

# Srodowiska fluwialne serpuchowu i baszkiru na przykladzie wybranych profili otworów z południowo-wschodniej części basenu lubelskiego

Maria I. Waksmundzka<sup>1</sup>



Serpukhovian and Bashkirian fluvial environments as exemplified by selected borehole sections from the south-eastern part of the Lublin Basin. Prz. Geol., 74: 647–654; doi: 10.7306/2026.56

Redaktor prowadzący: Michał Rakociński

**Abstract.** The main aim of the research was a detailed sedimentological analysis of selected Serpukhovian and Bashkirian fluvial core sections from the south-eastern part of the Lublin Basin, linked to the sequence stratigraphy. Lithofacies and their associations were distinguished and coded, and an analysis of the fining-upward cyclothems was performed. In the Lower Serpukhovian section (Sequence 6) from the Komarów IG 1 borehole, a rare type of fine-grained meandering river was characterized. In the Terebin IG 5 and Grabowiec IG 4 sections, which represent the filling of a large incised valley formed in the Early Bashkirian (Sequence 11), high-energy and deep sand-bed braided rivers, a sand-bed meandering river, as well as hyperconcentrated flows were identified. Sandstones that formed in these fluvial environments are characterized by good reservoir parameters due to their large thickness, lateral extension and sealing.

**Keywords:** fluvial environment, hyperconcentrated flow, Serpukhovian, Bashkirian, Lublin Basin

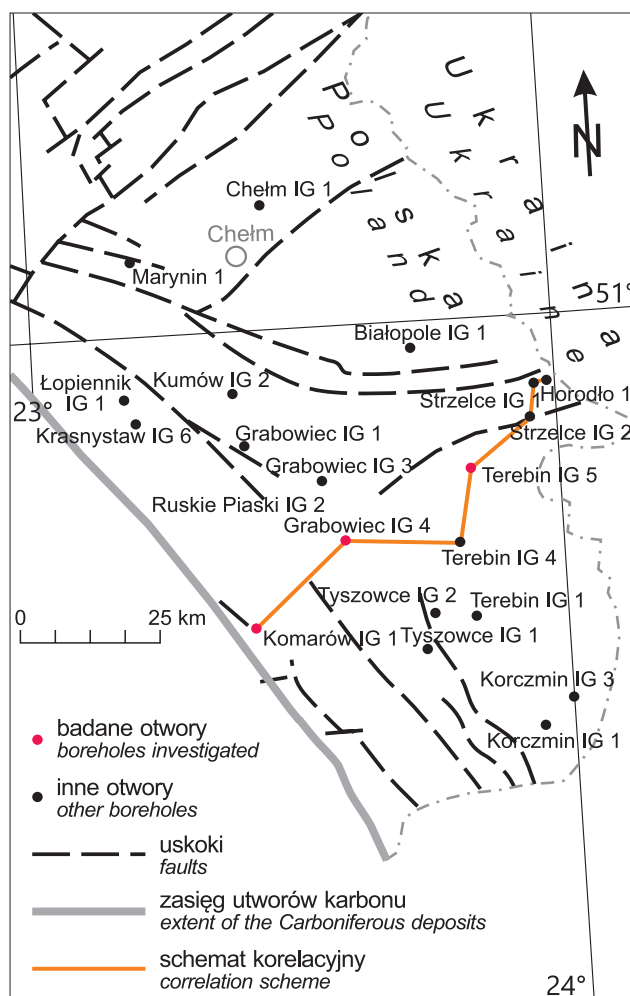
Badane otwory są zlokalizowane w południowo wschodniej części basenu lubelskiego (płocko-lubelskiego) (ryc. 1). Otwory Komarów IG 1 i Terebin IG 5 przewierciły cały profil karbonu o miąższości odpowiednio 876 i 730 m, natomiast Grabowiec IG 4 – 540,2 m – nie osiągając jego spągu. Dwa pierwsze są pełnordzeniowe, a trzeci rdzeniowany w 80%. W profilu występują utwory od turneju do baszkiru (Waksmundzka, 2026), które należą do nieformalnych jednostek litostratygraficznych, tj. formacji Huczwy, Terebina, Dębina (ogniów bużańskiego i kumowskiego) i najniższej części formacji lubelskiej (wg Porzyckiego, Żelichowskiego, 1977 *vide* Porzycki, 1979). W profilu wyróżniono sekwencje depozycyjne od 1 do 16 w modelu stratygrafii sekwencji opracowanym przez Waksmundzką (2008, 2026), jak również odtworzono główne typy i zmienność środowisk w ich obrębie (Kozłowska, Waksmundzka, 2020).

Niższa część profilu odpowiadająca turnejowi–baszkirowi niższemu (sekwencje 1–10) jest wykształcona głównie jako iłowce, mułowce i wapienie, które osadziły się w środowisku płytkiego szelfu węglanowego i ilastego, jak również deltowym (ryc. 2). Występują tu również odizolowane litosomy piaskowcowo-mułowcowe powstałe w środowisku fluwialnym, które rozwinęło się we wciętych dolinach w czasie niskiego stanu względnego poziomu morza (WPM). W drugiej części profilu reprezentującej wyższą część baszkiru (sekwencje 11–16) są spotykane dużej miąższości piaskowce

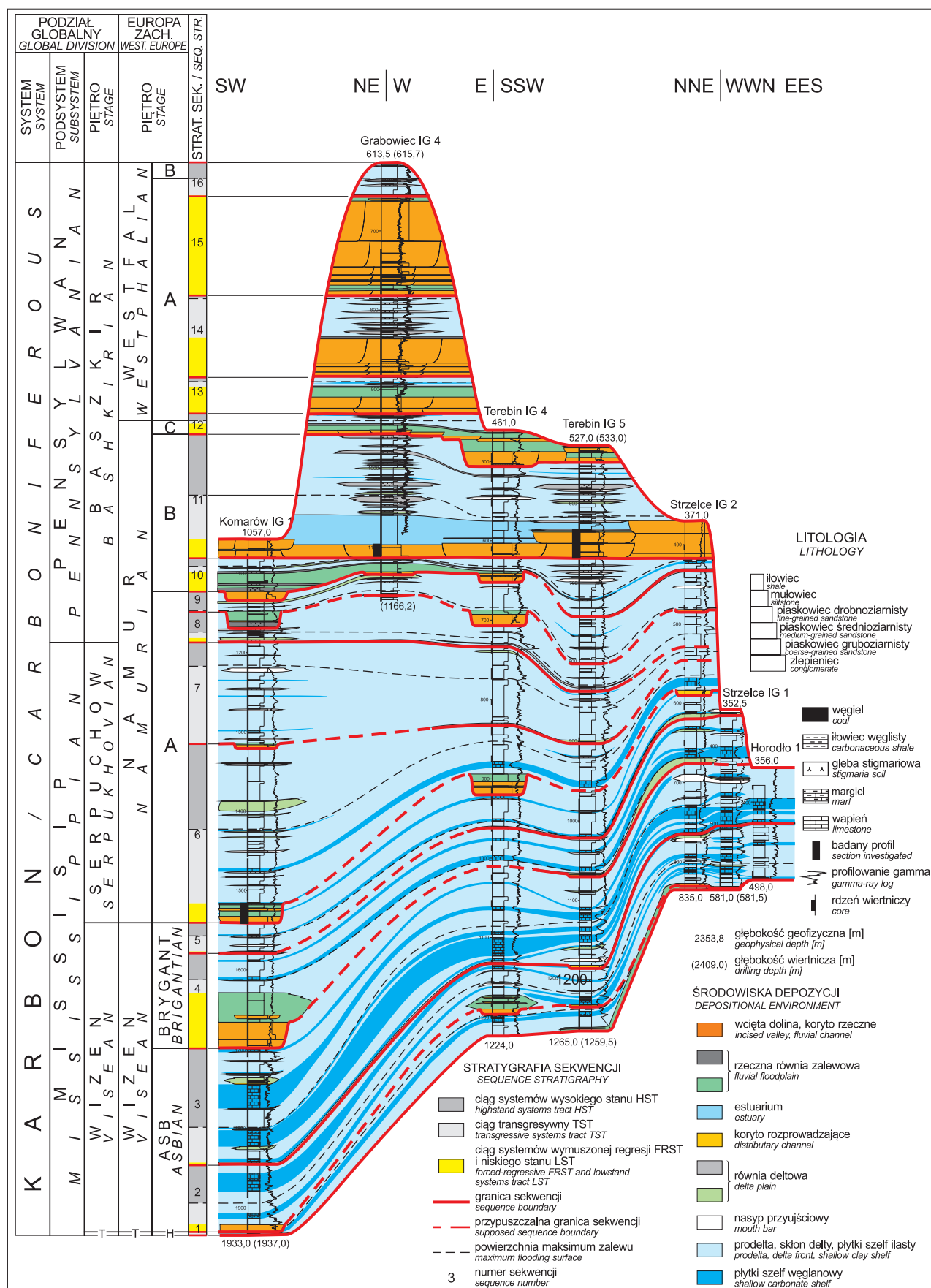


**Ryc. 1.** Lokalizacja badanych otworów i schematu korelacyjnego w południowo-wschodniej części basenu lubelskiego (płocko-lubelskiego)

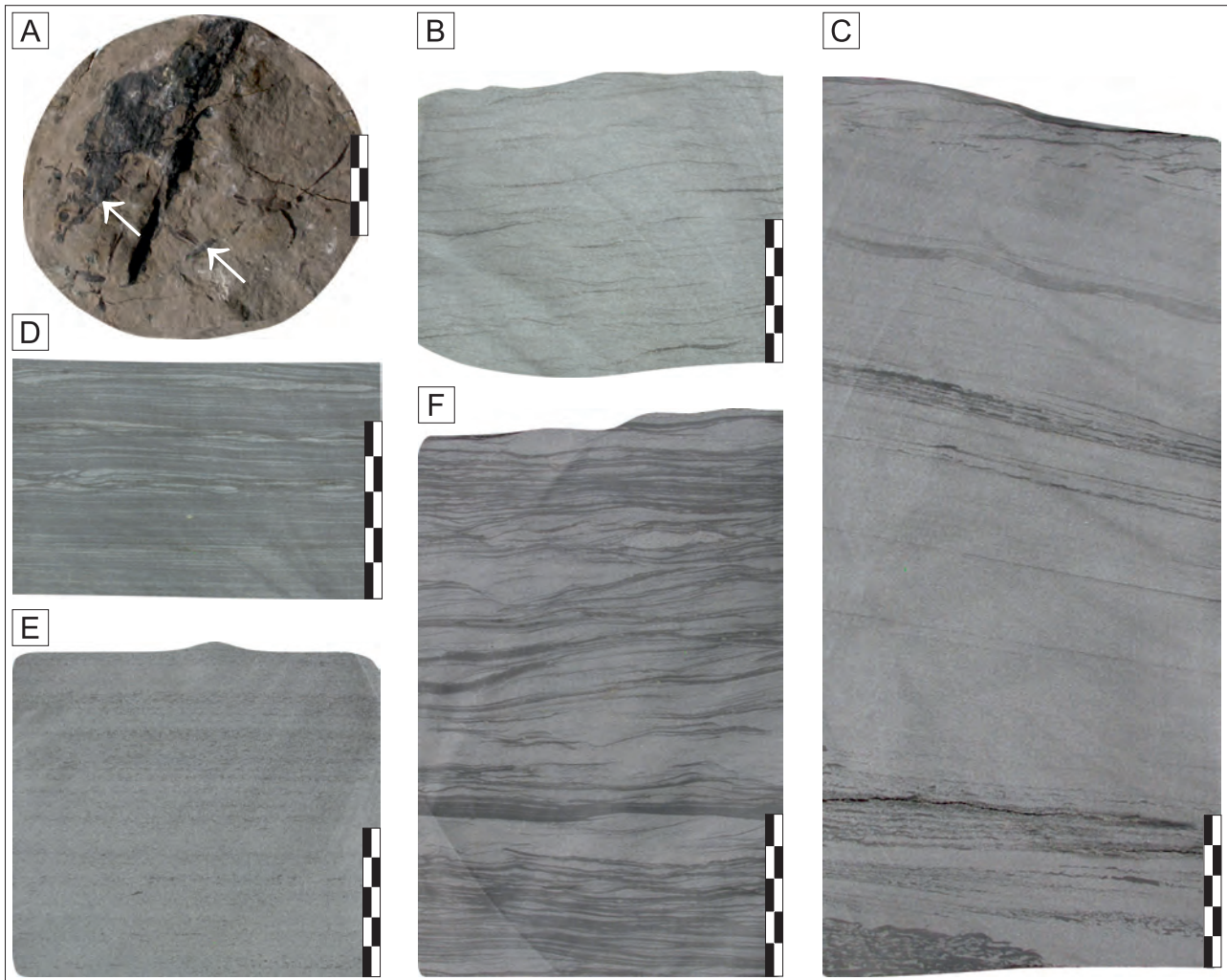
**Fig. 1.** Location of the studied boreholes and of the correlation scheme in the south-eastern part of the Lublin (Płock-Lublin) Basin



<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; maria.waksmundzka@pgi.gov.pl; ORCID ID: 0000-0001-8554-7766



**Ryc. 2.** Korelacja litofacjalna, stratygrafia sekwencji i chronostratygrafia utworów karbonu w południowo-wschodniej części basenu lubelskiego (płocko-lubelskiego) (wg Waksmundzkiej, 2026 zmodyfikowane) z zaznaczonymi interwałami opisanymi w niniejszym artykule  
**Fig. 2.** Lithofacies correlation, sequence stratigraphy and chronostratigraphy of the Carboniferous succession in the south-eastern part of the Lublin (Płock-Lublin) Basin (modified after Waksmundzka, 2026) with marked intervals described in this article



**Ryc. 3.** Przykłady litofacji fluwialnych z profilu otworu Komarów IG 1 (odcinki skali równe 1 cm): **A** – mułowcowa gleba stigmario-wa ze zwęglonymi stigmariami i apendyksami (strzałki); głęb. 1518,4 m; **B** – drobnoziarnisty piaskowiec laminowany smużyście; głęb. 1530,35–1530,45 m; **C** – drobnoziarnisty piaskowiec warstwowany przekątnie małąkątowo, ku górze przechodzi w laminowany faliście; głęb. 1529,70–1529,97 m; **D** – mułowiec laminowany poziomo, ku górze przechodzi w laminowany soczewkowo; głęb. 1525,10–1525,17 m; **E** – drobnoziarnisty piaskowiec warstwowany poziomo; głęb. 1532,17–1532,28 m; **F** – mułowiec piaszczysty laminowany faliście; głęb. 1523,05–1523,22 m

**Fig. 3.** Examples of fluvial lithofacies from the Komarów IG 1 borehole section (units on scale bar are 1 cm): **A** – muddy Stigmara soil; depth 1518.4 m; **B** – fine-grained flaser laminated sandstone; depth 1530.35–1530.45 m; **C** – low-angle cross-stratified fine-grained sandstone, grading into flaser laminated sandstone; depth 1529.70–1529.97 m; **D** – horizontally laminated mudstone, grading into lenticular laminated mudstone; depth 1525.10–1525.17 m; **E** – horizontally stratified fine-grained sandstone; depth 1532.17–1532.28 m; **F** – wavy laminated sandy siltstone; depth 1523.05–1523.22 m

i mułowce rzeczne, jak również iłowce i mułowce deltowe. Litosomy fluwialne również związane z analogicznym stanem WPM, jak w niższej części profilu, charakteryzują się dużą miąższością i rozciągłością lateralną.

Celem badań była szczegółowa interpretacja sedymen-tologiczna wybranych pełnordzeniowych profili fluwialnych z serpuchowu (sekwencji 6) oraz baszkiu niższego (sekwencji 11), wyróżnienie typów rzek, charakterystyka wypełnia-nia wciętej doliny z sekwencji 11, jak również wskazanie środowisk najbardziej predysponowanych do tworzenia najbardziej perspektywicznych litosomów zbiornikowych w tej części basenu.

## METODYKA

W badanych otworach wykonano analizę litofacjalną na podstawie profilowania ciągłych rdzeni wiertniczych, o łącznej długości ok. 74 m, w otworach: Komarów IG 1 na

głęb. 1518,1–1540,6 m, Grabowiec IG 4 – 1095,3–1112,0 m, i Terebin IG 5 – 632,4–667,5 m (ryc. 2). Podstawą badań było wydzielenie wraz z zakodowaniem litofacji i ich zespołów (wg Zielińskiego, 1995), jak również analiza różnych typów cyklotemów o ziarnie malejącym, przy zastosowaniu klasyfikacji Waksmundzkiej (2012). Zinterpretowano dominu-jące litofacje, jak również subsrodowiska i środowiska se-dymentacji rzecznej (Zieliński, 2015), z dowiązaniem do modeli literaturowych (wg Mialla, 1996). W celu odtworze-nia miąższości pierwotnej osadów korytowych i pozakory-towych oraz ich proporcji wykonano dekompleksję współ-czesnej miąższości (Baldwin, Butler, 1985), na podstawie wcześniej stosowanych współczynników dekompleksji (Wak-smundzka, 2013). Przykłady często spotykanych litofacji przedstawiono na rycinie 3A–F.

## WYNIKI BADAŃ

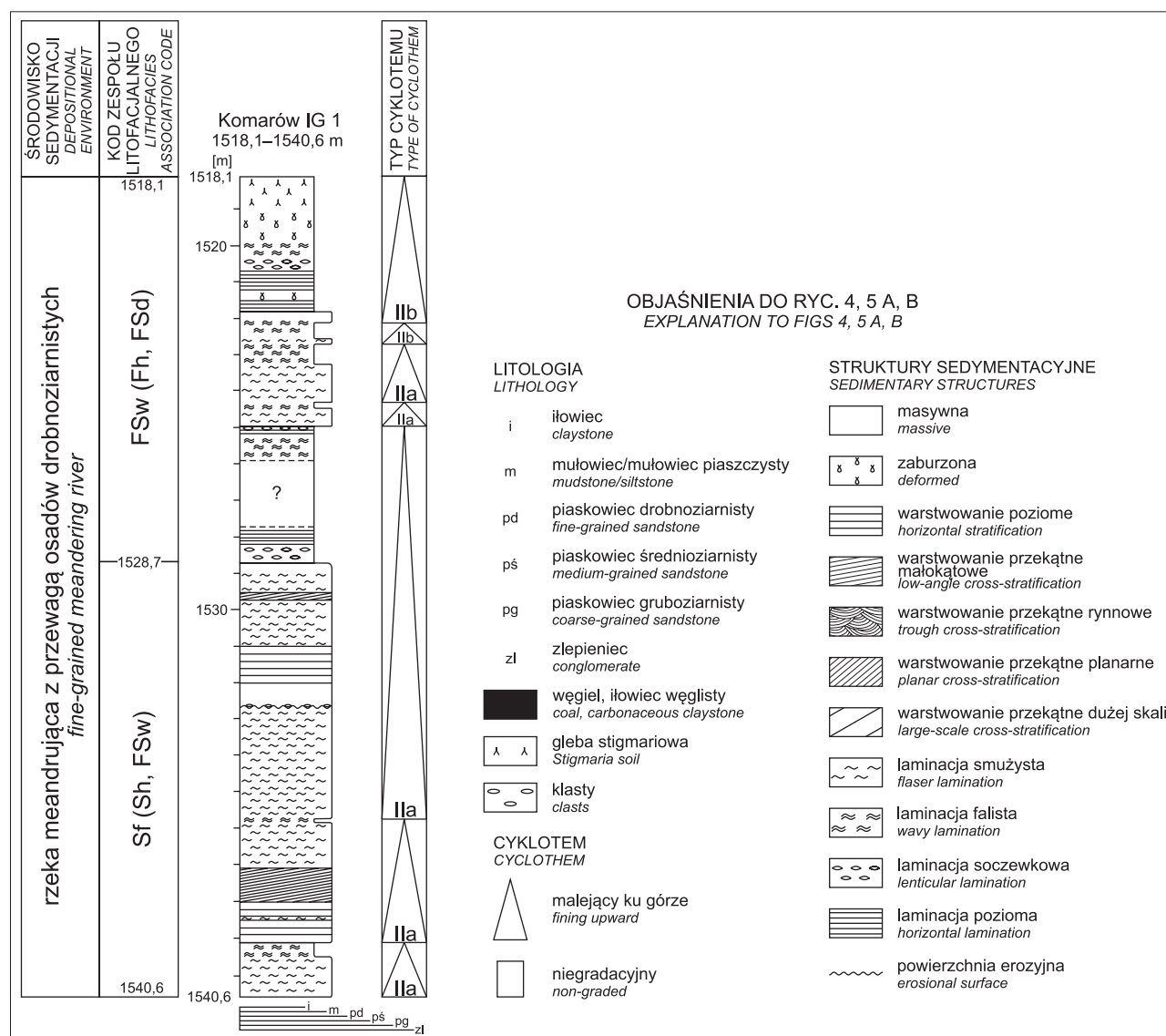
## Charakterystyka sedimentologiczna

W profilu z otworu Komarów IG 1 (głęb. 1518,1–1540,6 m; serpuchow; sekwencja 6) występują piaskowce drobnoziarniste oraz mułowce i mułowce piaszczyste (rzc. 4). Wydzielono tu niższy zespół litofacyjny, w którym dominują piaskowce laminowane smużyście (Sf; rzc. 3B), w mniejszej ilości występują piaskowce warstwowane poziomo (Sh; rzc. 3E) oraz mułowce piaszczyste laminowane faliście. Nie wielki udział mają piaskowce masywne (Sm) i warstwowane przekątnie małowatowo (Sl; rzc. 3C). W wyższym zespole dominują mułowce piaszczyste laminowane faliście (FSw; rzc. 3F), poziomo (Fh; rzc. 3D) i zaburzone (FSd). Mały udział mają piaskowce laminowane smużyście (Sf) i masywne (Sm).

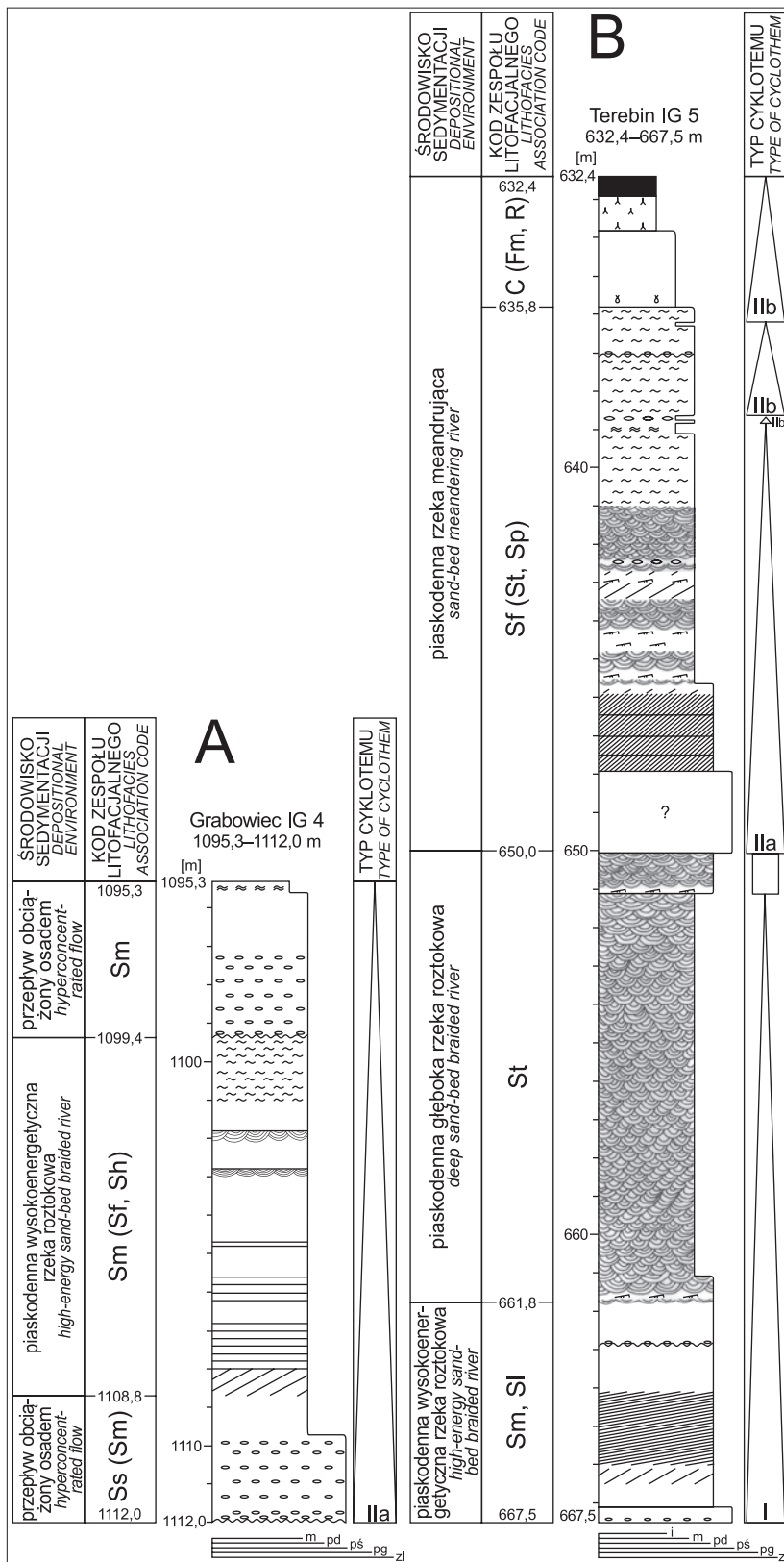
W profilu tym występują cyklometry o ziarnie malejącym ku górze dwuczłonowe, złożone z piaskowców przechodzą-

cych w litofacie drobnoziarniste, tj. mułowce piaszczyste, mułowce i gleby stigmariowe (rzc. 3A). Dolne, piaskowcowe człony cyklometry mają miąższość 0,2–7,0 m, natomiast górne 0,1–3,7 m. Do cyklometu typu IIa zaliczono te, które charakteryzują się większą miąższością członu dolnego, wynoszącą  $\geq 0,5$  m, natomiast do typu IIb te, w których miąższość ta jest mniejsza (rzc. 4).

W kolejnym zbadanym profilu z otworu Grabowiec IG 4 (głęb. 1095,3–1112,0 m; baszkir niższy; sekwencja 11) w dolnej części dominują piaskowce grubo-, a w wyższej drobnoziarniste (rzc. 5A). Wydzielono w nim trzy zespoły litofacyjne. Najniższy, w którego spągu występuje powierzchnia erozyjna, jest złożony z gruboziarnistych, słabowysortowanych piaskowców masywnych, z licznymi klastami węglistymi (Ss). Przechodzą one płynnie w drobnoziarniste piaskowce masywne (Sm). Środkowy zespół charakteryzuje się naprzemiennym występowaniem piaskowców masywnych (Sm), warstwowanych poziomo (Sh), przekątnie w dużej skali (Sx) i rynnowo (St). Przy stropie zespołu występują tylko litofacie smużyście (Sf). W górnym



**Ryc. 4.** Typowe zespoły litofacyjne (objaśnienia kodów w tekście) i cyklometry malejące ku górze (typu IIa, IIb) powstałe w środowisku rzeki meandrującej z przewagą osadów drobnoziarnistych; Komarów IG 1; głęb. 1518,1–1540,6 m; sekwencja 6; serpuchow  
**Fig. 4.** Typical lithofacies associations and fining-upward cyclothem (types IIa, IIb) deposited in fine-grained meandering river; Komarów IG 1 borehole; depth 1518.1–1540.6 m; Sequence 6; Serpukhovian



**Ryc. 5.** Typowe zespoły litofacjalne (objaśnienia kodów w tekście) i cyklotemy malejące ku górom (typu I, IIa, IIb) powstałe w środowiskach: **A** – piaskodennej wysokoenergetycznej rzeki roztokowej i przepływów przeciążonych osadom; Grabowiec IG 4; głęb. 1095,3–1112,0 m; sekwencja 11; baszkir niższy; **B** – piaskodennej wysokoenergetycznej i głębokiej rzeki roztokowej, jak również pias- kodennej rzeki meandrującej; Terebin IG 5; głęb. 632,4–667,5 m; sekwencja 11; baszkir niższy

**Fig. 5.** Typical lithofacies associations (see text for explanations of codes) and fining-upward cyclothems (types I, IIa, IIb) deposited in: **A** – high-energy sand-bed braided river and hyperconcentrated flows; Grabowiec IG 4 borehole; depth 1095.3–1112.0 m; Sequence 11; Lower Bashkirian; **B** – high-energy and deep sand-bed braided rivers, as well as sand-bed meandering river; Terebin IG 5; głęb. 632.4–667.5 m; Sequence 11; Lower Bashkirian

piaskowców, przez drobnoziarniste do  
mułowców piaszczystych.

Trzeci ze zbadanych profili występujący w otworze Terebin IG 5 (głęb. 632,4–667,5 m; baszkir niższy; sekwencja 11), wiekowo odpowiada profilowi opisanemu powyżej. Wydzielono w nim cztery zespoły litofacjalne (ryc. 5B). Najniższy tworzą głównie piaskowce średnioziarniste masywne (Sm), warstwowane przekątnie małowatowo (Sl) i w dużej skali (Sx), a w jego spągu występują klasty węgliste. Drugi zespół jest jednorodny, złożony głównie z piaskowców drobnoziarnistych warstwowanych przekątnie rynnowo (Sr). Trzeci zespół jest najbardziej różnorodny. Zaczyna się średnioziarnistymi piaskowcami warstwowanymi przekątnie planarnie (Sp). W części środkowej dominują drobnoziarniste piaskowce warstwowane przekątnie rynnowo (St), natomiast w części górnej – laminowane smużyscie (Sf). Pojawiają się tu cienie przelawienia mułowców laminowanych soczewkowo (Fn) i masywnych (Fm). Najwyższy z zespołów jest złożony z mułowców masywnych (Fm), gleby stigmariowej (R) i węgla kamiennego (C).

W opisywanym profilu występują dwa nie malejące typu I, jednoczłonowe (bez drobnoziarnistego), w których gradacja ziarskowców grubo-, przez średnio- do drobniejszy z nich osiąga dużą miąższość, wynologiczną jak w profilu Terebin IG 4. Powyższym dwuczłonowe typu IIa oraz IIb.

zespole są spotykane piaskowce masywne z klastami iłocowymi lub bez (Sm), które płynnie przechodzą w mułowce piaszczyste laminowane faliście (FSw).

Powyższy scharakteryzowany profil jest przykładem dwuczłonowego cyklotemu o ziarnie malejącym ku górze typu IIa. Charakteryzuje się on dużą miąższością członu piaszczystego (16,4 m), jak również przejściem od gruboziarnistych

## INTERPRETACJA I DYSKUSJA

Profil otworu Komarów IG 1 (głęb. 1518,1–1540,6 m) osadził się w serpuchowie, w czasie niskiego stanu WPM i jego podnoszenia się w sekwencji 6 (ryc. 2). Piaszkowce drobnoziarniste laminowane smużyście dominujące w niższej części, powstały w obrębie riplemarków i niskiej energii przepływu w skrajnie płytkim korycie rzeczonym (ryc. 4). Kilkukrotnie energia wzrastała do przepływu nadkrytycznego, w jakim powstało warstwowanie poziome i struktura masywna. Występujące powyżej mułowce laminowane poziomo deponowane były z zawiesiny, natomiast mułowce laminowane soczewkowo i faliście, powstały przy skrajnie słabym, zamierającym przepływie i depozycji z zawiesiny, poza korytem, przypuszczalnie na obszarze wału brzegowego.

Duży, 65-procentowy udział rekonstruowanej miąższości osadów równi w cykloteście typu IIa oraz dominacja litofacji piaszkowców laminowanych faliście wskazuje, że sedimentacja zachodziła, wg klasyfikacji Mialla (1996), najprawdopodobniej w środowisku rzeki meandrującej o przewodzie osadów drobnoziarnistych (ryc. 6). Ten typ rzeki jest niżej energetyczny niż częściej spotykany typ piaszkodennej rzeki meandrującej, co należy wiązać z relatywnie najmniejszym spadkiem koryta.

W wyższej części opisywanego profilu są spotykane małej miąższości cykloteście typu IIa i IIb (ryc. 4), które powstały na obszarze równi zalewowej w stożkach krewasowych, związanych ze stanami wezbraniowymi i wylewaniem się wody z koryta. W stropie najwyższego cyklotemu i zarazem opisywanego profilu leżą gleby stigmariowe, które wskazują na zamarcie depozycji w środowisku rzeczonym, porośnięcie obszaru przez roślinność lądową i rozwinięcie się procesów pedogenicznych.

W profilu karbonu lubelskiego podobne zespoły litofacyjne, powstałe w rzece meandrującej z przewagą osadów drobnoziarnistych, są rzadko spotykane. Zostały opisane jeszcze tylko z profilu sekwencji 13 w otworze Terebin IG 1 (Kozłowska, Waksmundzka, 2020), położonym również w południowo-wschodniej części basenu, oraz z sekwencji 15 profilu otworu Łączna IG 25 z części centralnej (Waksmundzka, 2005).

Powstanie profilu z otworu Grabowiec IG 4 (głęb. 1095,3–1112,0 m) miało miejsce we wczesnym baszkiwie i było poprzedzone erozją, o której świadczy powierzchnia erozyjna w spągu (ryc. 5A). Depozycja zachodziła w czasie niskiego stanu WPM i jego podnoszenia się sekwencji 11 (ryc. 2). Powstały wtedy piaszkowce masywne z licznymi klastami, przypuszczalnie w czasie wysokoenergetycznych przepływów obciążonych osadami (ryc. 6), których duża koncentracja uniemożliwiała transport trakcyjny i powstawanie form dna (Pierson, Costa, 1987). Dużej miąższości piaszkowce masywne należą do typowego wypełnienia wciętych dolin, powstałego w wyniku szybkiej aggradacji osadów (Svendsen i in., 2003).

Leżący powyżej zespół litofacji masywnych, warstwowanych poziomo, przekątnie rynnowo i laminowanych smużyście powstał głównie w czasie aggradacji osadów piaszczystych w warunkach górnego płaskiego dna, jak również w niższej energii przepływu w megariplemarkach i/lub odsypach poprzecznych, a pod koniec w riplemarkach (ryc. 5A). Występowanie form dna typowych dla transportu trakcyjnego wskazuje na powstanie koryta wysokoenergetycznej rzeki roztokowej (wg klasyfikacji Mialla, 1996). Następstwo struktur jest związane początkowo z wysoką energią, a następnie z jej zmniejszaniem się aż do skrajnie niskiej, zani-

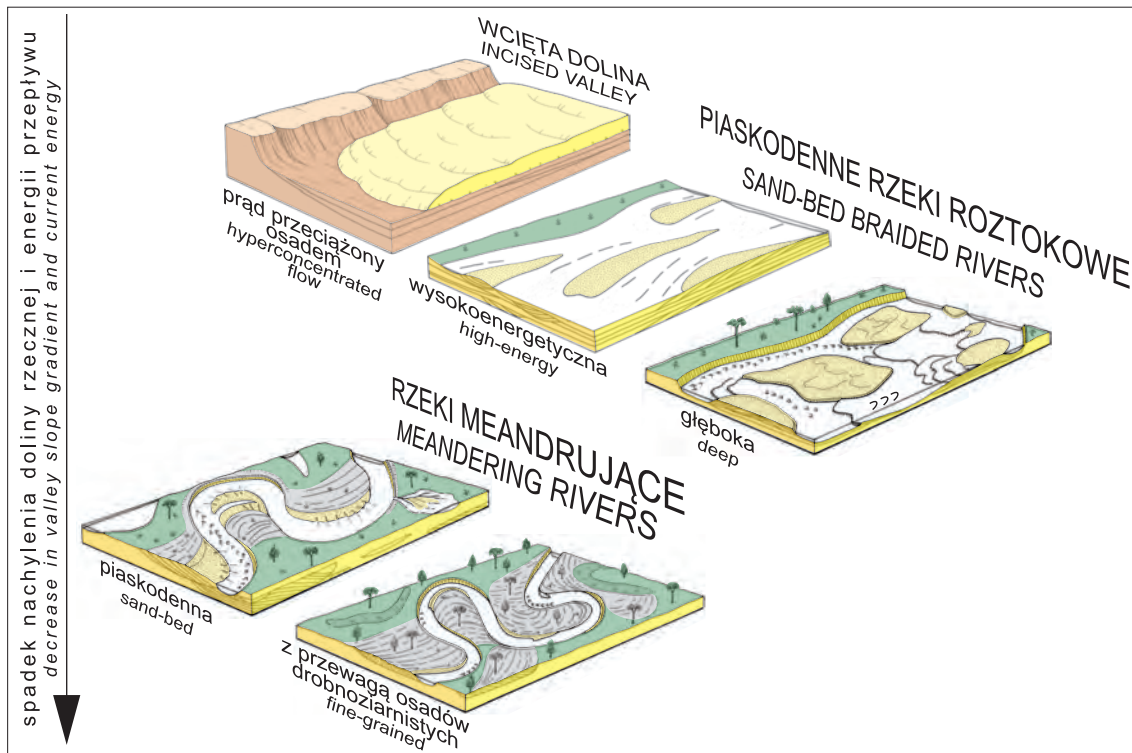
kającej energii przepływu. Strop tego zespołu wyznacza powierzchnia erozyjna, powyżej której leżą piaszkowce masywne z licznymi klastami, powstałe podobnie jak najniższy zespół, w czasie przepływów obciążonych osadem (ryc. 6). W ich stropie osadziła się cienka litofacja mułowców piaszczystych laminowanych faliście, wskazująca na zamieranie przepływu.

Opisywany profil jest dużej miąższości cyklotemem o ziarnie malejącym typu IIa, który powstał w czasie silnej aggradacji osadów i zmniejszającej się energii przepływu aż do zapełnienia się osadami wciętej doliny, jaka została wyerodowana w czasie niskiego stanu WPM sekwencji 11, w baszkiwie wczesnym. Rekonstruowana miąższość wypełnienia osadowego tej wciętej doliny wskazuje, że mogła ona osiągać głębokość ok. 22 m. Podobne środowiska z utworów karbonu lubelskiego z rejonu południowo-wschodniego były wcześniej opisane z profili innych otworów (Kozłowska, Waksmundzka, 2020), jak również z części centralnej i północno-wschodniej (Waksmundzka, 2010, 2012).

Trzeci ze zbadanych profili z otworu Terebin IG 5 (głęb. 632,4–668,2 m) również powstał we wczesnym baszkiwie, w związku z niskim stanem WPM i jego podnoszeniem się, gdy osadzała się sekwencja 11 (ryc. 2). Wypełnianie osadami rozpoczęło się przypuszczalnie w środowisku piaszkodennej wysokoenergetycznej rzeki roztokowej (wg klasyfikacji Mialla, 1996), gdzie panowało górne płaskie dno (struktura masywna), warunki przejściowe do dolnego reżimu przepływu (warstwowanie przekątne małowate) i sedimentacja w nielicznych megariplemarkach i/lub odsypach poprzecznych (warstwowanie przekątne w dużej skali) (ryc. 5B). Następnie energia przepływu ustabilizowała się do dolnego reżimu przepływu, w którym powstawały warstwowania przekątne rynnowe w obrębie megariplemarków, zapewne w piaszkodennej głębokiej rzece roztokowej (wg klasyfikacji Mialla, 1996). Podobne typy rzek roztokowych były zinterpretowane z centralnej północno-wschodniej części basenu lubelskiego (Waksmundzka, 2012).

W trzecim zespole energia przepływu kilkakrotnie malała i wzrastała w obrębie dolnego reżimu przepływu aż do jej zamarcia. Depozycja miała miejsce w odsypach poprzecznych (warstwowanie przekątne planarne), megariplemarkach (warstwowanie przekątne rynnowe) i riplemarkach (laminacja smużysta), które zdecydowanie dominują w górnej części zespołu. Cyklotem o ziarnie malejącym typu IIa powstał zapewne w środowisku korytowym piaszkodennej rzeki meandrującej (ryc. 6), natomiast kolejne cykloteście typu IIb utworzyły się poza korytem, w czasie zamierających przepływów na wale brzegowym lub proksymalnej równi zalewowej. Najwyższy cyklotem powstał w wyniku depozycji z zawiesiny w okresie zbiorniku powodziowego na równi zalewowej (osady o strukturze masywnej), który następnie porósł roślinnością i pod wpływem procesów pedogenicznych powstały tu gleby stigmariowe. Udział osadów równi zalewowej w stosunku do osadów korytowych jest duży i wynosi tu 65%, podobnie jak w profilu Komarów IG 1.

Kolejny etap depozycji należy wiązać już z podnoszeniem się WPM i powstaniem przestrzeni akomodacyjnej, o czym świadczy obecnie 0,5-metrowa warstwa węgla kamiennego, która powstała z 10-metrowej warstwy zakumulowanej w torfowisku materii organicznej. Analogiczne środowiska do powyżej scharakteryzowanych były opisywane z północno-zachodniej części basenu lubelskiego (Waksmundzka, 2010), jak również profili innych otworów z części południowo-wschodniej (Kozłowska, Waksmundzka, 2020).



**Ryc. 6.** Modele typów rzek występujących w karbonie basenu lubelskiego (wg Mialla, 1966 zmodyfikowane i uzupełnione); blokdiagramy narysował B. Waksmundzki; zmodyfikowane wg Waksmundzkiej (2026)

**Fig. 6.** Models of river types in the Carboniferous of the Lublin Basin (modified and completed after Miall, 1996); block diagrams drawn by B. Waksmundzki; modified after Waksmundzka (2026)

Korelacja litofacjalna i stratygrafia sekwencji wskazują, że wraz z profilem z otworu Grabowiec IG 4, powstały one w tej samej wciętej dolinie w miejscach oddalonych o ok. 20 km (ryc. 1). Dolina ta rozciągała się przypuszczalnie z północnego wschodu na południowy zachód, co odtworzono na podstawie analizy miąższości wypełniających ją osadów (Kozłowska, Waksmundzka, 2020).

W rejonie Terebin IG 5 głębokość wciętej doliny była znaczna i wynosiła ok. 58 m. Porównanie miąższości występujących w obu profilach cyklotemów wyraźnie wskazuje, że sedymentacja w środowisku rzeczonym w rejonie profilu Terebin IG 5 zachodziła dłużej i zmieniała się w czasie, wraz ze zmniejszaniem się energii środowiska. Początkowo miała miejsce w wysokoenergetycznej, a następnie w głębokiej rzece roztokowej. Przypuszczalnie, ze względu na analogiczną, wynoszącą 16,4 m miąższość cyklotemów typu I z profilu Terebin IG 5 i typu IIa z profilu Grabowiec IG 4, można założyć, że powstały one w tym samym czasie. Czyli wypełnianie osadami wciętej doliny miało miejsce w środowisku rzek roztokowych w rejonie Grabowca IG 4, a dalej ku południowemu zachodowi, zachodziły w niej również przepływy obciążone osadem. Wyższe zespoły z profilu Terebin IG 5, związane z depozycją w korytach i równi zalewowej piaskodennej rzeki meandrującej, nie mają już fluwialnego odpowiednika w profilu Grabowiec IG 4. W tym czasie ujście wciętej doliny zostało zalane przez morze w czasie podnoszenia się WPM i przypuszczalnie zapanały warunki estuariowe, co można zinterpretować z rozkładu litofacji na schemacie korelacyjnym (ryc. 2).

Wypełnienie osadowe tej doliny tworzy najbardziej perspektywiczny piaskowcowy litosom w południowo-wschodniej części basenu lubelskiego, ze względu na dużą miąż-

szość, rozciągłość lateralną, przykrycie uszczelniającymi osadami drobnopięnistymi, jak również właściwości petrofizyczne (Kozłowska, Waksmundzka, 2020). Wysokoenergetyczne, silnie agradujące środowisko rzek roztokowych wraz z towarzyszącymi przepływami obciążonymi osadem można wskazać jako najbardziej predysponowane do tworzenia dużej miąższości litosomów piaskowcowych.

## WNIOSKI

1. Badania sedymentologiczne wraz z korelacją litofacjalną i stratygrafią sekwencji wskazują, że profil z otworu Komarów IG 1 z głęb. 1518,1–1540,6 m powstał zapewne w środowisku rzeki meandrującej z przewagą osadów drobnopięnistych, która rozwinęła się w serpuchowie w czasie niskiego stanu WPM sekwencji 6.

2. Profile otworów Grabowiec IG 4 z 1095,3–1112,0 m i Terebin IG 5 z głęb. 632,4–667,5 m należą przypuszczalnie do wypełnienia osadowego wciętej doliny o głębokości ok. 22–58 m, która powstała w niskim stanie WPM sekwencji 11 w baszkiej wczesnym.

3. Zapełnianie osadami tej doliny początkowo zachodziło w piaskodennej wysokoenergetycznej, a następnie głębokiej rzece roztokowej, którym towarzyszyły przepływy przeciążone osadem. Po spadku energii sedymentacja zachodziła w piaskodennej rzece meandrującej i po jej zamarciu w środowisku bagiennym w związku z podnoszącym się WPM sekwencji 11.

4. Wysokoenergetyczne, silnie agradujące środowisko rzek roztokowych wraz z towarzyszącymi przepływami obciążonymi osadem, było najbardziej predysponowane do tworzenia dużej miąższości litosomów piaskowcowych.

Autorka składa podziękownie recenzentowi dr. Karolowi Jewule za uwagi redakcyjne dotyczące treści artykułu. Badania wykonano w ramach projektu nr 6.13.0014.00.0 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

## LITERATURA

- BALDWIN B., BUTLER C.O. 1985 – Compaction Curves. AAPG Bulletin, 69 (4): 622–626.
- KOZŁOWSKA A., WAKSMUNDZKA M.I. 2020 – Diagenesis, sequence stratigraphy and reservoir quality of the Carboniferous deposits of the southeastern Lublin Basin (SE Poland). Geological Quarterly, 64: 422–459.
- MIALL A.D. 1996 – The Geology of Fluvial Deposits Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- PIERSON T.C., COSTA J.E. 1987 – A reologic classification of subaerial sediment–water flows. [W:] Costa J.E., Wieczorek G. (red.), Debris Flows/Avalanches: Process, Recognition, and Mitigation. Reviews in Engineering Geology, 7: 1–12.
- PORZYCKI J. 1979 – Litostratygrafia osadów karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. [W:] Migier T. (red.), Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce: 19–27.
- SVENDSEN J., STOLLHOFEN H., KRAPF C.B.E., STANISTREET I.G. 2003 – Mass and hyperconcentrated flow deposits record dune damming and catastrophic breakthrough of ephemeral rivers, Skeleton Coast Erg, Namibia. Sedimentary Geology, 160: 7–31.
- WAKSMUNDZKA M.I. 2005 – Ewolucja facjalna i analiza sekwencji w paralicznych utworach karbonu z północno-zachodniej i centralnej Lubelszczyzny. Rozprawa doktorska. Centralne Archiwum Geologiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Warszawa, nr inw. 1857/2006.
- WAKSMUNDZKA M.I. 2008 – Korelacja i geneza piaskowców karbońskich w świetle stratygrafii sekwencyjnej i ich potencjał węglowodorowy w północno-zachodniej i centralnej części basenu lubelskiego. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 429: 215–224.
- WAKSMUNDZKA M.I. 2010 – Sequence stratigraphy of Carboniferous paralic deposits in the Lublin Basin (SE Poland). Acta Geologica Polonica, 60: 557–597.
- WAKSMUNDZKA M.I. 2012 – Braided-river and hyperconcentrated-flow deposits from the Carboniferous of the Lublin Basin (SE Poland) – a sedimentological study of core data. Geologos, 18: 135–161.
- WAKSMUNDZKA M.I. 2013 – Carboniferous coarsening-upward and non-gradational cyclothems in the Lublin Basin (SE Poland): palaeoclimatic implications. [W:] Gąsiewicz A., Słowakiewicz M. (red.), Palaeozoic Climate Cycles: Their Evolutionary and Sedimentological Impact Geological Society, London, Special Publications, 376: 141–175.
- WAKSMUNDZKA M.I. 2026 – Reconstruction of the Carboniferous depositional architecture in the Lublin Basin (SE Poland): Sequence stratigraphy, palaeogeography and prospects for raw material deposits and CO<sub>2</sub> storage. Global and Planetary Change, 260, 105349.
- ZIELIŃSKI T. 1995 – Kod litofacjalny i litogenetyczny – konstrukcja i zastosowanie. [W:] Mycielska-Dowgiało E., Rutkowski J. (red.), Badania osadów czwartorzędowych, Wybrane metody i interpretacja wyników: 220–235.
- ZIELIŃSKI T. 2015 – Sedymentologia. Osady rzek i jezior, Wydawnictwa Naukowe UAM, Poznań.

Praca wpłynęła do redakcji 9.07.2026 r.

Akceptowano do druku 4.08.2026 r.