego rozpoznania, przede wszystkim w oparciu o prace kartograficzne i otwory wiertnicze z obrębu fałdu Gorlic, miąższość warstw menilitowych, a tym samym i piaskowców magdaleńskich, ulega zmniejszeniu po rozciągłości w kierunku zachodnim i wschodnim [3, 12, 34]. I tak w rejonie Krygu, w kierunku wschodnim, stwierdzono jedynie 75-metrowej

miąższości profil warstw menilitowych, gdzie w profilu tym występują dwa 20-metrowej miąższości piaskowce opisane przez Kozikowskiego [18]. Miąższość warstw menilitowych ulega również redukcji w kierunku północnym i północno-zachodnim i na dystansie około 15 km osiąga ona w przybliżeniu 60 m – w rejonie Stróż, Jankowej i Bobowej [3, 12, 18, 32, 33, 34].

W kierunku zachodnim w obrębie serii menilitowej pojawiają się również piaskowce typu kliwskiego, na co zwrócił uwagę Koszarski [16].

W części południowej fałdu Gorlic warstwy menilitowe, z niewielką miąższością piaskowców typu magdaleńskiego, zostały stwierdzone jedynie w kilku otworach. Przestrzennie zatem piaskowce magdaleńskie tworzą soczewkową formę o szacowanej rozciągłości depozycyjnej (W–E) na dystansie około 35 km i upadzie depozycyjnym (S–N) na dystansie ok. 20 km.

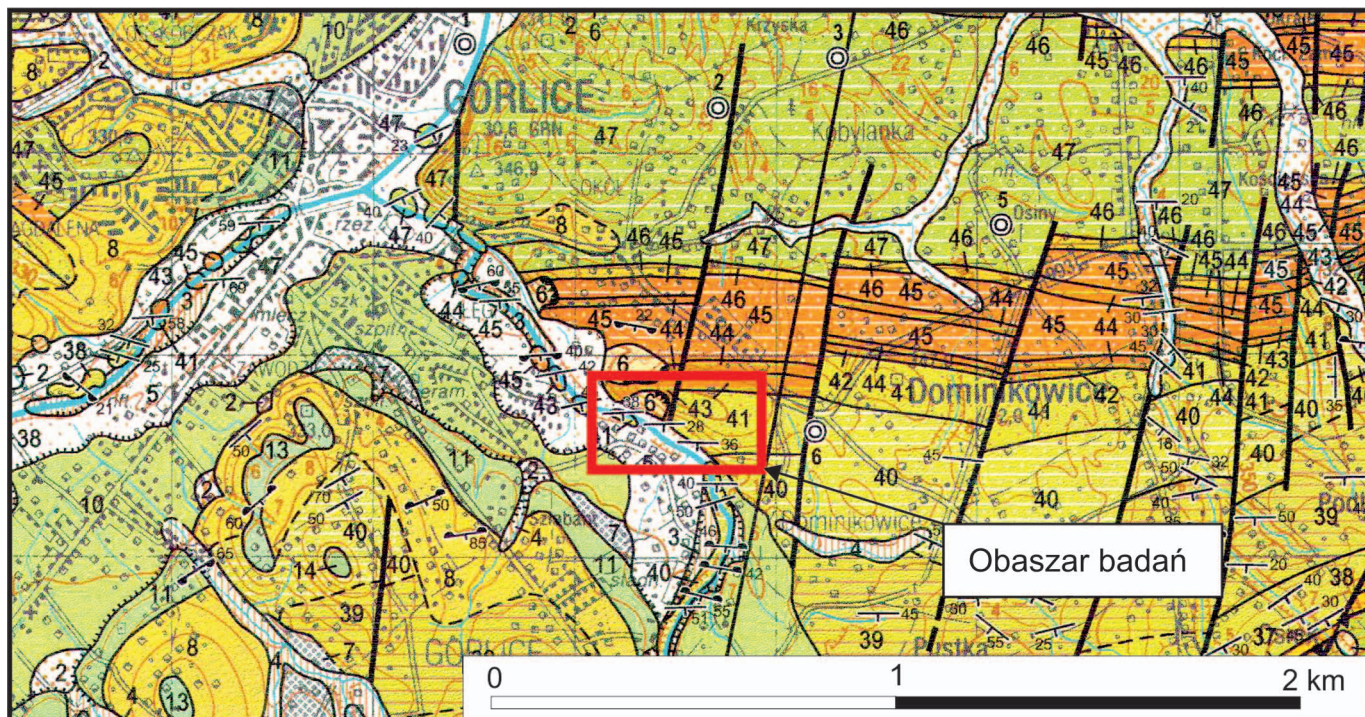
## Opis i interpretacja profilu warstw menilitowych i piaskowców magdaleńskich

Sukcesja warstw menilitowych z piaskowcami magdaleńskimi w rejonie Gorlic tworzy około 180-metrowej miąższości profil składający się z trzech regresywnych (o charakterze grubienia ziarna ku górze) parasekwencji (rysunek 4). Szczegółowo profil ten został opisany w pracy [8].

Najniższa część profilu (parasekwencji pierwszej) w obrębie utworów heterolitowych zawiera miąższe piaskowce (około 3 m i około 20 m), zinterpretowane jako kanały (żleby) skraju szelfu wypełnione utworami o charakterze spływów rumoszowych (*debris flow*) i turbidytów wysokogę-

stościowych (*high-density turbidity current*), będące sygnałem rozpoczęcia procesu wymuszonej regresji kontrolowanej przez tektoniczne wynoszenie fragmentu północnej części kordyliery śląskiej (rysunki 4, 5).

Każda z kolejnych parasekwencji rozpoczyna się utworami heterolitowymi zdominowanymi przez czarne do szarych łupki ilaste i ilasto-mułowcowe z piaskowcami, w których występują soczewkowe, faliste i smużyste warstwowania przekątne. Powszechnie w piaskowcach występuje normalne uziarnienie frakcjonalne oraz poziome lub przekąt-



PLASZCZOWINA ŚLASKA

PALEOGEN	MIOCEN	37	$M_1$	Łupki ilaste z olistolitami	Warstwy z Gorlic	MIOCEN DOLNY
	OLIGOCEN	38	$OI$	Łupki z wkładkami piaskowców i wapieni jasielskich	Warstwy krośnieńskie	Warstwy krośnieńskie dolne
		39	$pc\ OI$	Łupki i piaskowce		
		40	$pc\ OI$	Piaskowce gruboławicowe i łupki		
		41	$pc\ OI$	Piaskowce magdaleńskie z wkładkami łupków menilitowych	Warstwy menilitowe	
	EOCEN-OLIGOCEN	42	$me\ E-OI$	Margle globigerynowe		
	EOCEN	43	$ipc\ E$	Łupki i piaskowce cienkoławicowe	Warstwy hieroglifowe	
		44	$i\ E$	Łupki czerwone i zielone	Łupki pstre	
		45	$pc\ E$	Piaskowce	Piaskowce ciężkowickie	
	PALEOCEN	46	$i\ Pc$	Łupki czerwone i zielone	Łupki pstre	
KREDA GÓRNO-PALEOCEN	47	$pc\ Cr_{cp}-Pc$	Piaskowce gruboławicowe i łupki	Warstwy istebniańskie	KAMPAN-PALEOCEN	

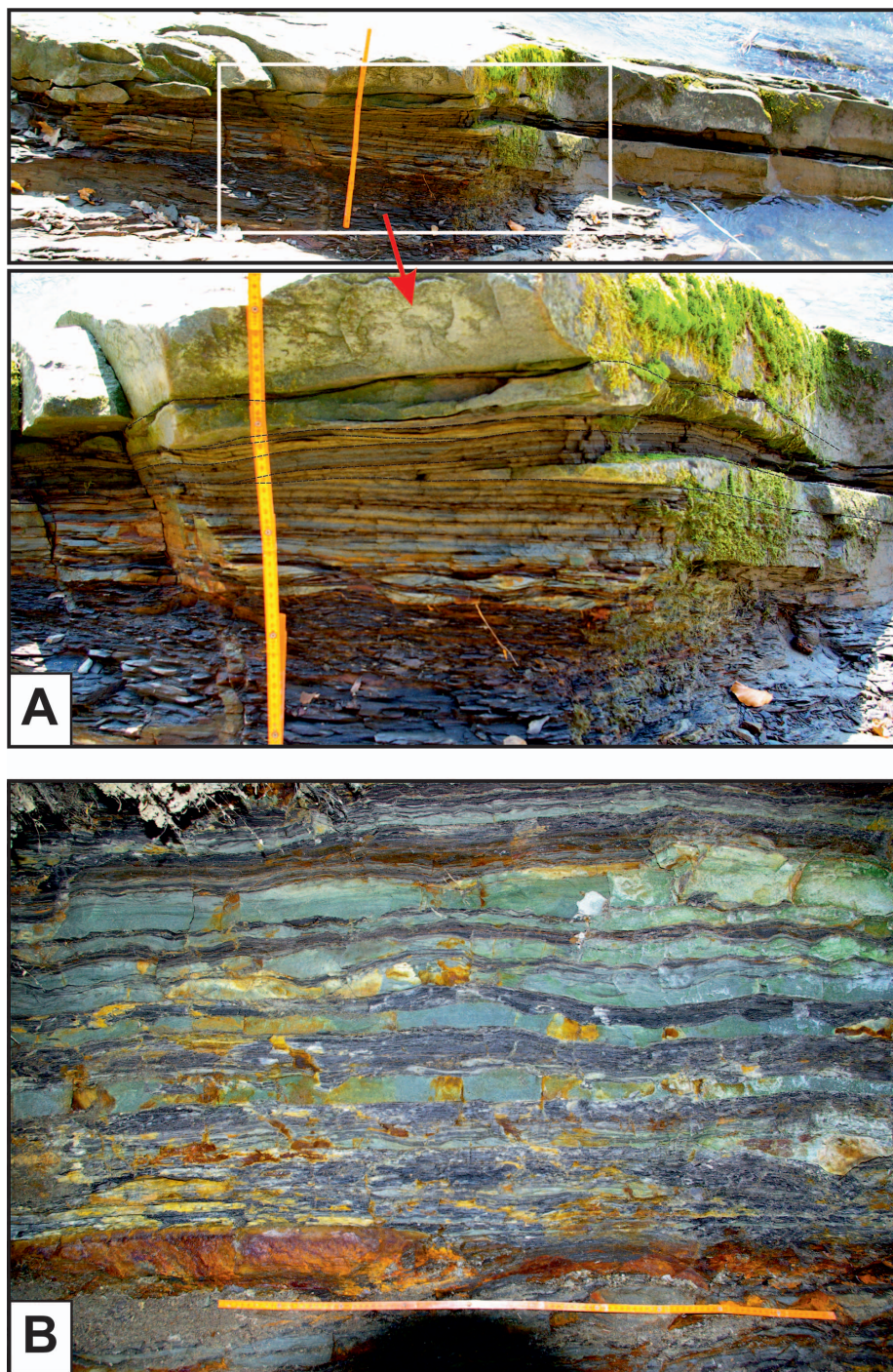
Rys. 1. Fragment mapy geologicznej rejonu Gorlic według Kopciowskiego z zespołem [15]

ne warstwowanie kopułowe z riplemarkami falowymi i falowo-prądowymi, zinterpretowane jako tidality i dystalne tempestyty szelfu zewnętrznego. Spotykane są również piaskowce z warstwowaniem riplemarkowym prądowym oraz deformacjami konwolutnymi.

Grubsze warstwy piaskowcowe w środkowej części parasekwencji drugiej i trzeciej wykazują warstwowanie równoległe i kopułowe warstwowanie przekątne, w otoczeniu

utworów heterolitowych z warstwowaniem falistym, soczewkowym, smużystym i riplemarkami falowymi, które zostały zinterpretowane jako sublitoralne tempestyty prodelty (rysunek 2AB).

Najwyższe części parasekwencji drugiej i trzeciej są zdominowane przez drobno- do gruboziarnistych piaskowców glaukonitowo-kwarcowych i zlepieńce, które tworzą rozległe, wypukłe pakiety warstw dachówkowato nakładających



Rys. 2. (A) Małej miąższości sukcesja o wzroście grubości ziarna ku górze w utworach heterolitowych z laminacją riplemarkową falową przykryta warstwą piaskowca z kopułowym warstwowaniem przekątnym. Środkowa część parasekwencji drugiej. (B) Małej miąższości sukcesja o wzroście grubości ziarna ku górze z obrębem utworów heterolitowych z warstwowaniem soczewkowym, falistym, smużystym i laminacją riplemarkową. Środkowa część parasekwencji drugiej.

się na siebie utworów, reprezentujących dystalne do proksymalnych części nasypów przyujściowych, rozwijających się w płytkowodnym systemie deltowym (rysunek 3).

Na możliwą płytkowodną genezę tych piaskowców w rejonie Gorlic zwrócili wcześniej uwagę Enfield z zespołem [9], Dziadzio z zespołem [7], a także Watkinson z zespołem [38] poprzez identyfikację w ich obrębie kopułowego warstwowania

ostateczne tektoniczne zapadnięcie się szelfu (pogłębienie basenu) i rozpoczęcie sedymentacji turbidytowej odpowiedzialnej za powstanie warstw krośnieńskich. Niewątpliwie najniższa część warstw krośnieńskich (nieomawiana tutaj) wykazuje wiele cech wspólnych z profilem warstw menilitowych w zakresie struktur sedymentacyjnych i będzie wymagała ponownej interpretacji.

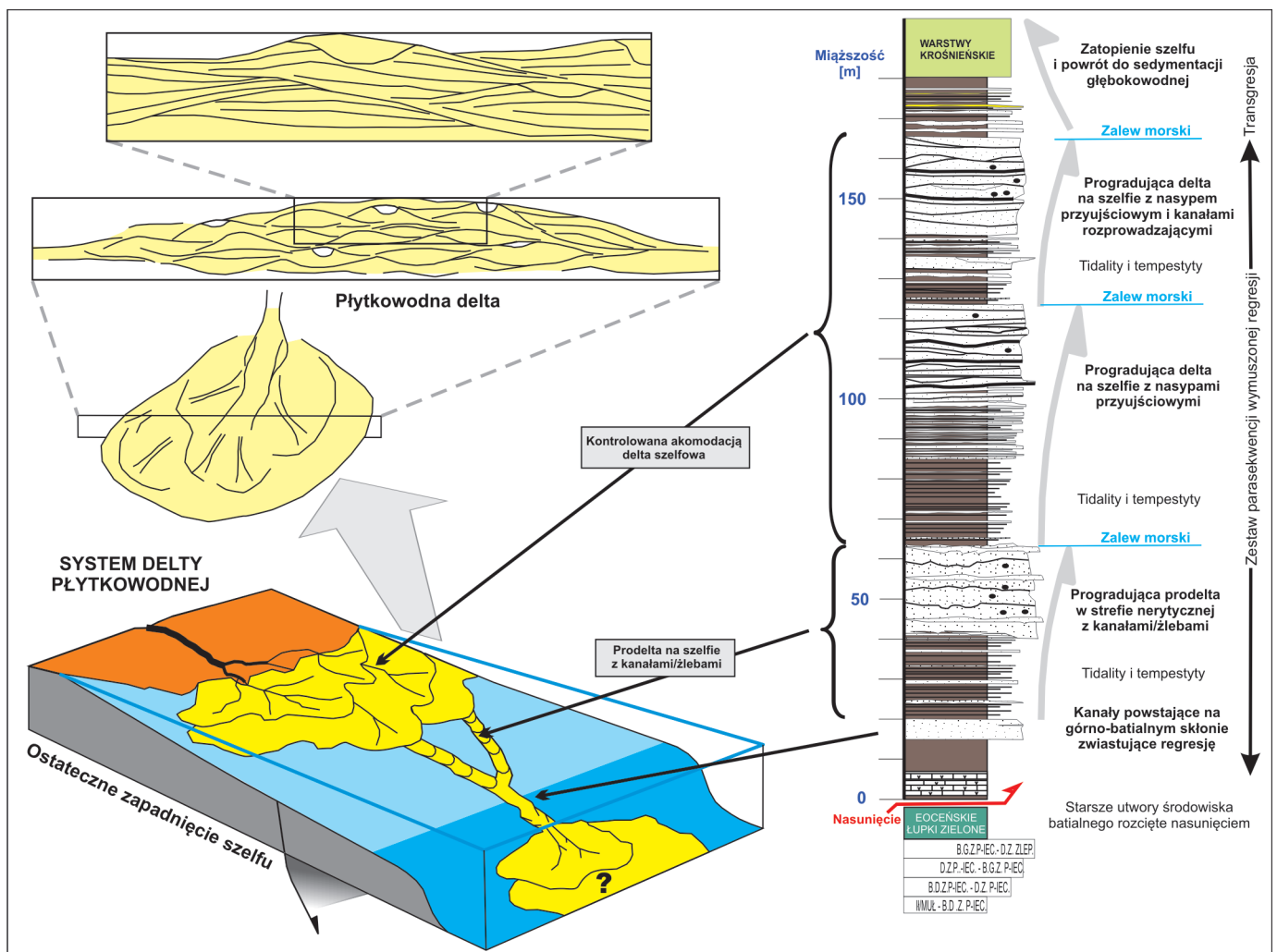
przekątnego (*hummocky cross-stratification*), charakterystycznego dla depozycji powyżej sztormowej podstawy falowania (nie więcej niż około 50 m), co może wskazywać na śródlądowy charakter basenu Paratetydy [28]. Następnie badania geochemiczne łupków menilitowych, jako najważniejszej skały macierzystej dla węglowodorów w Karpatach [25], oraz badania sedymentologiczne autora [8] przyniosły kolejne dowody na płytkowodną genezę tych utworów. Zidentyfikowano szereg dodatkowych struktur sedymentacyjnych wskazujących na niewielkie głębokości basenu oligoceńskiego, a także zdefiniowano architekturę depozycyjną. Jej rozwój w czasie został zaprezentowany na rysunku 4.

Przedstawione następstwo w obrębie sukcesji warstw menilitowych wraz z interpretacją (rysunek 4) wskazuje na istnienie aktywnego tektonicznie wąskiego, nachylonego szelfu, na którym rozwija się system deltowy kontrolowany akomodacją i sięgający skraju szelfu (*sensu* Porębski i Steel [27]), mogący tym samym zasilać w piaskowce turbidytowe przyległe i głębsze strefy basenu śląskiego. Obecność takich piaskowców w najniższych częściach warstw menilitowych została potwierdzona otworami wiertniczymi w strefie na wschód od Gorlic.

W końcowym etapie rozwoju tego szelfowego środowiska obserwuje się pojawienie utworów osuwiskowych zdominowanych utworami heterolitowymi z dużym udziałem czarnych łupków typu menilitowego (z onkoidami) oraz przewarstwienia piaskowców typu magdaleńskiego i krośnieńskiego. Wskazuje to na dużą niestabilność oraz



Rys. 3. Wypukłe, soczewkowane zestawy pakietów warstw piaskowców dachówkowo nakładające się na siebie, interpretowane jako dystalne nasypy przyujściowe postępującej płytkowodnej delty



Rys. 4. Stratygraficzna interpretacja (w odniesieniu do modelu rozwoju) sukcesji warstw menilitowych w rejonie Gorlic, zdominowanej procesami pływowymi i sztormowymi progradującej płytkowodnej delty, na wąskim kontrolowanym tektonicznie szelfie

### Implikacje paleogeograficzne

Opisana sukcesja warstw menilitowych wraz z miąższym kompleksem piaskowców magdaleńskich składających się z trzech parasekwencji o progradacyjnym charakterze,

powstałych w płytkowodnym, szelfowym środowisku sedimentacji z rozwiniętym w jego obrębie systemem deltowym, występuje w południowej części jednostki śląskiej.

Dokumentuje ona zatem bliskość południowego brzegu basenu śląskiego (kordyliery śląskiej), dostarczającego materiał do basenu sedymentacyjnego w dolnym oligocenie, co stanowi poparcie tezy wyrażonej przez Jankowskiego z zespołem [11], że basen karpacki powinien posiadać zapis w osadzie facji płytkowodnych i nie być „basenem bez brzegów”. Jest to również zgodne z koncepcją DeCellesa i Giles [4], że w trakcie rozwoju tego typu basenów sedymentacyjnych dochodzi do rozwinięcia stref z płytkowodną sedymentacją na powstających w wyniku tektonicznej ewolucji wewnątrzbasenowych wyniesieniach (*wedge-top basins*), rozumianych tutaj jako kordyliery. Nie jest to zatem zapis istnienia rzeczywistego paleobrzegu dla całego basenu sedymentacyjnego, a jedynie małego fragmentu z płytkowodną sedymentacją w strefie aktywnego wewnątrzbasenowego wyniesienia, tzw. kordyliery śląskiej, i stanowi potwierdzenie jej wczesnooligocenijskiej aktywności [11, 14].

W sytuacji, gdy osady zdeponowane na takim okresowo istniejącym szelfie nie uległy procesowi kanibalizacji w wyniku erozji, mogło również dojść do ich zachowania w obrębie struktur płaszczowinowych, jak to ma miejsce w opisywanym przypadku. Dodatkowo obecność płytkowodnych osadów może wskazywać na śródlądowy charakter basenu Paratetydy [28].

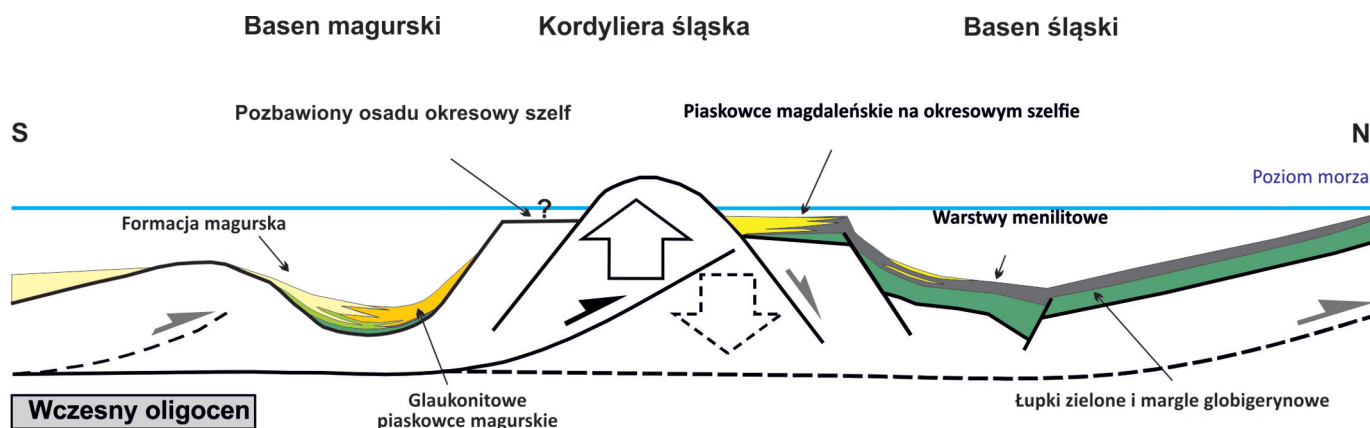
Wydaje się zatem najbardziej prawdopodobne, że obecne w obrębie utworów heterolitowych w najniższej części profilu warstw menilitowych miększe piaskowce mogą być interpretowane jako wypełnione kanały (żleby) powstałe na skraju szelfu i są zinterpretowane jako sygnał rozpoczęcia się procesu wymuszonej regresji kontrolowanej przez tektoniczne wynoszenie fragmentu północnej części kordyliery śląskiej (rysunki 4, 5). Kolejne parasekwencje są zaś zapisem następnych epizodów progradacji delty płytkowodnej kontrolowanej akomodacją (*sensu* Porębski i Steel [27]).

Proces ten można łączyć z przypadającymi na ten okres procesami nasuwczymi w obrębie jednostki magurskiej (głównie z nasunięciami w obrębie jednostek bystrzyckiej i raczańskiej – informacja ustna M. Enfield, 2000 r.) oraz spadkiem względnego poziomu morza, który rozpoczyna się w spągowych częściach warstw menilitowych, powyżej margli globigerynowych interpretowanych jako maksimum zalewu (np. Baszkiewicz z zespołem [1], Watkinson z zespołem [38]).

Podobne zjawisko może występować po stronie południowej kordyliery śląskiej, z tym że strefa depozycji mogła być bardziej aktywna tektonicznie oraz posiadać węższą strefę szelfu. Zagadnienie to jest w trakcie opracowywania przez autora.

Stosując nomenklaturę stratygrafii sekwencyjnej, opisywana sukcesja warstw menilitowych i piaskowców magdaleńskich mogła powstać w ciągach systemowych: niskiego stanu WPM (parasekwencja pierwsza), transgresywnym (parasekwencja druga i trzecia) i prawdopodobnie wysokiego stanu WPM. Ciąg wysokiego stanu WPM rozwinięty jest w najwyższej części profilu, powyżej wyraźnego ostatniego zapisu zalewu morskiego (rysunek 4), jako zespół naprzemianległych utworów o charakterze utworów heterolitowych w różnym stopniu zdeformowanych hydroplastycznie i piaskowców typu magdaleńskiego oraz piaskowców typu krośnieńskiego. Najprawdopodobniej w spągu warstw krośnieńskich powyżej ostatniego, miększego wystąpienia łupków menilitowych przebiega kolejna granica sekwencji, rozpoczynająca następny cykl depozycyjny. Opisana sekwencja powstała na kontrolowanym tektonicznie szelfie, a kolejne epizody zalewu morskiego mogą być związane z okresowym zapadaniem się szelfu. Mogą one mieć związek – ale nie muszą – ze zmianami w basenie w skali regionalnej.

Jankowski z zespołem [11] uważają, że wczesnooligocenijskie utwory, jakie występują w karpackim basenie



Rys. 5. Schematyczny hipotetyczny model (bez zachowania skali) wczesnooligocenijskiej sedymentacji pomiędzy basenem magurskim i śląskim. Wąski szelf rozwinięty na północnym bloku kordyliery śląskiej, gdzie powstała sukcesja piaskowców magdaleńskich i została zachowana w wyniku pogrzebienia, gdy szelf uległ zapadnięciu i basen śląski został odseparowany od basenu skolskiego przez kolejne ślepe nasunięcie

sedymenacyjnym, zostały zdeponowane w warunkach relatywnie wysokiego stanu względnego poziomu morza, a jego maksimum przypadało w okresie tworzenia się margli globigerynowych, co w przypadku tych ostatnich nie budzi wątpliwości. Jednak w kontekście opisanego profilu i innych profili, np. z piaskowcami cergowskimi (jednostka dukielska) i piaskowcami kliwskimi (jednostka skolska), w których obrębie wspomniane piaskowce występują (również w przyspągowych częściach warstw menilitowych), powinno zostać zweryfikowane w ujęciu regionalnym,

w jakich warunkach względnego poziomu morza mogły one zostać zdeponowane. Należy zauważyć, że pojawienie się gruboziarnistych osadów ponad utworami o pelagicznej genezie (jak w przypadku margli globigerynowych [24] i zespołu facji wysokiego stanu WPM występujących powyżej nich) zwykle definiuje rozpoczęcie systemu niskiego stanu WPM, a w ich spągu stawiana jest granica sekwencji (np. Van Wagoner z zespołem [37]), podobnie jak to ma miejsce w omawianym profilu warstw menilitowych, czyli w spągu warstw krośnieńskich.

### Wnioski końcowe

1. Sukcesja warstw menilitowych w rejonie Gorlic ma udokumentowaną około 180-metrową miąższość. Składa się z trzech retrogradacyjnych parasekwencji ograniczonych powierzchniami zalewu morskiego. Została zinterpretowana jako zestaw płytkomorskich parasekwencji powstałych w warunkach wymuszonej regresji, a nie, jak to dotychczas było przyjmowane, jako osad głębokomorskich turbidytów.
2. Występujące w spągowej, zdominowanej łupkami menilitowymi części profilu piaskowce zostały zinterpretowane jako wypełnione utworami o charakterze spływów rumoszowych i wysokogęstościowych turbidytów kanały (żleby), które są sygnałem nadchodzącej tektonicznie kontrolowanej wymuszonej regresji (wypiętrzanie fragmentu kordyliery śląskiej do głębokości szelfowych).
3. Utwory heterolitowe występujące w najniższych częściach parasekwencji, zdominowane przez czarne do szarych łupki, z obecnymi w ich obrębie bardzo drobnoziarnistymi piaskowcami z warstwowaniem soczewkowym, falistym, smużystym, zostały zinterpretowane jako tidalite szelfu zewnętrznego.
4. Grubsze warstwy piaskowców z normalną gradacją ziarna oraz równoległym poziomym warstwowaniem lub z warstwowaniem kopułowym z riplemarkami falowymi i falowo-prądowymi zostały zinterpretowane jako sublitoralne tempestyty prodelty.
5. Wypukłe, soczewkowate zestawy pakietów warstw piaskowców dachówkowato nakładające się na siebie występujące w najwyższych częściach parasekwencji drugiej i trzeciej zostały zinterpretowane jako płytkowodne, deltowe dystalne do proksymalnych nasypy przyujściowe.
6. Sukcesja warstw menilitowych z piaskowcami magdaleńskimi została zinterpretowana jako powstała na okresowo istniejącym szelfie, który po ich osadzeniu się uległ tektonicznemu zapadnięciu i tym samym nie doszło do kanibalizacji utworzonych na krawędzi basenu płytkowodnych utworów.
7. Zapisana w profilu warstw menilitowych historia ich rozwoju w czasie została zinterpretowana jako sekwencja depozycyjna z rozwiniętymi w jej obrębie traktami depozycyjnymi niskiego stanu WPM, transgresywnym i wysokiego stanu WPM, a jej rozwój ma związek z aktywnością tektoniczną szelfu, na którym zostały zdeponowane te warstwy.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2015, nr 9, s. 624–631

Artykuł nadesłano do redakcji 22.06.2015 r. Zatwierdzono do druku 14.07.2015 r.

Artykuł prezentuje wstępne wyniki badań pracy statutowej finansowanej przez MNiSW, nr zlecenia 0073/SG/15, pt. *Relacje genetyczne oraz środowisko sedimentacji wczesnooligocenkich warstw menilitowych i piaskowców magdaleńskich (jednostka śląska – Gorlice) oraz warstw magurskich (jednostka magurska – Ropica Górna)*.

### Literatura

- [1] Baszkiewicz A., Dziadzio P., Probulski J.: *Stratygrafia sekwencji, petrogenesa i potencjal zbiornikowy piaskowców istebnianskich i ciekowickich w zachodniej części faldy Iwonicza Zdroju*. Przegląd Geologiczny 2001, vol. 49, s. 417–424.
- [2] Bieda F.: *Flysch formation of the Tertiary of the Polish Carpathians*. Annales de la Societé géologique de Pologne 1969, vol. 39, s. 488–514.
- [3] Birecki T.: *Budowa geologiczna synkliny Bobowej*. Prace Geologiczne Komisji Nauk Geologicznych PAN, Oddział w Krakowie 1964, nr 21, s. 1–57.
- [4] DeCelles P. G., Giles K. A.: *Foreland basin systems*. Basin Research 1996, nr 8, s. 105–123.
- [5] Draghinda J.: *Contribution a la connaissance de la genèse des formations de flysch*. 6<sup>th</sup> Congress of Carpatho-Balkan Geological Association 1963. Wydawnictwa Geologiczne, s. 54–55.
- [6] Dziadzio P. S., Borys Z., Kuk S., Masłowski E., Probulski J.,

- Pietrusiak M., Gorka A., Moryc J., Baszkiewicz A., Karnkowski P., Karnkowski P. H., Pietrusiak M.: *Hydrocarbon resources of the Polish Outer Carpathians – Reservoir parameters, trap types, and selected hydrocarbon fields: A stratigraphic review*. [W:] Golonka J., Picha F. J. (eds.): *The Carpathians and Their Foreland. Geology and Hydrocarbon Resources*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir, no. 84, s. 259–291.
- [7] Dziadzio P. S., Enfield M. A., Watkinson M.: *A Structural and Sequence Stratigraphic Workshop*. Polish Carpathians Field Trip Guide, 1998, pp. 1–44.
- [8] Dziadzio P. S.: *The Lower Oligocene – still deep-water turbidites or rather shallow-marine deposits?* 31<sup>st</sup> IAS Meeting of Sedimentology, Excursion topic 3. [W:] Leszczyński S., Dziadzio P. S., Nemeček W.: *Guide to field trip B8. Some current sedimentological controversies in the Polish Carpathian flysch*, 26–27 June 2015, s. 270–279.
- [9] Enfield M. A., Watkinson M. P., Blunt E. P., Philips B., Vangelov D., Nemček M., Jankowski L., Dimov D., Dilov S., Gurbuz T., Seymour M.: *A Structural and Stratigraphic Re-evaluation of the Western Polish Carpathians: Implications for Hydrocarbon Exploration*. Scientific Technical Conference, Wysowa, 27–30 May 1998, s. 1–76.
- [10] Hanzliková E., Roth Z.: *Lithofacies, biofacies and sedimentary conditions in the Cretaceous beds of the flysch zone in the Czechoslovakian Carpathians*. Geologický Sborník 1963, vol. 14, s. 83–100.
- [11] Jankowski L., Kopcowski R., Rylko W.: *Stan wiedzy o budowie geologicznej Karpat zewnętrznych pomiędzy rzekami Biała a Rysca – Dyskusja*. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 2012, vol. 449, s. 203–216.
- [12] Karnkowski P.: *Budowa geologiczna antykliny Jankowej*. Annales de la Société géologique de Pologne 1959, vol. 29, s. 281–296.
- [13] Karnkowski P.: *Oil and Gas Deposits in Poland*. The Geosynoptics Society GEOS, Kraków 1999, s. 1–380.
- [14] Kopcowski R.: *Rozwój facyjny i paleogeografia podjednostki Siar płaszczowiny magurskiej na południe od Gorlic*. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 2007, vol. 426, s. 91–114.
- [15] Kopcowski R., Zimnal Z., Chrząstowski J., Jankowski L., Szymakowska F.: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50000, Arkusz Gorlice*. Państwowy Instytut Geologiczny, 1997.
- [16] Koszarski L.: *Rozwój piaskowców magdalenskich w Karpatach*. Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Nauk PAN, Oddział w Krakowie 1965, s. 235–237.
- [17] Koszarski L., Zytko K.: *Le probleme de la profondeur de la mer du geosynclinal karpatique de flysch*. [W:] Proceedings 7<sup>th</sup> Congress of Carpatho-Balkan Geological Association (Sofia). Part II, 1965, vol. 2, s. 81–86.
- [18] Kozikowski H.: *Zarys geologii obszaru Krygu–Lipinek koło Gorlic*. Kwartalnik Geologiczny 1966, vol. 10, s. 407–428.
- [19] Książkiewicz M.: *Bathymetry of Carpathian flysch basin*. Acta Geologica Polonica 1975, vol. 25, s. 309–367.
- [20] Książkiewicz M.: *Current bedding in Carpathian flysch*. Annales de la Société géologique de Pologne 1948, vol. 7, s. 137–152.
- [21] Książkiewicz M.: *Graded and laminated bedding in the Carpathian flysch*. Annales de la Société géologique de Pologne 1954, vol. 22, s. 399–449.
- [22] Książkiewicz M.: *Sedimentation in the Carpathian flysch sea*. Geologische Rundschau 1958, vol. 47, s. 418–425.
- [23] Książkiewicz M.: *Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians*. Palaeontologia Polonica 1977, vol. 36, s. 1–208.
- [24] Leszczyński S.: *Origin of the Submenilite Globigerina Marl (Eocene–Oligocene transition) in the Polish Outer Carpathians*. Annales Societatis Geologorum Poloniae 1997, vol. 67, s. 367–427.
- [25] Matyasik I., Dziadzio P. S.: *Reconstruction of petroleum system based on integrated geochemical and geological investigation: Selected examples from Middle, Outer Carpathians in Poland*. [W:] Golonka J., Picha F. J. (eds.): *The Carpathians and Their Foreland: Geology and Hydrocarbon Resources*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 84, 2006, s. 497–518.
- [26] Olszewska B., Malata E.: *Paleonevironmental and paleobathymetric analysis of microfossil assemblages of the Polish Outer Carpathians*. [W:] Oszczytko N., Uchman A., Malata E. (eds.): *Palaeotectonic Evolution of the Outer Polish Carpathian and Pieniny Klippen Belt Basins*, 2006, s. 61–84.
- [27] Porebski S. J., Steel R. J.: *Shelf-margin deltas; their stratigraphic significance and relation to deepwater sands*. Earth-Science Reviews 2003, vol. 62, s. 283–326.
- [28] Rögl F.: *Palaeogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene)*. Annalen des Naturhistorisches Museums in Wien 1998, vol. 99A, s. 79–310.
- [29] Ślaczka A., Kamiński M. A.: *A Guidebook to Excursions in the Polish Flysch Carpathians. Field Trips for Geoscientists*. Grzybowski Foundation Special Publications 1998, no. 6, s. 1–173.
- [30] Ślomka T., Malata T., Olszewska B., Lesniak T., Oszczytko N., Poprawa P.: *Evolution of the Silesian and Subsilesian Basins*. [W:] Oszczytko N., Uchman A., Malata E. (eds.): *Paleotectonic Evolution of the Outer Carpathians and Pieniny Klippen Basins*, 2006, s. 111–126.
- [31] Sujkowski Z.: *Les series de Szypot dans les Karpates polonaises orientales. Etude géologique et pétrographique d'un complexe de Flysch*. Travaux du Service géologique de Pologne 1938, vol. 3, s. 5–105.
- [32] Świdziński H.: *Karpaty fliszowe między Dunajcem a Sanem*. [W:] *Regionalna geologia Polski*, t. 1. Karpaty. Tektonika, 1953, s. 362–422.
- [33] Świdziński H.: *Luska Stroz kolo Grybowa*. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 1950, vol. 59, s. 5–70.
- [34] Szymakowska F.: *Budowa geologiczna południowego skrzydła fałdu Gorlic między Gorlicami a Krygiem (Karpaty środkowe)*. Annales de la Société géologique de Pologne 1979, vol. 49, s. 85–103.
- [35] Uchman A., Malata E., Olszewska B., Oszczytko N.: *Paleobathymetry of the Outer Carpathian-Basins*. [W:] Oszczytko N., Uchman A., Malata E. (eds.): *Paleotectonic Evolution of the Outer Carpathians and Pieniny Klippen Basins*, 2006, s. 85–102.
- [36] Van Wagoner J. C., Mitchum R. M., Campion K. M., Rahmanian V. D.: *Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high resolution correlation of time and facies*. AAPG, Methods in Exploration Series 1990, no. 7, s. 1–55.
- [37] Waskowska A., Cieszkowski M.: *Biostratigraphy and depositional anatomy of a large olistostrome in the Eocene Hieroglyphic Formation of the Silesian Nappe, Polish Outer Carpathians*. Annales Societatis Geologorum Poloniae 2014, vol. 84, s. 51–70.
- [38] Watkinson M. P., Enfield M. A., Seymour M. D.: *Predicting turbidite reservoir presence and quality in the Polish Carpathians – application of sequence stratigraphy in exploration*. [W:] Dziadzio P. (ed.): *Carpathian Petroleum Conference – Application of Modern Exploration Methods in a Complex Petroleum System*, 2001, s. 8–10.
- [39] Watycha L.: *Some remarks on the South China Sea shore and on the flysch sedimentation*. Przegląd Geologiczny 1963, nr 6, s. 219–282.



Dr Piotr S. DZIADZIO

Główny Specjalista Badawczo-Techniczny w Zakładzie Geologii i Geochemii.

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy ul. Lubicz 25A

31-503 Kraków

E-mail: dziadzio@inig.pl