

Architektura depozycyjna warstw magurskich w strefie Siar na południe od Gorlic (płaszczowina magurska, polskie Karpaty zewnętrzne)

Michał Warchoła*



Depositional architecture of the Magura Beds from the Siary zone, south of Gorlice (Magura Nappe, Polish Outer Carpathians). Prz. Geol., 55: 601–610.

S u m m a r y. Detailed analysis of lithofacies and their distribution in the Magura Beds in 11 transects in the eastern part of the Siary zone, revealed 16 facies and 6 associations of genetically and spatially related facies. The facies spectrum evidences deposition from a variety of mass gravity processes and subordinately by hemipelagic rain. The facies associations reveal depositional patterns of submarine fans and include: channels, channel-levees, channel-lobe transitions, depositional lobes and slump bodies. Correlation results (9 sections) and facies distribution together with paleocurrent directions suggest that the deposition of this part of Magura Beds took place in a submarine ramp/apron hybrid setting fed from a multipoint source. The depositional pattern of the Magura Beds in

the study area records a two-stage development, which began with the emplacement of a sand/mud-rich type system and was followed by a mud-dominated system.

Key words: architectural element, depositional system, Magura Beds, Paleogene, Magura Basin, Siary Zone, Polish Outer Carpathians

Warstwy magurskie w strefie Siar *sensu* Książkiewicz (1974), oznaczane na mapach jako warstwy magurskie facji glaukonitowej (np. Sikora, 1967), reprezentują turbidytową sukcesję silikoklastyczną (o miąższości w przedziale od 0 do prawie 1600 m) z przełomu eocenu i oligocenu, której wykształcenie, geneza i stratygrafia były przedmiotem wielu publikacji (Świdziński, 1934, 1958, 1973; Książkiewicz, 1935, 1956, 1966, 1974; Książkiewicz, red., 1962; Kozikowski, 1956; Sikora, 1957, 1963, 1967, 1970; Koszarski & Tokarski, 1967; Bogacz i in., 1979; Bromowicz, 1992; Kopciowski, 1996; Oszczytko-Clowes, 1999, 2000, 2001; Leszczyński & Malata, 2002; Jankowski i in., 2004). Według dotychczasowych poglądów są to osady stożka podmorskiego (np. Bromowicz, 1992), głębokomorskiej rampy silikoklastycznej (Leszczyński & Malata, 2002) lub systemu mającego wspólne cechy rampy i kołnierza skłonu (Warchoła i in., 2006). Stopień rozpoznania architektury depozycyjnej tej sukcesji oraz jej indywidualnych elementów jest jednak ciągle skromny, tym samym dotychczasowe interpretacje ewolucji północnej części basenu magurskiego pozostają uproszczone, a wiedza na temat rozwoju sedymentacji ogólna.

W celu lepszego poznania silikoklastycznych systemów depozycyjnych stosuje się analizę elementów architektury depozycyjnej (Miall, 1985). Metoda ta była rozwijana przez wiele lat także w badaniach głębokomorskich sukcesji turbidytowych, czego efektem jest wiele publikacji (Mutti & Normark, 1987; Ghosh & Lowe, 1993; Pickering i in., 1995; Clark & Pickering, 1996; Hickson & Lowe, 2002). Głównymi elementami architektury głębokomorskich systemów depozycyjnych są: kanały, loby depozycyjne, wały brzegowe, strefy pozakorytowe i dużej skali rozmycia. Elementy te są rozpoznawalne dzięki asocjacji facjalnym i geometrii litosomów, a ich rozkład i wykształcenie stanowią o architekturze macierzystego systemu depozycyjnego. Rozpoznanie architektury depo-

zycyjnej skał osadowych jest istotne w szeroko rozumianej analizie basenów sedymentacyjnych oraz typowaniu pułapek stratygraficznych węglowodorów.

W niniejszej pracy zinterpretowano: 1) główne elementy architektury systemu depozycyjnego (asocjacje facjalne) warstw magurskich na południe od Gorlic, 2) ich geometrię przestrzenną pomiędzy Siarami i Pętą oraz 3) fazy rozwoju tej części systemu depozycyjnego.

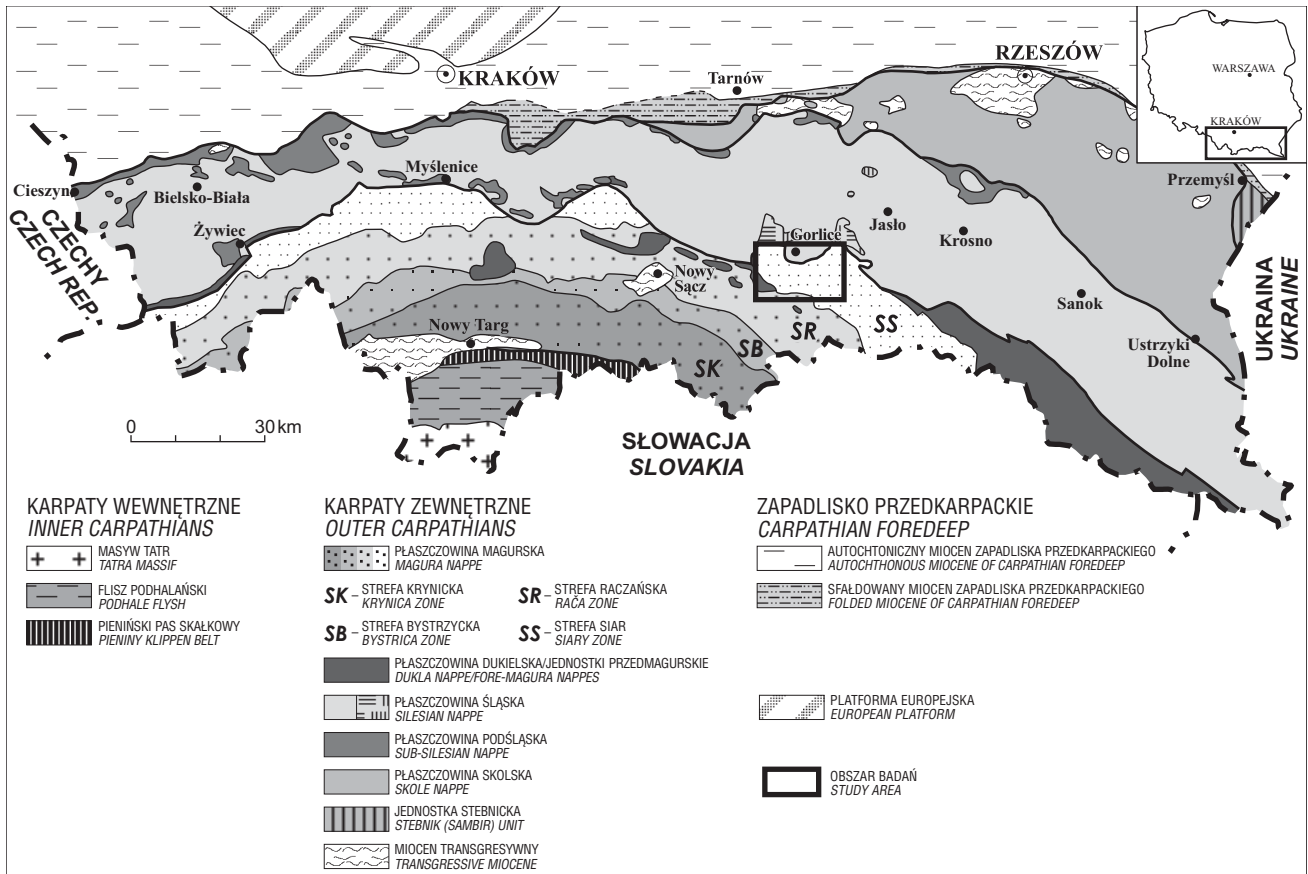
Obszar badań i zarys litostratygrafii

Obszar badań jest położony we wschodniej części polskich Karpat, na południe od Gorlic (ryc. 1), w środkowej części Beskidu Niskiego, a zarazem w obrębie północnej, brzegowej strefy płaszczowiny magurskiej, zwanej strefą Siar (Koszarski i in., 1974) lub strefą gorlicką północną (Węclawik, 1969). Zachodnią granicą badanego terenu jest wieś Szymbark, a wschodnią — granica pomiędzy wsiami Pęta i Banica, północna przebiega wzdłuż północnej krawędzi Beskidu Niskiego, a południową stanowi pasmo Magury Małastowskiej (ryc. 2).

Najstarszymi utworami na badanym obszarze są warstwy ropianieckie (formacja z Ropianki; por. np. Oszczytko-Clowes, 2001; Oszczytko, 2006), zwane inaczej warstwami inoceramowymi (por. Kopciowski, 1996; Ryłko, 2004), wieku późnokredowo-paleogeńskiego (ryc. 3). W stropie formacji z Ropianki występują piaskowce z Mutnego (zob. np. Kopciowski, 1996; Ryłko, 2004) lub utwory tej formacji kontaktują z łupkami pstryimi formacji z Łabowej (eocen; por. Ryłko, 2004). W obrębie formacji z Łabowej wydziela się dwa ogniwa — piaskowców ze Skawiec i piaskowca pasierbieckiego (zob. Oszczytko-Clowes, 2001; Ryłko, 2004; Oszczytko, 2006).

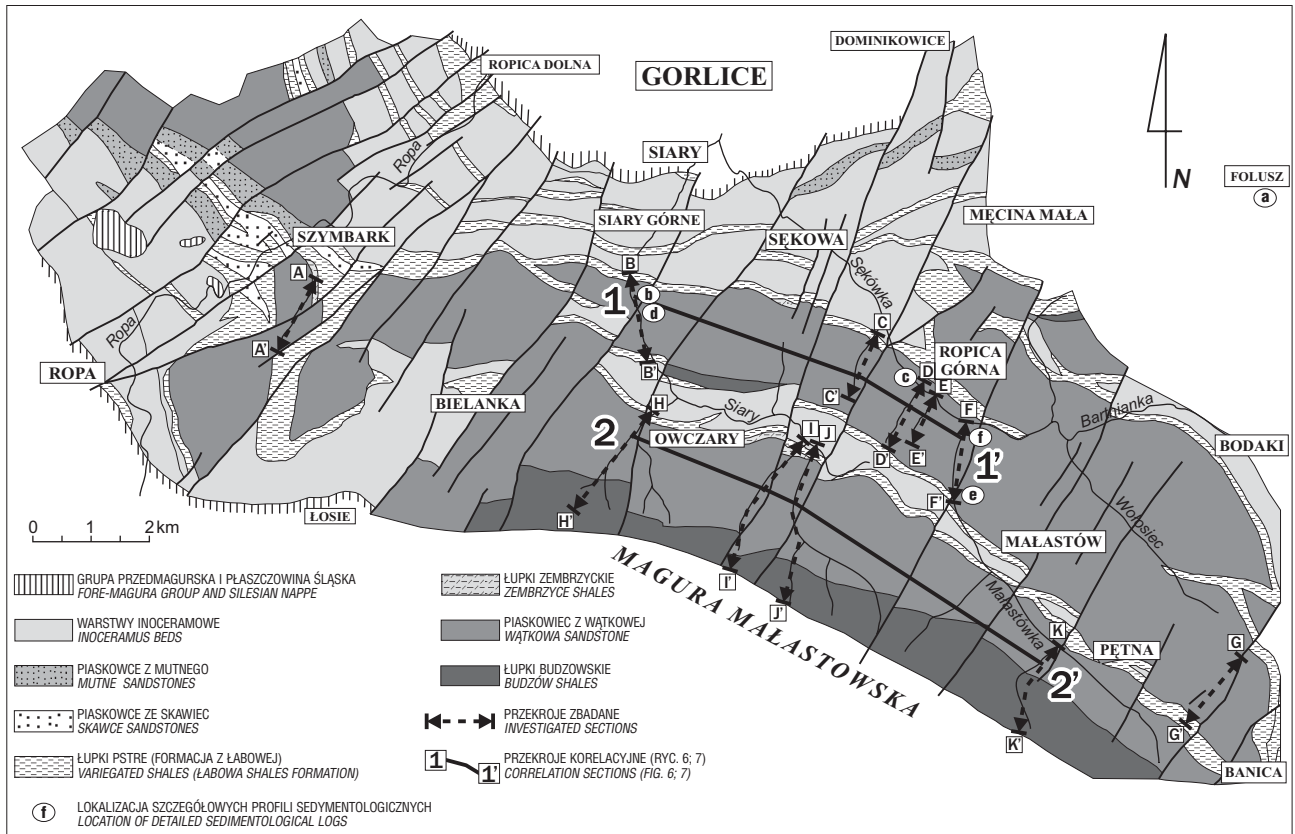
Według dotychczasowych wyników badań warstwy magurskie w strefie Siar mają trójdzieloną budowę (zob. np. Książkiewicz, 1974; Koszarski & Koszarski, 1985; Bromowicz, 1992; Kopciowski, 1996; Oszczytko-Clowes, 1999, 2001; Ryłko 2004) i zalegają najczęściej bezpośrednio na pstrych łupkach formacji z Łabowej (ryc. 3). Poczynając od dołu, w obrębie warstw magurskich wydziela się: 1) najniższej leżące warstwy podmagurskie (Książkiewicz, 1935), nazwane następnie łupkami lub warstwami zem-

*Instytut Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Krakowie, ul. Senacka 1, 31-002 Kraków; ndwarcho@cyf-kr.edu.pl



Ryc. 1. Obszar badań na tle mapy tektonicznej polskich Karpat zewnętrznych (oparta na: Leszczyńskim & Malacie, 2002; Jankowskim i in., 2004)

Fig. 1. Tectonic sketch-map of Polish Outer Carpathians (based on: Leszczyński & Malata, 2002; Jankowski et al., 2004)



Ryc. 2. Mapa geologiczna okolic Gorlic według Kopciowskiego (1996; zmieniona) z zaznaczonymi badanymi przekrojami

Fig. 2. Geological map of the Gorlice region (biefel Kopciowski, 1996, modified) with location of investigated sections

Tab.1. Facje warstw magurskich strefy Siar w badanym obszarze
Table 1. Facies of the Magura Beds of the Siary Zone in the study area

Facje Facies	Pickering i in., 1986 Pickering et al., 1986
1. Bezstrukturalne mułowce żwirowe <i>Structureless gravelly mudstones</i>	A1.3
2. Piaskowce gruboziarniste normalnie uziarnione i zespoły zlepieniec-piaskowiec <i>Normally graded coarse-grained sandstones and sandstone-conglomerate couplets</i>	A2.7
3. Piaskowce masywne i zlepieniec <i>Massive sandstones and conglomerates</i>	B1.1
4. Piaskowce i zlepieniec warstwowane poziomo (ryc. 4B) <i>Parallel-stratified sandstones and conglomerates (Fig. 4B)</i>	B2.1
5. Piaskowce warstwowane przekątnie (ryc. 4A) <i>Cross-stratified sandstones (Fig. 4A)</i>	B2.2
6. Piaskowce mulaste bez wyraźnej organizacji <i>Structureless muddy sandstones</i>	C1.1
7. Piaskowce silnie zbioturbowane <i>Highly bioturbated sandstones</i>	C1.2
8. Zespoły bardzo grubo- lub gruboławicowego piaskowca i łupka <i>Very thick-bedded sandstone-shale couplets</i>	C2.1
9. Zespoły grubo- lub średnioławicowego piaskowca i łupka (ryc. 4C) <i>Thick to medium-bedded sandstone-shale couplets (Fig. 4C)</i>	C2.2
10. Zespoły cienkoławicowego piaskowca i łupka (ryc. 4C) <i>Thin-bedded sandstone-shale couplets (Fig. 4C)</i>	C2.3
11. Bardzo grubo- i gruboławicowe zespoły piaskowiec-łupek z przewagą łupków <i>Very thick and thick-bedded sandstone-shale couplets dominated by shales</i>	C2.4
12. Bezstrukturalne mułowce piaszczyste <i>Structureless sandy mudstones</i>	-
13. Masywne łupki (mułowce; ryc. 4E) <i>Massive shales (mudstones; Fig. 4E)</i>	E1.1
14. Łupki różnokolorowe (ryc. 4F) <i>Motley shales (Fig. 4F)</i>	E1.2
15. Zespoły pyłowiec-łupek z gradacją <i>Graded siltstone-shale couplets</i>	D2
16. Utwory chaotyczne i brekcje (ryc. 4D) <i>Chaotic deposits and breccias (Fig. 4D)</i>	F2.2

Asocjacje facjalne jako główne elementy architektury depozycyjnej

Podstawą interpretacji architektury depozycyjnej warstw magurskich strefy Siar na badanym obszarze były asocjacje facjalne, będące jednocześnie głównymi elementami architektury depozycyjnej (por. Mutti & Normark, 1987; Ghosh & Lowe, 1993; Clark & Pickering, 1996).

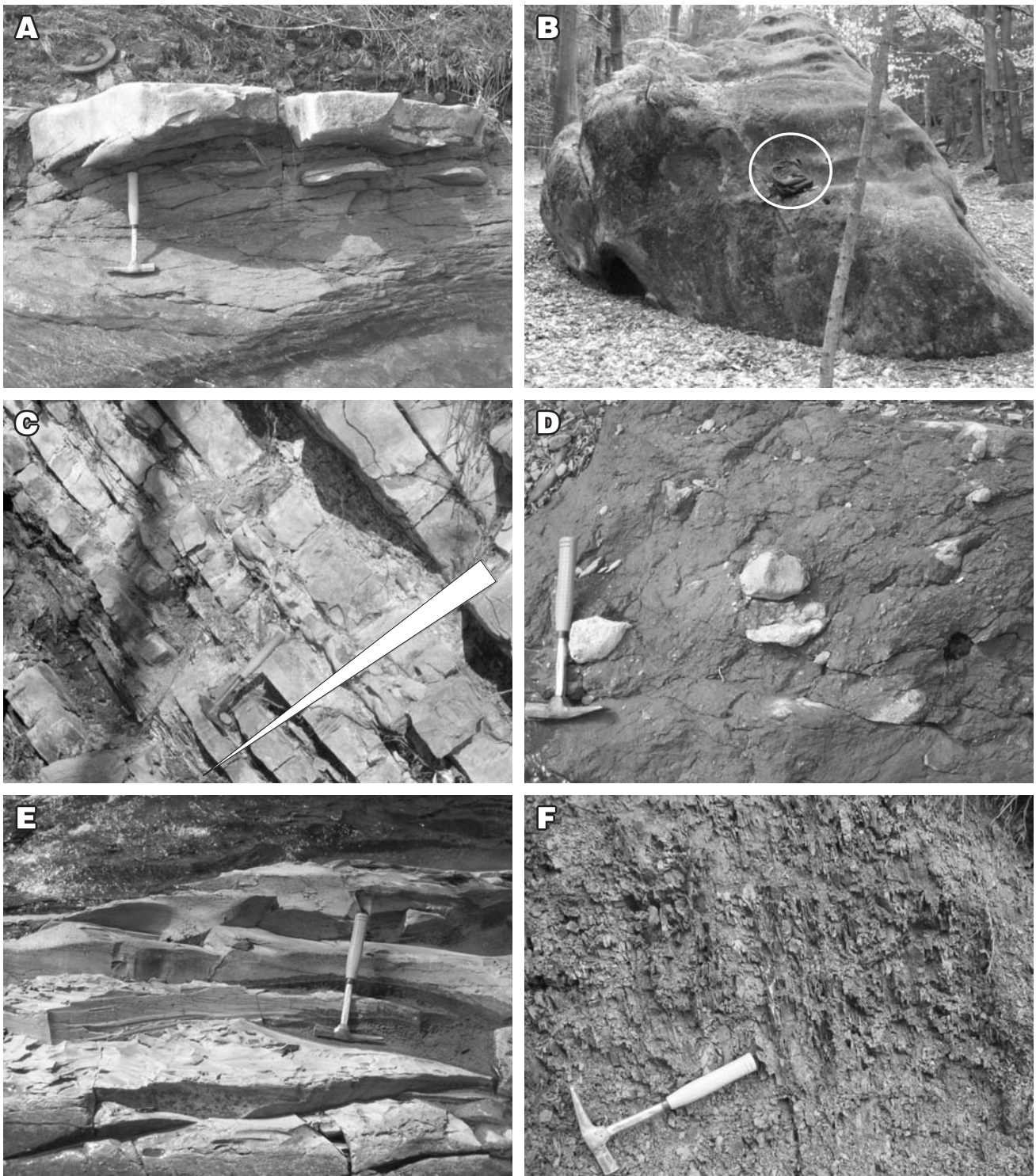
Asocjacja A. Głównie grubo- i bardzo gruboławicowe piaskowce lub zlepieniec, które przeważają nad innymi utworami. Łupki oraz utwory heterolitowe występują w tej asocjacji najczęściej jako cienkie wkładki. Stosunek piaskowca do łupka wynosi $>3,0$ (ryc. 4A, B; 5a). Asocjacja ta reprezentuje zapewne głównie wypełnienia kanałów podmorskich, z podrzędną ilością innych utworów. Rzadko notowane struktury erozyjne dużej skali (głębokie wcięcia, rozmycia $>0,5$ m) oraz geometria litosomów tej asocjacji mogą być dowodem, że większość z tych kanałów to stosunkowo płytkie, lateralnie rozległe (do kilkuset metrów) formy nakładające się w wyniku agradacji — typowe dla kanałów rozprzodających. Jedynie pojedyncze litosomy, np. w Siarach i Ropicy Górnej (oraz Folszu — poza obszarem objętym niniejszą pracą; zob. Warchoł, 2004), odpowiadają kanałom, w których dostawa materiału była długotrwała. Utwory asocjacji A charakteryzują ogólnie dolną i środkową część badanej sukcesji. Miąższość indywidualnych kompleksów waha się od 10 do ok. 100 m. Asocjacja facjalna A występuje z różną częstotliwością we wszystkich profilach (ryc. 6A i B).

Asocjacja B. Piaskowce od bardzo grubo- do średnioławicowych przeważają nad łupkami. Stosunek piaskowca do łupka wynosi $3,0-1,0$ (ryc. 4C; 5b, d). Asocjacja ta reprezentuje głównie piaszczyste łoby depozycyjne oraz osady przejściowe kanał-lob depozycyjny (por. Mutti & Normark, 1991; Mutti, 1992). Typowe osady kanałów są

najczęściej reprezentowane przez pojedyncze ławice lub zestawy ławic piaskowców gruboziarnistych, gruboławicowych, z widocznymi śród- i międzyławicowymi rozmyciami różnej skali, rozdzielone niekiedy bardzo grubymi warstwami łupków masywnych lub pakietami utworów cienkoławicowych (ryc. 5b, d). Zespoły kanał-lob depozycyjny oraz łoby depozycyjne, zbudowane ze średnioziarnistego piaskowca z pojedynczymi ławicami noszącymi ślady depozycji w kanałach, są trudne do rozdzielenia w skali przyjętej do niniejszej analizy i tworzą na badanym terenie miąższe kompleksy występujące szczególnie często w dolnej części badanej sukcesji.

Asocjacja C. Grubo- i cienkoławicowe łupki oraz piaskowce cienko- do gruboławicowych. Stosunek piaskowca do łupka wynosi $1,0-0,3$ (ryc. 4C; 5d, f). Asocjacja ta odpowiada osadom pozakorytowym (por. Mutti & Ricci Lucchi, 1972, 1975) — nieskanalizowanym osadom o charakterze pokryw warstwowych — w tym także osadom łobów depozycyjnych zdominowanych mułem. Takie utwory mają znaczny udział w całej sukcesji warstw magurskich na badanym terenie, a w górnej części sukcesji przeważają nad innymi. Asocjacja ta może również reprezentować osady wałów brzegowych (por. Stow, 1985). Na badanym terenie, gdzie odsłonięcia nie pozwalają na obserwacje lateralne, utwory te ogólnie zaliczono do pozakorytowych. Cienkoławicowe turbidyty nie tworzą kompleksów większych miąższości i występują najczęściej jako wkładki w obrębie wszystkich wydzielonych asocjacji.

Asocjacja D. Masywne łupki (mułowce) z wkładkami cienko- do gruboławicowych piaskowców. Stosunek piaskowca do łupka wynosi $<0,3$ (ryc. 4E; 5e). Turbidyty wykazujące dużej miąższości (do kilku metrów) człon mułowy mogą reprezentować drobnoziarniste wypełnienia koryt lub depresji śródkanałowych (śródlobowych) — por. Stow, 1985; Shanmugam & Moiola, 1985. Duża miąższość

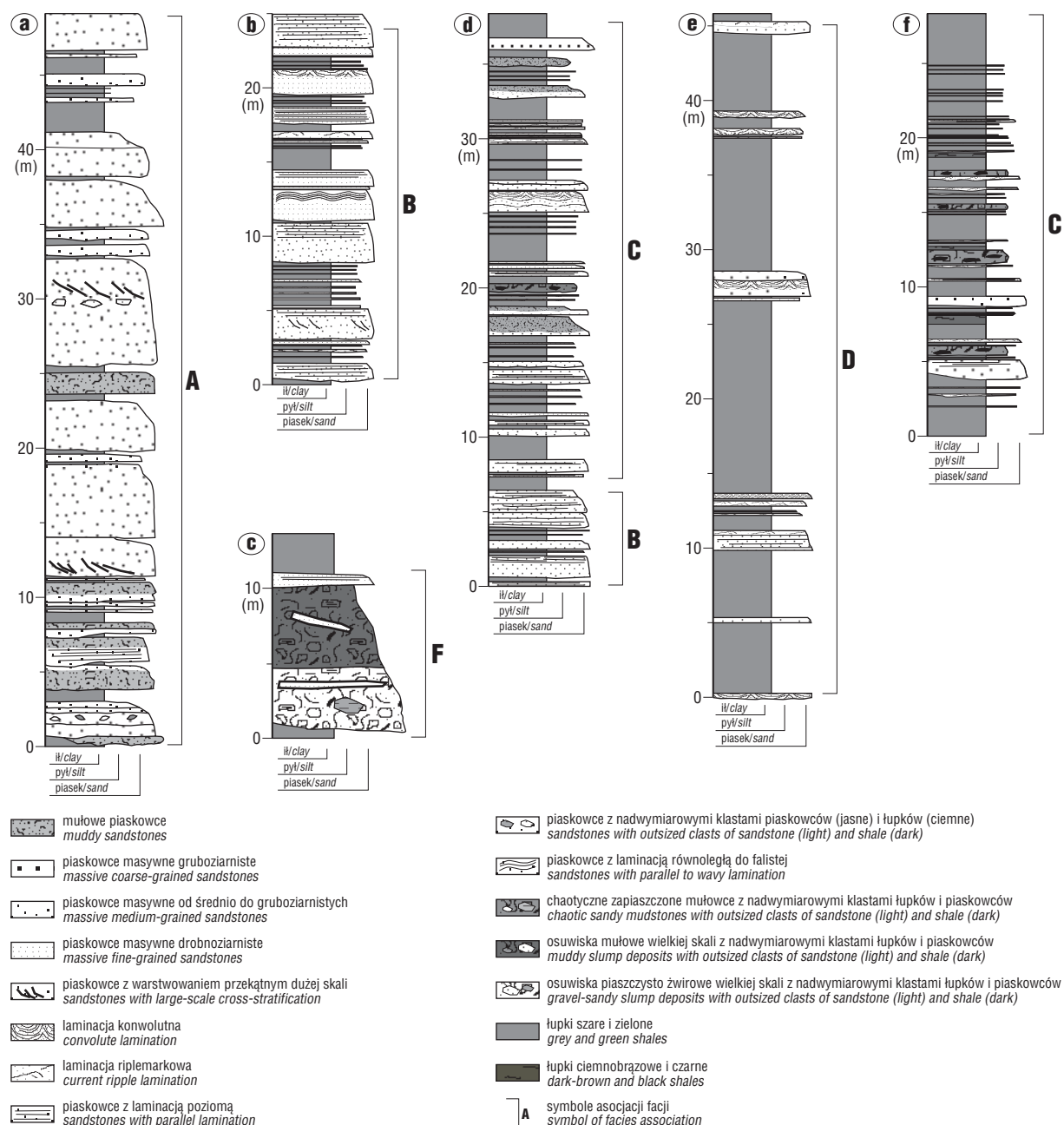


Ryc. 4. Przykłady facji warstw magurskich; młotek (35 cm długości) i plecak (zakreślony; ~40 cm) jako skala; A — piaskowiec gruboławicowy, gruboziarnisty warstwowany przekątnie w dużej skali (Ropica G.); B — piaskowiec gruboławicowy, gruboziarnisty, laminowany (Folusz); C — kompleks średnio- i cienkoławicowych piaskowców i łupków (Siary; grubienie sekwencji ku górze zaznaczone strzałką); D — osuwisko (Ropica G.); E — masywne łupki (mułowce; Ropica G.); F — łupki cienkoławicowe (Szymbark)

Fig. 4. Facies examples of the Magura Beds; hammer (35 cm long) and rucksack (encircled; ~40 cm long), for scale; A — very thick-bedded, coarse-grained sandstone with large-scale cross-stratification (Ropica G.); B — very thick-bedded, coarse-grained sandstone with parallel lamination (Folusz); C — alternation of thin- to thick-bedded sandstones and shales (Siary; thickening upward sequence marked by arrow); D — slump deposits (Ropica G.); E — massive shales (mudstones); F — thin-bedded shales (Szymbark)

członu mułowego w indywidualnych turbidytach świadczy o ograniczonej przestrzeni depozycji osadu z pojedynczego prądu zawieszinowego, braku erozyjnego oddziaływania kolejnych prądów lub o dużej objętości materiału frakcji ilastej i pylastej w takim prądzie zawieszinowym.

Asocjacja E. Zielone lub szare, rzadziej brązowe lub czarne łupki ze sporadycznie występującymi wkładkami cienkoławicowych piaskowców (ryc. 4F). Asocjacja E reprezentuje utwory pozakorytowe zdominowane sedymentacją hemipelagiczną. Depozycja tego typu osadów



Ryc. 5. Charakterystyczne wzory asocjacji facji (uogólnione wzory na ryc. 6A i B); a — Folsz; b — Siary; c — Ropica Górna; d — Siary; e — Małastów; f — Małastów; asocjacja A — wypełnienia kanałów, asocjacja B — proksymalne części lobów depozycyjnych (osady przejściowe kanał-lob depozycyjny), asocjacja C — centralne i dystalne części lobów depozycyjnych i osady pozakorytowe, asocjacja D — wypełnienia depresji międzylobowych i zaczopowanych kanałów, asocjacja F — osuwiska

Fig. 5. Characteristic patterns of facies associations (general facies types shown in fig. 6A & B): a — Folsz; b — Siary; c — Ropica Górna; d — Siary; e — Małastów; f — Małastów; association A — channel fills, association B — proximal depositional lobes (channel-lobe transition), association C — central and distal depositional lobes, overbank deposits, association D — infills of interlobe depressions and plugged channels, association F — slump bodies

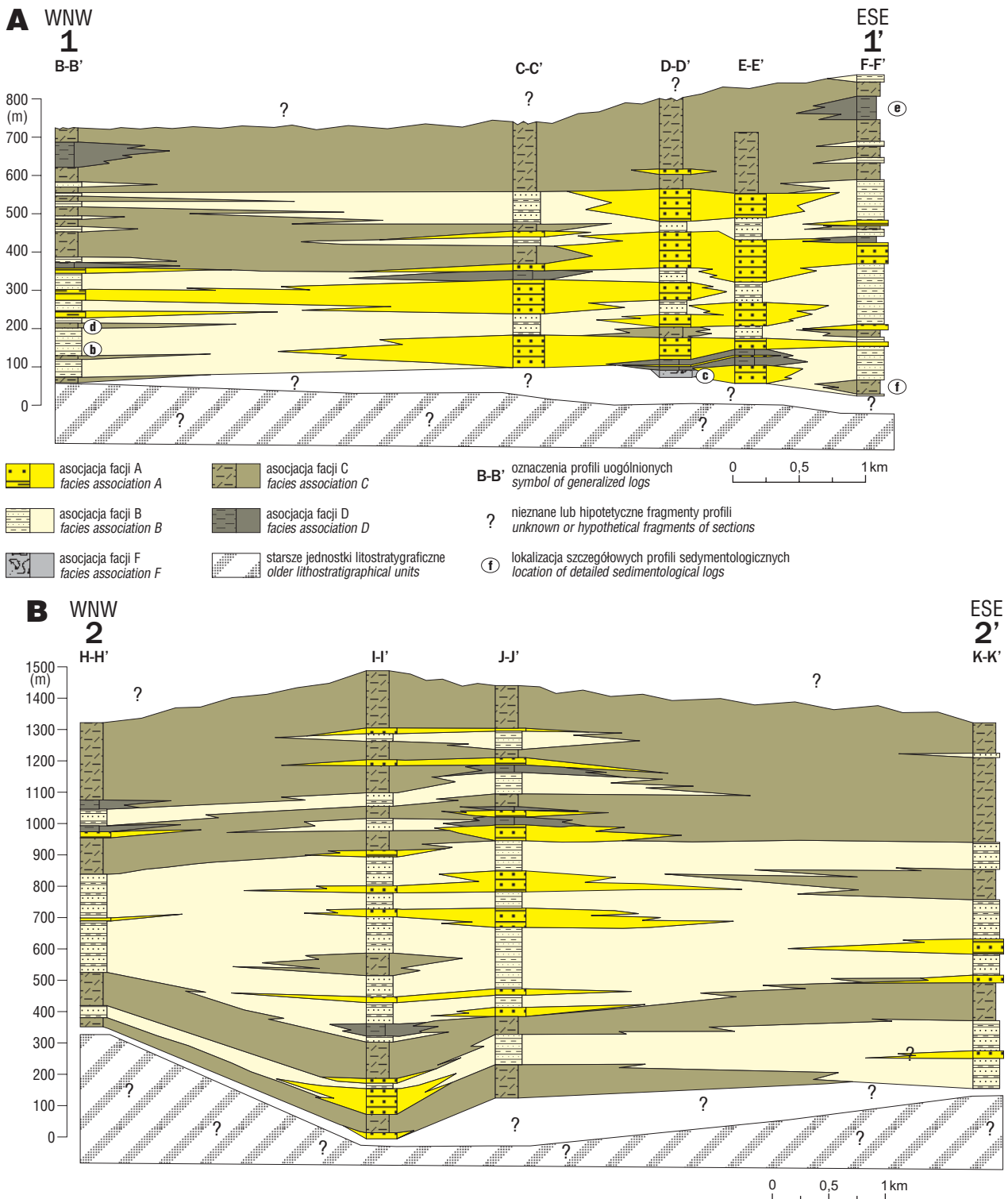
zachodzi najczęściej w miejscach oddalonych od głównych dróg dostawy materiału lub w dystalnej części systemu depozycyjnego. Facja ta jest charakterystyczna dla łupków z Szymbarku i poza przekrojem A-A' (ryc. 2) występuje podrzędnie, najczęściej jako cienkie wkładki w obrębie innych asocjacji facjalnych.

Asocjacja F. Utwory chaotyczne (ryc. 4D; 5c). Asocjacja F reprezentuje osuwiska dużej skali, które tworzyły się w proksymalnej części systemu depozycyjnego i mogły być deponowane tak w strefach pozakanałowych, jak w samych kanałach wewnętrznej części systemu, blisko pod-

nóża skłonu (ryc. 6A, profil D-D'). W Ropicy Górnej asocjacja F tworzy kompleks ok. 15 m miąższości dający się prześledzić lateralnie na dystansie kilkunastu metrów. Pojedyncze ławice odpowiadające wykształceniu asocjacji F (do 1 m miąższości) były odnotowane z różną częstotliwością na prawie całym obszarze.

Architektura systemu depozycyjnego

Wyróżnione asocjacje facjalne (A–F) reprezentują elementy architektury badanego systemu depozycyjnego. Z uwagi na skalę przyjętą do odwzorowania danych i możliwości



Ryc. 6. Przekroje korelacyjne; A — Siary-Maławstów (1-1'); B — Owczary-Pętna (2-2')
 Fig. 6. Correlation cross-sections; A — Siary-Maławstów (1-1'); B — Owczary-Pętna (2-2')

ich korelacji na przekrojach (ryc. 6A i B) przedstawione asocjacje facjalne reprezentują głównie grupy elementów architektury (łoby depozycyjne, kanały), a nie pojedyncze elementy rozdzielone odpowiadającymi im powierzchniami ograniczającymi (zob. Clark & Pickering, 1996).

Na przekroju ze strefy Siary-Maławstów (przekrój 1-1'; ryc. 2; 6A) obserwuje się stopniowe wyklinowanie asocjacji A w kierunku zachodnim (Siar) oraz w kierunku wschodnim (Maławstowa, profil F-F'). Asocjacja A wykazuje zazwyczaj różnej skali geometrię soczewkową, rza-

dziej geometrię pokładową, co odzwierciedla zmienne proporcje wypełnień kanałów do wałów brzegowych w jej obrębie. Z przekroju korelacyjnego wnika, że transport materiału piaszczystego do basenu odbywał się głównie w rejonie Ropicy Górnej. Utwory asocjacji A są rozdzielone przez kompleksy asocjacji B i C, których udział wzrasta w kierunku Maławstowa i Siar (ryc. 6A). Kompleksy utworów asocjacji B i C wykazują najczęściej geometrię pokładową (charakterystyczną dla łobów depozycyjnych).

Obraz na przekroju Owczary-Pętna (przekrój 2-2'; ryc. 2; 6A) jest podobny do tego z przekroju Siary-Małaśtów (1-1'; ryc. 6A). Utwory asocjacji A koncentrują się w centralnej części przekroju korelacyjnego, wyklinowując się lateralnie w obydwu kierunkach na przestrzeni do kilku kilometrów. Występują tu one jednak podrzędnie i są rozdzielone przez kompleksy asocjacji B i C przeważające w strefie Owczary-Pętna (ryc. 6B).

Dolna część warstw magurskich na przekroju 2-2', w przeciwieństwie do przekroju 1-1', jest zbudowana głównie z asocjacji C i B (ryc. 6B). Kompleksy asocjacji A występują tam podrzędnie. Takie wykształcenie to efekt położenia strefy Owczary-Pętna w dystalnej części systemu depozycyjnego warstw magurskich, zdominowanej sedymentacją na lobach depozycyjnych (asocjacja B i C) formowanych u wylotu kanałów ze strefy Siary-Małaśtów. Loby te, na skutek progradacji systemu depozycyjnego warstw magurskich, były rozcinane przez kanały rozpraszające, czego zapisem są utwory interpretowane jako przejściowe między kanałem i lobem depozycyjnym.

Górna część korelowanych profili, jednocześnie stropowa część systemu depozycyjnego badanych utworów wygląda podobnie zarówno na przekroju 1-1', jak i na przekroju 2-2'. Zdominowana jest przez utwory asocjacji C, których litosomy mają geometrię pokładową, charakterystyczną dla lobów depozycyjnych. W obrębie mięszszych kompleksów asocjacji C podrzędnie występują kompleksy asocjacji A, B i D w postaci cienkich soczew. Z tego typu geometrii można wnioskować o depozycji w kanałach podmorskich (asocjacja A; forma o negatywnym reliefie), proksymalnych, piaszczystych lobach depozycyjnych (asocjacja B), lub — jak w wypadku asocjacji D — uznać te osady za wypełnienia niecek śródkanałowych lub śródlobowych. Są to formy mniejszej skali w porównaniu z dolną częścią badanej sukcesji.

Proporcje utworów asocjacji A na przekrojach korelacyjnych są różne. Ich procentowy udział w strefie Siary-Małaśtów (ryc. 2; 6A) jest dużo większy niż w strefie Owczary-Pętna (ryc. 2; 6B), co, jak wcześniej wspomniano, jest odzwierciedleniem położenia tych stref względem źródła materiału. Większe miąższości utworów warstw magurskich w strefie Owczary-Pętna (w stosunku do strefy Siary-Małaśtów, ryc. 2; 6B) są charakterystyczne w obszarach o przypuszczalnie większej przestrzeni akomodacyjnej i szybszej subsyduencji. Jednakże występujące w profilu zlepieńce i piaskowce zlepieńcowate (typowe w proksymalnych częściach systemu depozycyjnego — asocjacja A, ryc. 6B, profil I-I' i J-J') wskazują na przestrzenne ograniczenia subbasenu strefy Siar podczas sedymentacji badanych utworów lub o dużym zasięgu oddziaływania wysoko gęstościowych prądów zawieszinowych.

Podsumowanie i wnioski

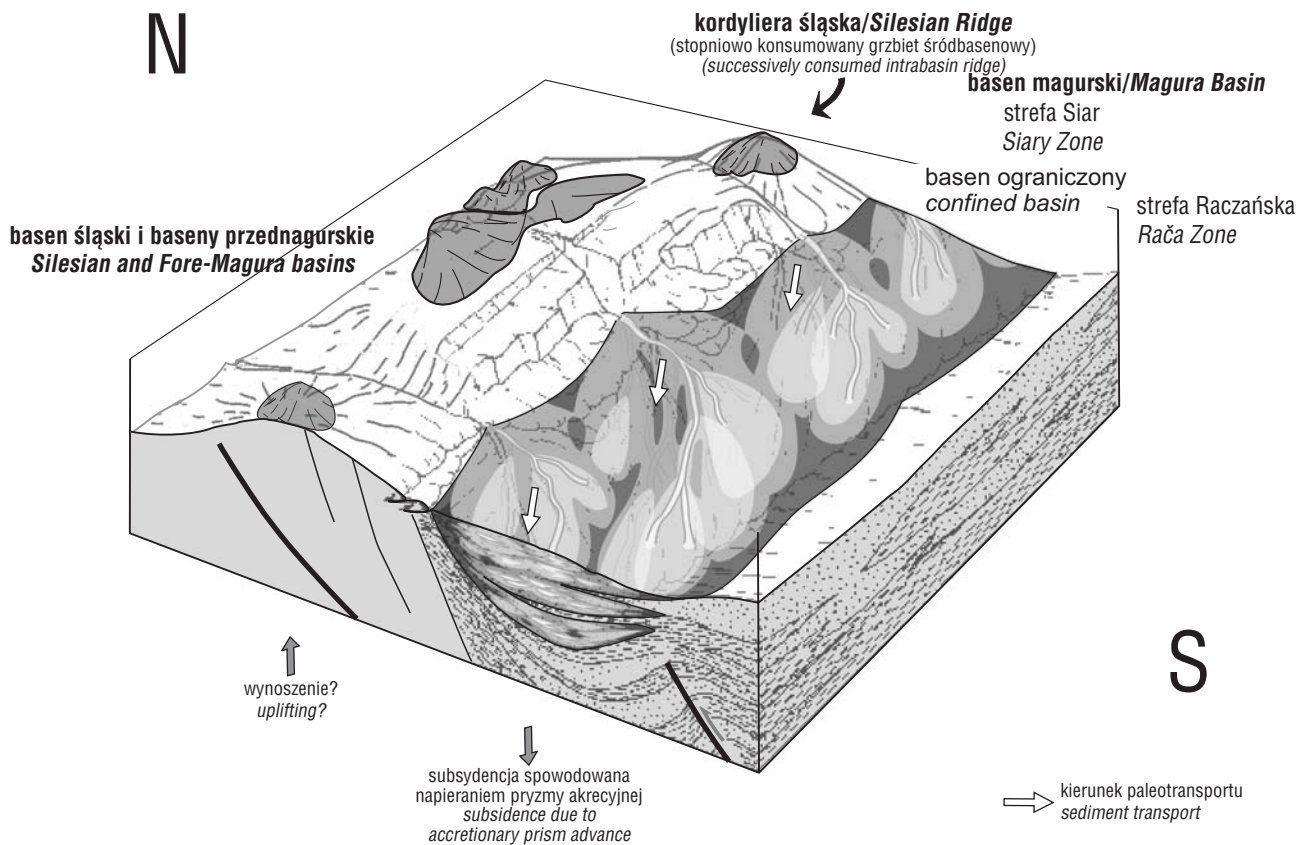
Utwory badanej sukcesji były deponowane w środowisku głębokomorskim (potwierdzają to również badania mikrofauny; patrz: Leszczyński & Malata, 2002), w efekcie różnego rodzaju procesów masowego transportu grawitacyjnego ze śladowym udziałem osadów tła depozycyjnego (pelagitów i hemipelagitów). Spektrum facjalne odpowiada zespołowi facji stożka podmorskiego (w ujęciu klasycznym), ale ich ciągła pokrywa w obrębie prawie całej strefy Siar oraz linijnie rozmieszczone źródła zasilania wskazują, że utwory te osadzały się w systemie mającym wspólne cechy rampy głębokomorskiej i kołnierza

skłonu (por. Leszczyński & Malata, 2002; Warchoła i in. 2006; ryc. 7). Pomierzone kierunki paleotransportu o przebiegu z północnego wschodu i z północy na południowy zachód i południe oraz rozkład facji grubookruchowych wskazują północny brzeg basenu magurskiego (kordyliere śląską *sensu* Książkiewicz, 1956) jako miejsce pochodzenia materiału klastycznego (zob. np. Książkiewicz, red., 1962; Bromowicz, 1992; Oszczytko, 1992; Oszczytko-Ciłowes, 2001; Leszczyński & Malata, 2002; Poprawa i in., 2006). Od południa subbasenu strefy Siar był ograniczony stokami stref raczańskiej i sądeckiej (Leszczyński & Malata, 2002).

Z uwagi na stosunkowo niewielką powierzchnię obszaru badań omawiany system depozycyjny potraktowano w tej pracy jako element nadrzędny systemu turbidytowego strefy Siar. Na profilach korelacyjnych widać znaczne poziome i pionowe zróżnicowanie badanych warstw magurskich pod względem proporcji i rozmieszczenia poszczególnych asocjacji facjalnych, stanowiących o ich architekturze i sposobie rozwoju. Wyraźna różnica w wykształceniu stropowej części omawianej sukcesji jest dowodem, że badany system depozycyjny na tym terenie przechodził ewolucję charakteryzującą się co najmniej dwoma głównymi fazami rozwoju (fazy te nie zapisały się w obrębie całej sukcesji jednakowo; ryc. 6A, B). Widoczny na przekrojach (I-I' i II-II'; ryc. 6A, B) niejednorodny kompleks zbudowany przede wszystkim z utworów asocjacji A i B (podrzędnie C, D, E, F) reprezentuje fazę rozwoju systemu depozycyjnego warstw magurskich charakteryzującą się dominacją sedymentacji piasku i mułu (piaskowiec z Wątkowej), opisywaną w literaturze jako rampa i kołnierz skłonu bogate w piasek i muł (por. Reading & Richards, 1994). Kompleks zbudowany głównie z utworów asocjacji C, D i E (podrzędnie A, B), widoczny w stropowej części badanej sukcesji (warstwy z Budzowa), reprezentuje fazę rozwoju systemu depozycyjnego zdominowaną sedymentacją mułu, opisywaną w literaturze jako rampa i kołnierz skłonu bogate w muł (por. Reading & Richards, 1994). Faza pierwsza charakteryzowała się zwiększoną depozycją materiału w strefach odpowiadających kanałom (w większości o cechach kanałów rozpraszających) i lobom depozycyjnym zdominowanym piaskiem, natomiast faza druga odpowiada sedymentacji głównie w obrębie lobów depozycyjnych (pokryw warstwowych) zdominowanych mułem z nieznacznym udziałem sedymentacji w mniejszych kanałach.

Opisywane w poprzednich rozdziałach kanały reprezentują najczęściej płaskie i płytkie formy, tworzące niekiedy mięszsze kompleksy (na skutek akrecji pionowej lub migracji wymuszonej rzeźbą dna basenu) z różnym udziałem utworów pozakorytowych, a nie wypełnienia głęboko wciętych dolin. Taki zespół facji charakteryzuje przede wszystkim kanały rozpraszające („roztokowe”). Część z nich może stanowić boczne odgałęzienia lub dystalne odpowiedniki kanałów proksymalnych, które podczas wstępnych obserwacji odnotowano w paśmie Magury Wątkowskiej między Folszem a Mrukową.

Obecność utworów chaotycznych (debrytów) w obrębie górnej części warstw magurskich (warstwy z Budzowa) razem z występującymi w ich obrębie grubymi ławicami mułowców, reprezentującymi pojedyncze turbidyty, wskazuje na sedymentację w podobnym reżimie tektonicznym do tego, podczas którego osadzały się piaskowce z Wątkowej. Różnica wynika ze zmiany rodzaju alimentowanego materiału (Leszczyński & Malata, 2002) oraz, prawdopo-



Ryc. 7. Model systemu depozycyjnego warstw magurskich strefy Siar (bez skali; Warchoł i in., 2006; zmieniona)
Fig. 7. Model of depositional system of the Magura Beds from the Siary Zone (out of scale; Warchoł et al., 2006; modified)

dobnie, także ze zmiany konfiguracji brzegów subbasenu Siar mającej znaczny wpływ na sposób depozycji mułu (ograniczenia w swobodnym rozprzestrzenianiu się drobnopiezarnistego materiału).

Piaskowiec magurski facji glaukonitowej (piaskowiec z Wątkowej) na badanym obszarze nie tworzy jednego zwartego kompleksu zdominowanego piaskowcami, jak to wynika z litostratygrafii, lecz wykazuje bardziej złożoną budowę, cechującą się zróżnicowanym stosunkiem piaskowców i łupków (ryc. 6A i B). To samo dotyczy także wyższej części sukcesji, opisywanej jako warstwy nadmagurskie (warstwy z Budzowa/warstwy z Małastowa), gdzie w profilu poza asocjacjami C, E pojawiają się również kompleksy zbudowane z asocjacji A, B, tworzące soczewkowane litosomy (ryc. 6A i B) od kilkunasztu do kilkudziesięciu metrów miąższości. Takie zróżnicowanie litofacjalne (nieciągłość wydzielanych jednostek litostratygraficznych lub brak wyraźnych granic pomiędzy nimi) potwierdziły także wyniki badań przedstawione w niektórych pracach z tego obszaru i innych obszarów strefy Siar (por. Sikora, 1967; Książkiewicz, 1974; Leszczyński & Malata, 2002).

Z zebranych danych wynika, że stosowany w tym rejonie podział litostratygraficzny warstw magurskich jest uproszczony i trudny do zastosowania w badaniach szczegółowych, gdyż zakłada on konsekwentne zróżnicowanie ich profilu pionowego występowaniem: 1) kompleksu głównie łupkowego (łupki zembrzyckie/łupki z Szymbarku) w dolnej części, 2) zwartego kompleksu piaskowcowego (piaskowiec z Wątkowej) w części środkowej i 3) jednego zwartego kompleksu w zasadzie łupkowego (łupki z Budzowa/łupki z Małastowa) w części górnej. Na podsta-

wie omówionych wyników proponuje się nie rozdzielać formalnie badanych warstw magurskich, a istniejący trójpodział stosować jedynie w wyjątkowych przypadkach, traktując kompleksy 1, 2 i 3 jako ogniwa całej — do tej pory niesformalizowanej — silikoklastycznej sukcesji osadowej przełomu eocenu i oligocenu (podkreślając nieciągłość stratygraficzną tych ogniw, w tym lokalne występowanie w różnych pozycjach w profilu). Cała sukcesja warstw magurskich w strefie Siar powinna być podniesiona do rangi formacji.

Niski stopień odsłonięcia badanych utworów znacznie ogranicza dokładne poznanie ich architektury, w tym ocenę rozprzestrzenienia, kształtu i budowy wewnętrznej poszczególnych elementów. Badania na takim terenie mogą polegać głównie na rejestracji facji, asocjacji facjalnych i ich następstw w niewielkich, rozproszonych odsłonięciach. Przedstawiony opis upraszcza poziome rozprzestrzenienie elementów, a i część ich pionowego zasięgu może być niekiedy błędna. Słabą stroną zamieszczonych przekrojów korelacyjnych jest ich niedostateczne podparcie biostratygrafia. Uściślenie opisu i interpretacji sedymentologicznej badanej sukcesji będzie możliwe po zebraniu danych umożliwiających precyzyjniejszą korelację profili, a także po rozpoznaniu rzeczywistego wykształcenia odcinków profili, które są słabo odsłonięte lub zakryte.

Dziękuję dr. hab. Stanisławowi Leszczyńskiemu za koordynowanie prac badawczych, liczne dyskusje i cenne uwagi związane z przygotowaniem mojej pracy magisterskiej, której efektem jest niniejszy artykuł. Prof. dr. hab. Szczepanowi Porębskiemu, a także dwóm anonimowym recenzentom dziękuję za krytyczne uwagi dotyczące manuskryptu, które w znaczący spo-

sób wpłynęły na końcową wersję tej pracy. Stanisławowi Korcowi i jego całej Rodzinie składam podziękowania za logistyczne wsparcie podczas prac terenowych, a Michałowi Jastrzębskiemu za cenne dyskusje i rozmowy przy osuwisku.

Literatura

- BOGACZ K., DZIEWAŃSKI J., JEDNOROWSKA A. & WĘCŁAWIK S. 1979 — Osady paleogenu płaszczowiny magurskiej w rejonie Owczar (Beskid Niski). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 49: 43–65.
- BROMOWICZ J. 1992 — Basen sedymentacyjny i obszary źródłowe piaskowców magurskich. *Geol. AGH*, 54: 1–120.
- CLARK J.D. & PICKERING K.T. 1996 — Submarine Channels Processes and Architecture. Vallis Press, London.
- GHOSH B. & LOWE D.R. 1993 — The architecture of deep-water channel complexes, Cretaceous Venado Sandstone Member, Sacramento Valley, California. [In:] Graham S.A. & Lowe D.R. (ed.) *Advances in the Sedimentary Geology of the Great Valley Group, Sacramento Valley, California*. SEPM, Pacific Section, Guidebook, 73: 51–65.
- HICKSON T.A. & LOWE D.R. 2002 — Facies architecture of submarine fan channel-levee complex: the Juniper Ridge Conglomerate, Coalinga, California. *Sedimentology*, 49: 335–362.
- JANKOWSKI L., KOPCIOWSKI R. & RYŁKO W. 2004 — Geological map of the Outer Carpathians: borderland of Poland, Ukraine and Slovakia in scale 1 : 200 000. *PIG*, Warszawa.
- KOPCIOWSKI R. 1996 — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Ropą a Banicą. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 374: 21–40.
- KOPCIOWSKI R. & GARECKA M. 1996 — Najmłodsze utwory strefy Siar — jednostki magurskiej. *Prz. Geol.*, 40: 486–489.
- KOSZARSKI A. & KOSZARSKI L. 1985 — Structure of Magura Nappe SW of Dukla. [In:] Koszarski L. (ed.) *Geology of the Middle Carpathians and the Carpathian Foredeep*. Carpatho-Balkan Geological Association 13th Congress Cracow, Guide to excursion 3. *Wyd. AGH Kraków*: 210–212.
- KOSZARSKI L., SIKORA W. & WDOWIARZ S. 1974 — The Flysch Carpathians. *Polish Carpathians*. [W:] Mahel M. (ed.) *Tectonics of Carpathian-Balkan Regions*. *Geologický Ústav Dioniza Štura, Bratislava*: 180–197.
- KOSZARSKI L. & TOKARSKI A. 1967: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000 (bez utworów czwartorzędowych), Region Karpat i Przedgórze, arkusz Osiek*. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- KOZIKOWSKI H. 1956 — Geologia płaszczowiny magurskiej i jej okien tektonicznych na południowy zachód od Gorlic. *Biul. Inst. Geol.*, 110: 47–91.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1935 — Budowa brzeżnych mas magurskich między Sułkowicami a Suchą. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 11: 104–122.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1956 — Geology of the northern Carpathians. *Geologische Rundschau*, 45: 369–411.
- KSIĄŻKIEWICZ M. (red.). 1962 — *Atlas geologiczny Polski*. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Z. 13, Kreda i starszy trzeciorzęd w polskich Karpatach zewnętrznych. *Instytut Geologiczny, Warszawa*.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1966 — Geologia regionu babiogórskiego. *Przewodnik 39*. *Zjazd Polskiego Towarzystwa Geologicznego*. *Wyd. Geol.*, Warszawa: 5–59.
- KSIĄŻKIEWICZ M., 1974 — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000. *Ark. Sucha Beskidzka*. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- LESZCZYŃSKI S. & MALATA E. 2002 — Sedimentary Conditions in the Siary Zone of the Magura Basin (Carpathians) in the late Eocene-early Oligocene. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 72: 201–239.
- LESZCZYŃSKI S. & MALIK K. 1996 — Skały wapienne i wapniste we fliszu polskich Karpat zewnętrznych. *Prz. Geol.*, 44, 2: 151–158.
- MIALL A.D. 1985 — Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits: *Earth Rev.*, 22: 261–308.
- MUTTI E. 1992 — Turbidite Sandstones. *Agip Instituto di Geologia Università di Parma, Milano*.
- MUTTI E. & NORMARK W.R. 1987 — Comparing examples of modern and ancient turbidite systems: problems and concepts. [In:] Leggett J.K. & Zuffa G.G. (ed.) *Deep water clastic deposits: models case histories*. *Graham and Trotman, London*: 1–38.
- MUTTI E. & NORMARK W.R. 1991 — An integrated approach to the study of turbidite systems. [In:] Weimer P. & Link M.H. (ed.), *Seismic Facies and Sedimentary Processes of Submarine Fans and Turbidite Systems*. *Springer-Verlag, New York*: 75–105.
- MUTTI E. & RICCI LUCCHI F. 1972 — Le torbiditi dell'Apennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Ital.* 11: 161–199.
- MUTTI E. & RICCI LUCCHI F. 1975 — Turbidite facies and associations. [In:] Mutti E., Parea G.C., Ricci Lucchi F., Sagri M., Zanzucchi G., Ghibaudo G. & Iaccarino S. (ed.) *Examples of turbidite facies and associations form selected formations of the Northern Apennines*. *Field Trip Guidebook A-11, 9-th IAS Congress, Nice*: 21–36.
- OSZCZYPKO N. 1992 — Rozwój basenu magurskiego w górnej kredzie i paleogenie. *Prz. Geol.*, 7: 397–404.
- OSZCZYPKO N. 1999 — From remnant oceanic basin to collision related foreland basin - a tentative history of the Outer Western Carpathians. *Geol. Carpath.*, 50: 161–163.
- OSZCZYPKO N. 2006 — Pozycja polskich Karpat zewnętrznych w systemie alpejsko-bałkańskim oraz główne etapy rozwoju orogenu. [W:] Oszczytko N., Uchman A. & Malata E. (red.) *Rozwój paleotektoniczny basenów Karpat zewnętrznych i pienińskiego pasa skałkowego*. *Inst. Nauk Geol. UJ, Kraków*: 9–18.
- OSZCZYPKO-CLOWES M. 1999 — The Late Eocene to Early Miocene nannoplankton stratigraphy of the Magura Nappe (Western Carpathian, Poland). *Geol. Carpath.*, 50: 59–62.
- OSZCZYPKO-CLOWES M. 2000 — Wiek i rozwój najmłodszych osadów w środkowej części płaszczowiny magurskiej w świetle badań nannoplanktonu wapiennego (polskie Karpaty fliszowe). *Arch. UJ, Kraków*.
- OSZCZYPKO-CLOWES M. 2001 — The nanofossil biostratigraphy of the youngest deposits of the Magura Nappe (East of the Skawa river, Polish Flysch Carpathians) and their paleoenvironmental conditions. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 71: 139–188.
- PAUL C.M. 1868 — Die nördliche Arva. *Jahrbuch der K.K. Geologischen Reichsanstalt*, 15: 200.
- PICKERING K.T., CLARK J.D., RICCI LUCCHI F., SMITH R.D., HISCOTT R.N. & KENYON N.H. 1995 — Architectural element analysis of turbidite systems, and selected topical problems for sand-prone deep-water systems. [In:] Pickering K.T., Hiscott R.N., Kenyon N.H., Ricci Lucchi F. & Smith R.D.A. (ed.) *Atlas of deep-water environments: architectural style in turbidite systems*: Chapman and Hall, London: 1–10.
- PICKERING K.T., STOW D.A.V., WATSON M.P. & HISCOTT R.N. 1986 — Deep-water facies, processes and models: a review and classification scheme for modern and ancient sediments: *Earth Sci. Rev.*, 23: 75–154.
- POPRAWA P., MALATA T., OSZCZYPKO N., SŁOMKA T. & GOLONKA J. 2006 — Analiza tempa depozycji materiału detrytycznego w basenach sedymentacyjnych Karpat zewnętrznych jako wskaźnik aktywności tektonicznej ich obszarów źródłowych. *Prz. Geol.*, 54: 878–887.
- READING H.G. & RICHARDS M. 1994 — Turbidite systems in deep-water basin margins classified by grain size and feeder system. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, 78: 792–822.
- RYŁKO W. 2004 — Karpaty. [W:] Peryt T. & Piwocki M. (red.) *Budowa geologiczna Polski, tom I, Stratygrafia, część 3a, Kenozoik, Paleogen, Neogen*. *PIG, Warszawa*: 271–338.
- SHANMUGAM G. & MOIOLA M. 1985 — Submarine fan models: problems and solution. [In:] Bouma A.H., Barnes N.E. & Normark W.R. (ed.) *Submarine fans and related turbidite systems*. *Springer-Verlag, New York*: 29–34.
- SIKORA W. 1957 — Nowe dane o stratygrafii w okolicy Grybowa. *Kwart. Geol.*, 1, 3-4: 498–512.
- SIKORA W. 1963 — Uwagi o stratygrafii serii magurskiej w okolicy Szymbarku Ruskiego. *Kwart. Geol.*, 7, 2: 269–280.
- SIKORA W. 1967 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski (bez utworów czwartorzędowych). *Ark. M34-91A Gorlice* — wydanie tymczasowe. *Instytut Geologiczny, Warszawa*.
- SIKORA W. 1970 — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Szymbarkiem Ruskim a Nawojową. *Biul. Inst. Geol.*, 235: 1–97.
- STOW D.A.V. 1985 — Deep-sea clastics: where are we and where are we going? [In:] Brenchley P.J., Williams B.P.J. (ed.) *Sedimentology: Recent and Applied Aspects*. *Spec. Publ. Geol. Soc. London*, 18: 67–93.
- ŚWIDZIŃSKI H. 1934 — Uwagi o budowie Karpat fliszowych. *Sprawozdania PIG*, 8/1, 75–199.
- ŚWIDZIŃSKI H. 1958 — Mapa geologiczna Karpat Polskich część wschodnia. *Instytut Geologiczny, Warszawa*.
- ŚWIDZIŃSKI H. 1973 — Budowa geologiczna rejonu Ropica-Siary Górne. *Pr. Geol. PAN*, 80: 63–75.
- WARCHOŁ M. 2004 — Architektura systemu depozycyjnego warstw magurskich strefy Siar między Szymbarkiem i Folszem. *Arch. UJ, Kraków*.
- WARCHOŁ M., LESZCZYŃSKI S. & SKOCZYŁAS P. 2006 — Anatomy of depositional system of the Magura Beds of the Siary zone between Szymbark and Olchowice (Carpathians, Poland). [In:] Wysocka A. & Jasionowski M. (red.) *Przebieg i zmienność sedymentacji w basenach przedgórskich*. *II Polska Konferencja Sedymentologiczna POKOS2*. *IGP WG UW, Warszawa*: 172.
- WĘCŁAWIK S. 1969 — Budowa geologiczna płaszczowiny magurskiej między Uściem Gorlickim a Tyliczem. *Pr. Geol. PAN*, 59:1–96.

Praca wpłynęła do redakcji 6.2.2007 r.
Akceptowano do druku 23.5.2007 r.