

Analiza facjalna utworów najwyższej jury i kredy dolnej rejonu Zagorzyc

Paweł Zdanowski*, Anna Baszkiewicz*, Zenona Gregosiewicz*

Kompleksowa analiza mikrofacjalna utworów najwyższej jury i kredy dolnej (seria z Ropczyc i seria z Dębicy) w rejonie Zagorzyc pozwoliła na odtworzenie środowisk depozycyjnych osadów węglanowych nawierconych w otworach Zagorzyc-7, Zagorzyc-6, Nawsie-1, Ropczyce-7. Facje występujące w rejonie Zagorzyc wykazują cechy pośrednie pomiędzy równowiekowymi facjami basenu związanego z bruzdą śródpolską opisywanymi z jej NW części, a facjami oceanu Tetydy. Osady były deponowane na platformie węglanowej w płytkowodnych, okresowo wręcz skrajnie płytkowodnych warunkach. Utwory serii z Ropczyc to głównie węglany pochodzące z niskoenergetycznych środowisk lagun często wysłodzonych, równi pływowych oraz jezior. Wapienie serii z Dębicy tworzyły się w wysokoenergetycznych warunkach i są to głównie greinstony organodetrytyczno-ooidowe wśród których występują kopce rafowe. W obrębie opisywanych utworów wydzielono kilkanaście charakterystycznych mikrofacji oraz zaobserwowano kilka powierzchni nieciągłości stratygraficznych. Za fację, z którą związana jest strefa złożowa uznano fację wapieni porowatych z Favreina, w której porowatość została dodatkowo zwiększona na skutek powierzchniowego wietrzenia.

Słowa kluczowe: Podłoże Karpat, najwyższa jura i kreda dolna, platforma węglanowa, mikrofacje płytkiego szelfu

Paweł Zdanowski, Anna Baszkiewicz & Zenona Gregosiewicz — **Facies analysis of the uppermost Jurassic and the Lower Cretaceous deposits in the Zagorzyc region (southern Poland).** *Prz. Geol.*, 49: 161–178.

Summary. The comprehensive facies analysis of the uppermost Jurassic and the Lower Cretaceous (Ropczyce Series and Dębica Series) deposits in the Zagorzyc Region enabled authors to reconstruct depositional environments of carbonate rocks which were drilled in boreholes Zagorzyc-7, Zagorzyc-6, Nawsie-1, Ropczyce-7. The facies, which appear in the Zagorzyc Region, show features halfway between the coeval facies from a basin connected with the Mid-Polish Trough and the facies from the Tethys Ocean. Beds were deposited on a carbonate platform in shallow water, periodically under extremely shallow water conditions. The Ropczyce Series sediments are mainly carbonate rocks deposited in a low-energy environment of generally brackish lagoons, tidal flats and lakes. Limestones of the Dębica Series were formed under high-energy conditions and they are mainly bioclastic-oolitic grainstones with reef mounds. Several characteristic microfacies and a few stratigraphically discontinuous surfaces were distinguished in the rocks described. A hydrocarbon reservoir facies (horizons of porous limestones with Favreina) has been recognized so far. In this facies the porosity was additionally improved by surface weathering.

Key words: Carpathian Basement, uppermost Jurassic and Lower Cretaceous carbonate platform, microfacies of shallow shelf

Niniejszy artykuł jest częścią opracowania wykonanego w celu wyznaczenia najbardziej perspektywicznych facji, stanowiących kolektory węglowodorów w osadach najwyższej jury i kredy dolnej rejonu Zagorzyc. Rozpoznanie facji i środowisk depozycyjnych jest szczególnie istotne przy próbie odtwarzania geometrii basenu sedymentacyjnego, a także poszukiwaniu poziomów zbiornikowych lub skał macierzystych dla węglowodorów. Rozpoznanie to umożliwi także przewidywanie następstwa facji oraz pozwala na szersze wykorzystanie danych geofizycznych w sąsiednich słabo rdzeniowanych otworach.

W 1998 r. odwiercono otwór Zagorzyc-7. Jest on szczególnie interesujący z uwagi na wyjątkowo długi (ok. 170 m), niemalże ciągły, zorientowany rdzeń, pochodzący z omawianego interwału stratygraficznego.

W omawianym profilu wydzielono serię z Ropczyc i serię z Dębicy. Seria z Ropczyc koresponduje prawdopodobnie z tytonem i niższym beriasem. Czas powstania serii z Dębicy przypada mniej więcej na późniejszy berias i walanżyn (Olszewska, 1999).

Obserwowane w profilu Zagorzyc-7 następstwo facji zostało stwierdzone także w trzech sąsiednich, słabiej rdzeniowanych otworach: Zagorzyc-6, Nawsie-1 i Ropczyce-7.

Utwory platformowej jury górnej i kredy dolnej podłoża i przedgórza Karpat fliszowych są stosunkowo słabo udokumentowane stratygraficznie, w porównaniu z

osadami tego wieku spotykanymi na Nizinie Polskiej (NW i środkowa część bruzdy śródpolskiej). Z uwagi na interesujący materiał rdzeniowy, który pozwolił na precyzyjne odtworzenie środowisk depozycyjnych osadów węglanowych nawierconych w tym rejonie, wydaje się uzasadnionym zapoznanie szerszej rzeszy czytelników z wykształceniem facjalnym tych utworów. Tego typu informacje mogą być szczególnie użyteczne przy próbach usystematyzowania litostratygrafii jury i kredy platformowej na południu kraju oraz skorelowaniu ich z dobrze datowanymi osadami NW i środkowej części Polski. Podobieństwo wykształcenia osadów formacji Kcyńskiej udokumentowanej z niecki szczecińskiej, wału pomorskiego, niecki pomorskiej, niecki mogileńsko-lódzkiej, wału kujawskiego i niecki warszawskiej (Niemczycka [W:] Marek & Pajchłowa, 1997) do niskoenergetycznych osadów serii z Ropczyc rejonu Zagorzyc zachęca do takich prób.

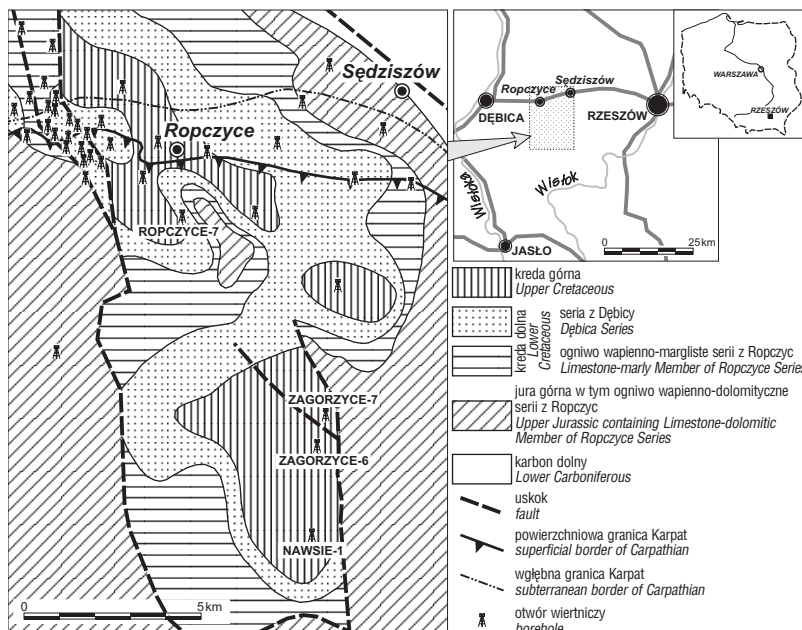
Lokalizacja

Obszar badań jest położony w województwie Podkarpackim, pomiędzy Rzeszowem a Dębicą, na południe od miejscowości Sędziszów Małopolski i Ropczyce (ryc. 1). Otwór Zagorzyc-7 znajduje się ok. 8 km na S od wglębnej granicy nasunięcia płaszczowin Karpat zewnętrznych. Osady jury i kredy zostały nawiercone w podłożu jednostek Skolskiej i częściowo Stebnickej.

Metodyka

Badania sedymentologiczne oparto na obserwacjach makroskopowych ok. 200 m rdzenia wiertniczego oraz analizie mikroskopowej około 400 płytek cienkich. Płytki

*PGNiG S.A., Oddział Biuro Geologiczne „Geonafta”, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa
pawelz@pgnig.com.pl; ach4@pgnig.com.pl;
greg@pgnig.com.pl



Ryc. 1. Mapa geologiczna utworów podłoża miocenu rejonu Zagorzyc (wg Maksym i in., 1999), wraz z lokalizacją
Fig. 1. Geological map of the Miocene basement in the Zagorzyc Region (according to Maksym et al., 1999) with location

cienkie były badane w mikroskopie optycznym (Axio-plan), katodoluminescencji (ELM 3R), fluorescencji oraz mikroskopie skaningowym (JSM-6300), łącząc najczęściej obserwacje w BEI (obraz elektronów odbitych) i SEI (obraz elektronów wtórnych) z wykonywaniem jakościowej analizy pierwiastkowej celem identyfikacji minerałów (mikrosonda energetyczna EDS Link-ISIS). Wykonano także kilka analiz *rock-eval* w celu rozpoznania zawartości materii organicznej.

Litologia

Jura i kreda dolna. Najniższa część profilu otworu Zagorzyc-7 (2862–2820 m) jest wykształcona jako bardzo jasne wapienie, rzadziej dolomity pocięte gęstą siecią stylonitów. Są to głównie madstony, wakstony i pakstony, a także mikrobialne bandstony. Skały te cechuje niska zawartość domieszki ilastej. W tym wapienno-dolomitycznym ogniwie nie obserwuje się praktycznie żadnych bardziej mięjszych wkładek marglisto-ilastych, tak powszechnych w wyższej części profilu. Skały te dość często zawierają gniazda siarki rodzimej (prawdopodobnie pozostałość po redukcji siarczanów). Utwory te w rejonie Zagorzyc leżą prawie płasko i są zgodnie przykryte przez utwory wapienno-margliste. W stropie ogniwa wapienno-dolomitycznego występuje kilkunastocentymetrowa warstwa zlepieńców.

Utwory ogniwa wapienno-marglistego (2820–2751 m) to głównie szare, brunatnoszare, oliwkowoszare, ciemnoszare i czarne wapienie, które cechuje, w porównaniu z wapieniami starszego ogniwa, wyraźny wzrost zailenia. Znajdujemy tu głównie, podobnie do starszego ogniwa, madstony, wakstony rzadziej pakstony i bandstony. Pojawiają się ciemne wkładki zawierające znaczne domieszki materiału silikoklastycznego (margle, margle i wapienie zapiaszczone). W wapieniach często spotyka się rozproszone domieszki kwarcu i minerałów ilastych. Dolomityzacja wapieni jest zjawiskiem podrzędnym.

Kolejną dającą się wyróżnić jednostkę litologiczną (2751–2685 m) reprezentują utwory zdecydowanie odmienne niż omawiane wcześniej. Znajdujemy tu głównie wapienie ziarniste — greinstony organodetrytyczne, ooidowe, peloidowe lub najczęściej mieszane. Podobnie jak w ogniwie wapienno-marglistym można tu znaleźć kilka wyraźnych, silnie marglistych poziomów. Lokalnie pojawiają się również zdolomityzowane wapienie.

Kreda góra. W rejonie Zagorzyc występuje duża luka stratygraficzna pomiędzy kredą dolną i górną. Osady górnej kredy z otworu Zagorzyc-6 zostały datowane za pomocą zespołów mikrofaunistycznych na cenoman i turon (Moryc, 1997).

Cenoman, rdzeniowany tylko w profilu Zagorzyc-6, jest wykształcony w postaci zlepieńców krzemionkowych (spongiolityowych) o spoiwie piaszczysto-ilastym. Turon reprezentują lekko skrzemionkowane wakstony z fauną pelagiczną — masowo występującymi kalcisferami *Stomiosphera sphaerica* i planktonicznymi otwornicami *Globigerinelloides*.

Litostratygrafia i korelacja sąsiednich otworów

Do podziałów litostratygraficznych jury i kredy dolnej na przedgórzu i w podłożu Karpat Olszewska (1998a) stosuje podział Golonki (1978), który pasuje także do facji spotykanych w rejonie Zagorzyc. Tak więc opisywana z okolic Zagorzyc sukcesja osadów znajduje się w obrębie dwóch nieformalnych jednostek litostratygraficznych, wydzielonych dla przedgórza Karpat:

- serii dolomityczno-wapiennej („seria z Ropczyc”) i
- serii glonowej górnej („seria z Dębicy”).

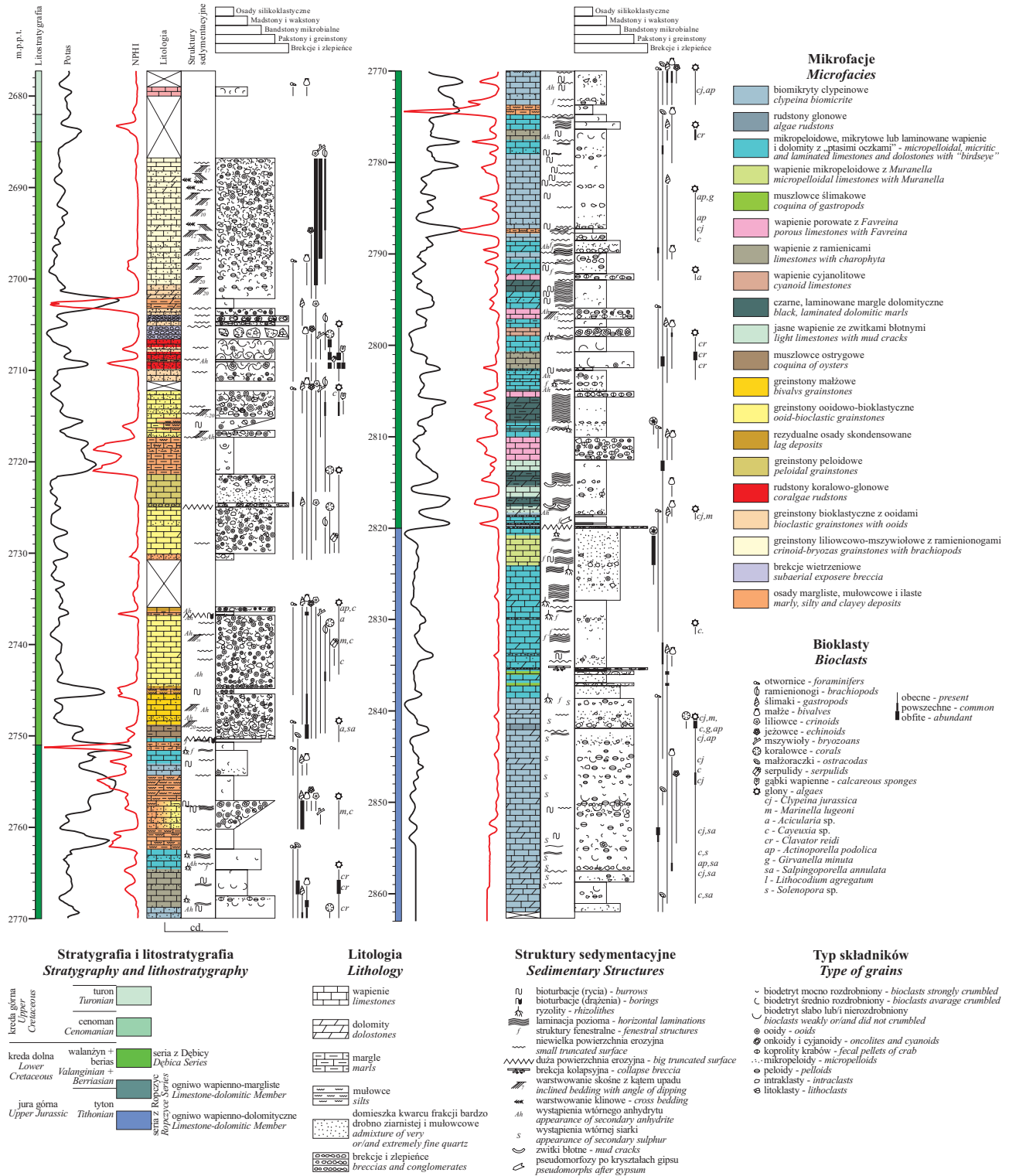
Do serii z Ropczyc zostały zaliczone dwa ogniwa dolnej części analizowanego profilu: ogniwo wapienno-dolomityczne i ogniwo wapienno-margliste. Są to prawie wyłącznie utwory środowisk niskoenergetycznych.

Golonka (1978) zdefiniował serię z Ropczyc jako lagunowe niskoenergetyczne dolomity, dolomity margliste, margle i wapienie mikrytowe. Olszewska (1998a) opisała zespół szczątków organicznych tej serii. Jest on ubogi, ale bardzo charakterystyczny. Występują przede wszystkim ramienice (rodzaj *Clavator*) i koprolity (*Favreina salevensis*), a także otwornice o skomplikowanym wnętrzu *Pseudocyclammina lituus* oraz zieleniec *Clypeina jurassica*. Obecność wapiennych dinocyst i pojedynczych tintinidów wskazywałaby na występowanie połączeń z otwartym morzem.

W rejonie Zagorzyc ramienice i koprolity zostały stwierdzone tylko w wyższej części serii z Ropczyc, tj. ogniwie wapienno-marglistym.

Seria wysokoenergetycznych utworów, przeławicznych warstwami marglistymi, występująca w górnej części profilu kredy dolnej strefy Zagorzyc, może być włączona do serii z Dębicy. Spotykamy tam głównie greinstony, w skład których wchodzi w różnych proporcjach: ooidy, bioklasty, peloidy i litoklasty.

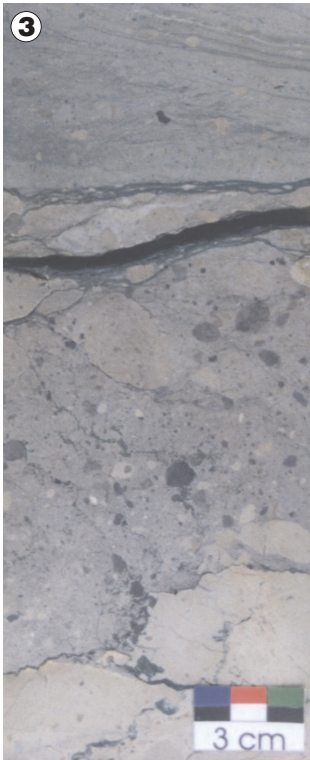
Seria z Dębicy została zdefiniowana jako wapienie organogeniczne glonowe, zbudowane z motków glonowych, szczątków nieoznaczalnych zieleniec z rodziny Dasycladaceae, ramienionogów, małżoraczków, ślimaków i otwornic *Trocholina*, z licznymi grudkami agregacyjnymi



Ryc. 2. Profil litologiczno-mikrofacjalny utworów najwyższej jury i kredy dolnej z otworu Zagorzycze-7
 Fig. 2. Lithological-microfacies profile of uppermost Jurassic and Lower Cretaceous deposits from borehole Zagorzycze -7

sinicowymi. Szczałki organiczne mają często otoczki sinicowe — onkolitowe. Składniki ziarniste tkwią w spoiwie sparytowym nieco zdolomityzowanym (Golonka, 1978). Olszewska (1998a) opisała z tej serii bardzo bogaty zespół mikroskamieniałości (głównie otwornic i dinocyst).

Do korelacji sąsiednich słabo rdzeniowanych otworów świetnie nadają się wykresy profilowań geofizycznych (K i NPHI). Węglały ogniwa wapienno-dolomitycznego cechuje duża czystość i jednorodne wykształcenie, dlatego krzywe mają stosunkowo spokojny przebieg (p. ryc. 2).



Ryc. 3. Zlepnięcie na granicy osadów ogniwa wapienno-dolomitycznego i wapienno-marglistego serii z Ropczyc. Zagorzyce-7, 2820 m. Zdjęcie rdzenia

Fig. 3. Conglomerates from the boundary between the limestone-dolomitic and the limestone-marly members of the Ropczyce Series. Zagorzyce-7, 2820 m. Core photo



Ryc. 4. Warstwa transgresywnych muszlowców ostrygowych z granicy serii z Ropczyc i serii z Dębicy. Małże przyrastały do twardego dna o czym świadczą drażenia w spągu warstwy transgresywnej. Zagorzyce-7, 2751 m. Zdjęcie rdzenia

Fig. 4. The oysters' coquina transgressive bed separating Ropczyce and Dębica Series. Bivalves grew on a hard bottom, what is shown by borings in bottom of transgressive bed. Zagorzyce-7, 2751 m. Core photo

wszystkich otworach z tego rejonu. Jeden z takich bardzo wyraźnych poziomów występuje nieco poniżej granicy serii z Ropczyc i serii z Dębicy.

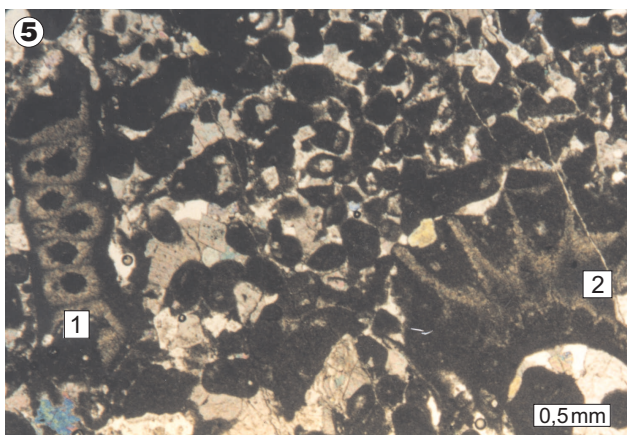
Stratygrafia

Utwory jury górnej i kredy występujące na przedgórzu i w podłożu Karpat były w ostatnich latach przedmiotem szczegółowych badań mikropaleontologicznych, wykonanych w PIG Kraków na zlecenie BG „Geonafta” Jasło. Oznaczenia mikropaleontologiczne w omawianych profilach wykonała Olszewska (Olszewska, 1998a, 1998b, 1999; Maksym i in., 1999).

Zostały wydzielone piętra, które jak dotąd nie były opisywane z tego rejonu, a dotychczasowe granice wydzieleni stratygraficznych uległy znacznym przesunięciom. Wydzielane wcześniej (Maksym i in., 1997) osady kredy dolnej pokrywają się z serią z Dębicy, dawny poziom wapienno-marglisty w pełni odpowiada ogniwu wapienno-marglistemu serii z Ropczyc, zaś górna część poziomu wapienno-dolomitycznego jest obecnie wydzielana jako ogniwo wapienno-dolomityczne serii z Ropczyc. Poprzez analogię do rejonu Dąbrowy Tarnowskiej-Szczucina (Morycowa & Moryc, 1976) poziomy wapienno-marglisty i wapienno-dolomityczny były zaliczane do kimerydu.

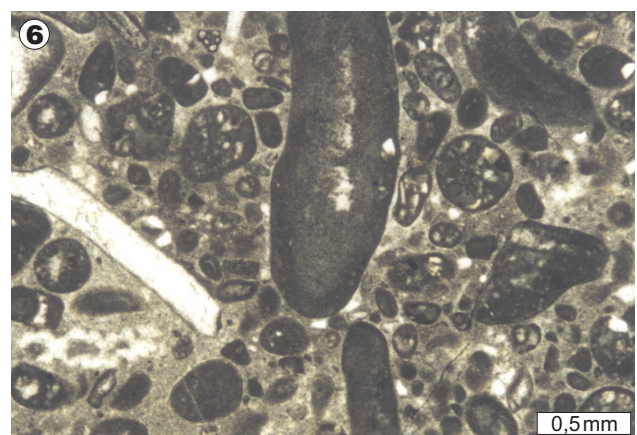
Z uwagi na brak w tym rejonie fauny amonitowej, szczególnego znaczenia nabierają wapienne dinocysty, otwornice, glony, a przede wszystkim rzadko występujące kalpionellidy. Zespół tych mikroszczałków pozwolił na wydzielenie w tym rejonie pięter chronostratygraficznych. Ważniejsze zespoły mikroskamieniałości dla poszczególnych pięter to:

Powyżej w wapieniach ogniwa wapienno-marglistego serii z Ropczyc i serii z Dębicy obserwuje się wyraźny wzrost zailenia, miejscami nawet zapiaszczenia. Występuje tam kilka silnie zailonych poziomów, które dają się śledzić we



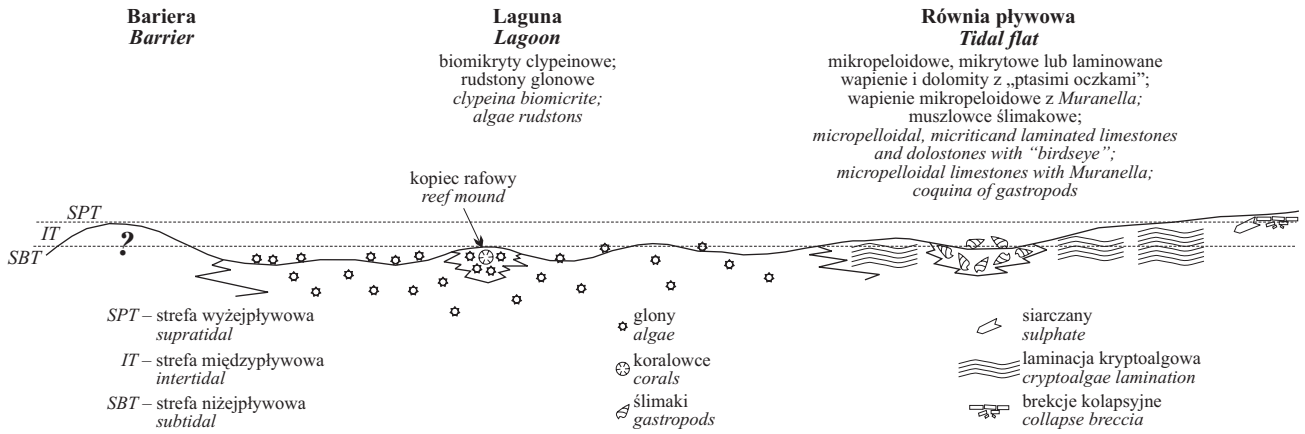
Ryc. 5. *Clypeina jurassica* — zielenica charakterystyczna dla facji lagunowych. Przekrój podłużny (1) i poprzeczny (2). Zagorzyce-7, 2844 m, ogniwo wapienno-dolomityczne serii z Ropczyc. Płytko cienka

Fig. 5. *Clypeina jurassica* — green alga characteristic for a lagoon facies. A longitudinal section (1) and a cross section (2). Zagorzyce-7, 2844 m, limestone-dolomitic member of the Ropczyce Series. Thin section



Ryc. 6. Zmikrytyzowany materiał ziarnisty o niejasnej genezie, facja lagunowa ogniwa wapienno-marglistego serii z Ropczyc. Zagorzyce-6, 2826 m. Płytko cienka

Fig. 6. Micritized grain material with unidentified genesis, a lagoon facies, limestone-marly member of the Ropczyce Series. Zagorzyce-6, 2826 m. Thin section



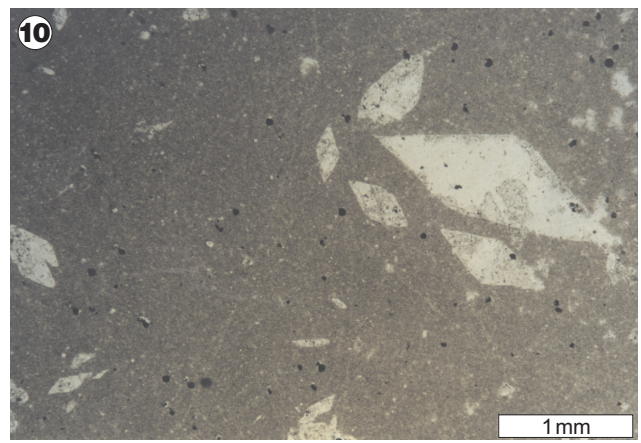
Ryc. 7. Schematyczny model depozycyjny dla strefy laguny i równi pływowej w ogniwie wapienno-dolomitycznym serii z Ropczyce rejonu Zagorzyc

Fig. 7. Schematic depositional model for the lagoon and tidal plain zone, limestone-dolomitic member of the Ropczyce Series, the Zagorzyc Region



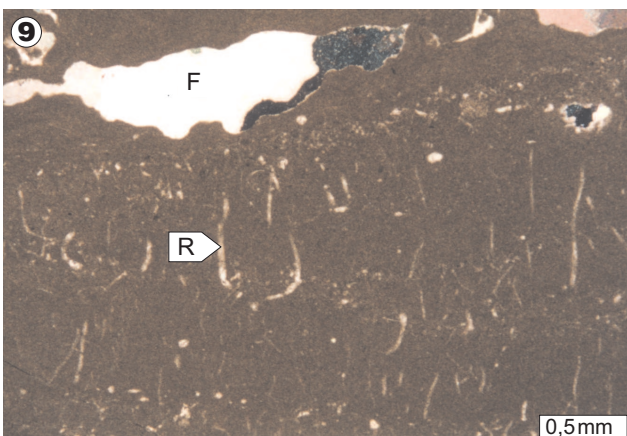
Ryc. 8. Wapienie z „ptasimi oczkami”. Zagorzycy-7, 2826,5 m, ogniwo wapienno-dolomityczne serii z Ropczyce. Zdjęcie rdzenia

Fig. 8. Limestones with „birds eyes”. Zagorzycy-7, 2826,5 m, limestone-dolomitic member of the Ropczyce Series. Core photo



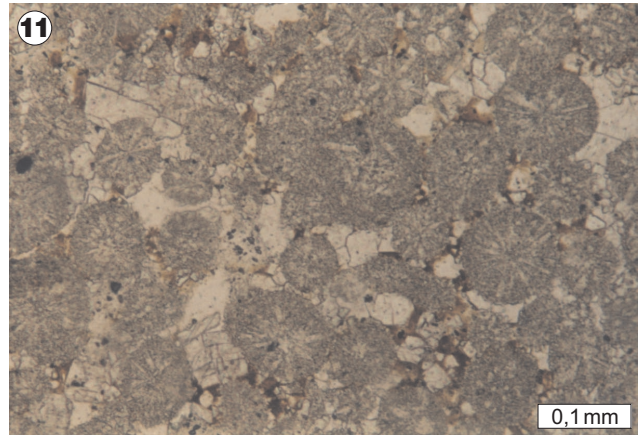
Ryc.10. Kalcytowe pseudomorfozy po kryształach gipsu w osadach ogniwa wapienno-dolomitycznego serii z Ropczyce. Zagorzycy-7, 2820 m. Płytko cienka

Fig. 10. Replacement of gypsum crystals by diagenetic carbonates in mudstons from limestone-dolomitic member of the Ropczyce Serie. Zagorzycy-7, 2820 m. Thin section



Ryc. 9. Struktury fenestralne (F) i ślady po korzeniach (R) w madstonach ogniwa wapienno-dolomitycznego serii z Ropczyce. Zagorzycy-7, 2838,5 m. Płytko cienka

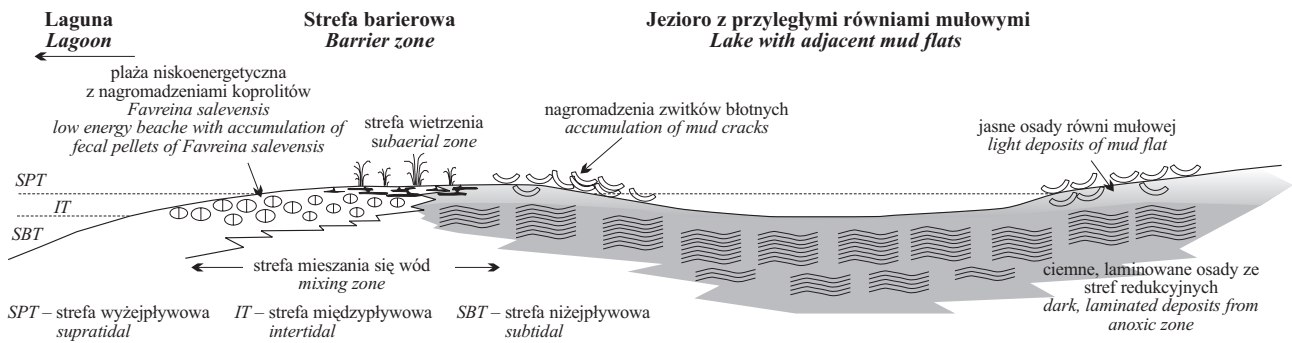
Fig. 9. Fenestral structures (F) and rhizolithes (R) in mudstones from limestone-dolomitic member of the Ropczyce Series. Zagorzycy-7, 2838,5 m. Thin section



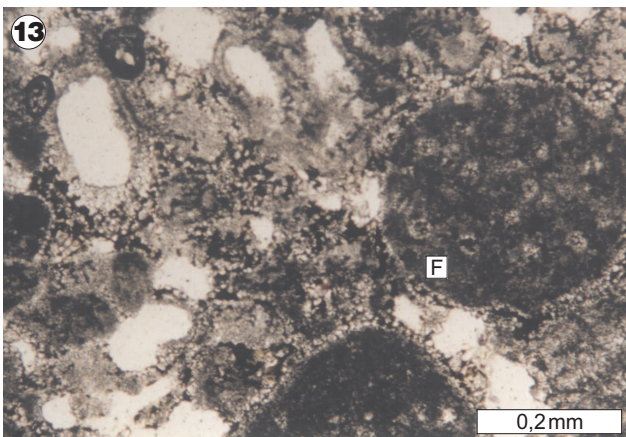
Ryc. 11. Struktury promieniste *Muranella*. Zagorzycy-7, 2824 m, ogniwo wapienno-dolomityczne serii z Ropczyce. Płytko cienka

Fig. 11. Radial structures of *Muranella*. Zagorzycy-7, 2824m, limestone-dolomitic member of the Ropczyce Serie. Thin section

— dla tytonu i beriasu — dinocysty: *Comittosphaera sublapidosa*, *Colomisphaera tenuis*;



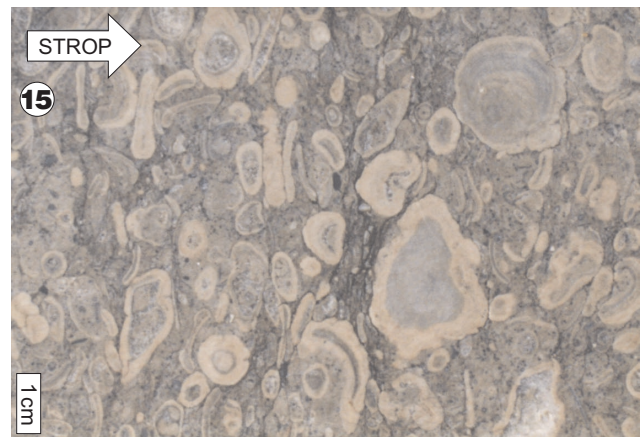
Ryc. 12. Schematyczny model depozycyjny dla dolnej części ogniwa wapienno-marglistego serii z Ropczyc z rejonu Zagorzyc
Fig. 12. Schematic depositional model for the lower portion of limestone-marly member of the Ropczyce Series in the Zagorzycze Region



Ryc. 13. Wapień porowate z *Favreina*. Na zdjęciu widoczna jest duża porowatość (białe pola), nagromadzenia rezydualnych węglowodorów (brunatne pola) i koprolioty krabów *Favreina* (F). Zagorzycze-7, 2812 m, ogniwo wapienno-margliste serii z Ropczyc. Płytko cienka

Fig. 13. Porous limestones with *Favreina*. The photo shows good porosity (white fields), residual hydrocarbons (dark brown fields) and fecal pellets of crabs (F). Zagorzycze-7, 2812 m, limestone-marly member of the Ropczyce Series. Thin section

— dla tytonu — dinocysta *Carpistomiosphaera borzai* (spotykana także w kimerydzie), zespół glonów: *Clypeina*

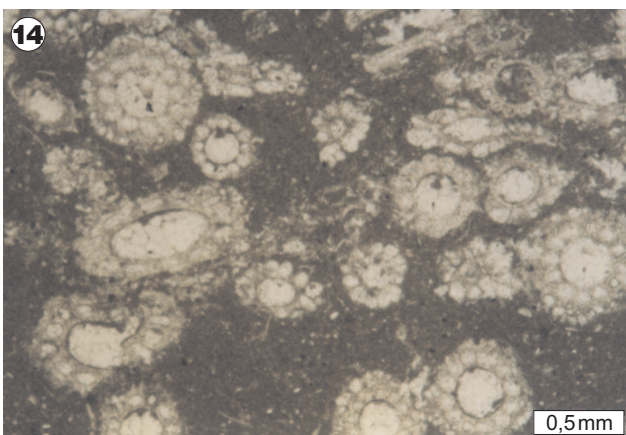


Ryc. 15. Wapień cyjanolitowy. Zagorzycze-7, 2798,5 m, ogniwo wapienno-margliste serii z Ropczyc. Zdjęcie rdzenia
Fig. 15. Cyanoid limestones. Zagorzycze-7, 2798,5 m, limestone-marly member of the Ropczyce Series. Core photo

jurassica (liczne wystąpienia), *Actinoporella podolica*, *Salpingoporella anulata*;

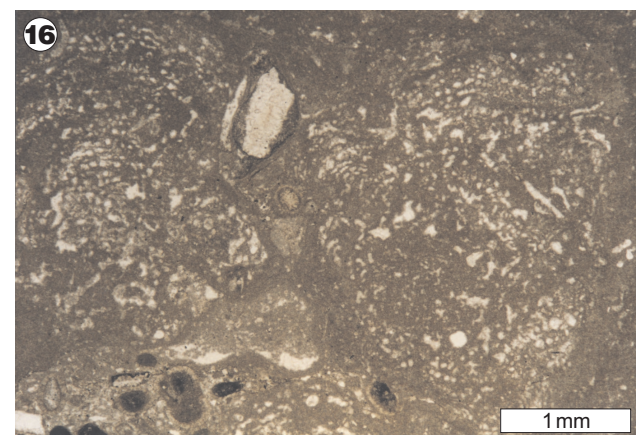
— dla beriasu — kalcjonella *Calpionella alpina*; ramienica *Clavator reidi*; otwornice *Protopenneroplis ultra-granulata*, *Pfenderina cf. neocomiensis*;

— dla walanżynu — dinocysty: *Colomisphaera conferta*, *Carpisthomiosphaera cf. valanginiana*; otwornice:



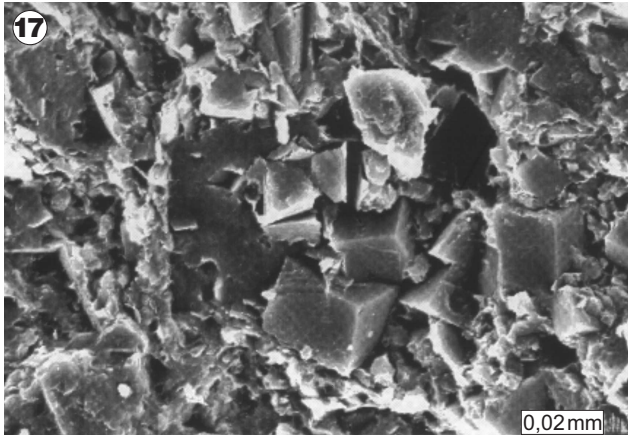
Ryc. 14. Wapień z nagromadzeniem łodyg ramienic. Zagorzycze-7, 2767 m, ogniwo wapienno-margliste serii z Ropczyc. Płytko cienka

Fig. 14. Limestone with accumulation of charophyte stems. Zagorzycze-7, 2767 m, limestone-marly member of the Ropczyce Series. Thin section



Ryc. 16. Przekroje cyjanoidów. Na zdjęciu widoczne są ślady po rurkach sinic. Zagorzycze-7, 2798,5 m, ogniwo wapienno-margliste serii z Ropczyc. Płytko cienka

Fig. 16. Cross-section of cyanoids. The photo shows relicts of blue algae tubes. Zagorzycze-7, 2798,5 m, limestone-marly member of the Ropczyce Series. Thin section



Ryc. 17. Obraz SEM SEI laminowanych margli dolomitycznych z facji jeziornej. Widoczne są drobne kryształy dolomitu tkwiące w ilastej masie. Zagorzycze-7, 2807 m, ogniwo wapienno-margliste serii z Ropczyc. Płytko cienka

Fig. 17. SEM SEI image of laminated dolomitic marls from a lake facies. The photo shows fine crystal of dolomites in argillaceous matrix. Zagorzycze-7, 2807 m, limestone-marly member of the Ropczyce Series. Thin section

Epistomina caracolla, *Lenticulina nodosa*, *Pfenderina* cf. *neocomiensis*;

I tak seria z Ropczyc odpowiada prawdopodobnie tytonowi i niższemu beriasowi, natomiast seria z Dębicy tworzyła się w późniejszym beriasie i walanżynie.

Niestety w chwili obecnej za pomocą wymienionych skamieniałości nie jest możliwy dokładniejszy podział na podpiętra (Olszewska, 1999 inf. ustna). Nastęrcza to pewnych kłopotów w próbach korelacji z dobrze datowanymi utworami z Niżu Polskiego. Na obszarze Polski mało znane jest również zagadnienie korelacji poziomów amonitowych i małżoraczkowych z poziomami wydzielanymi na podstawie wyżej wymienionych grup organizmów.

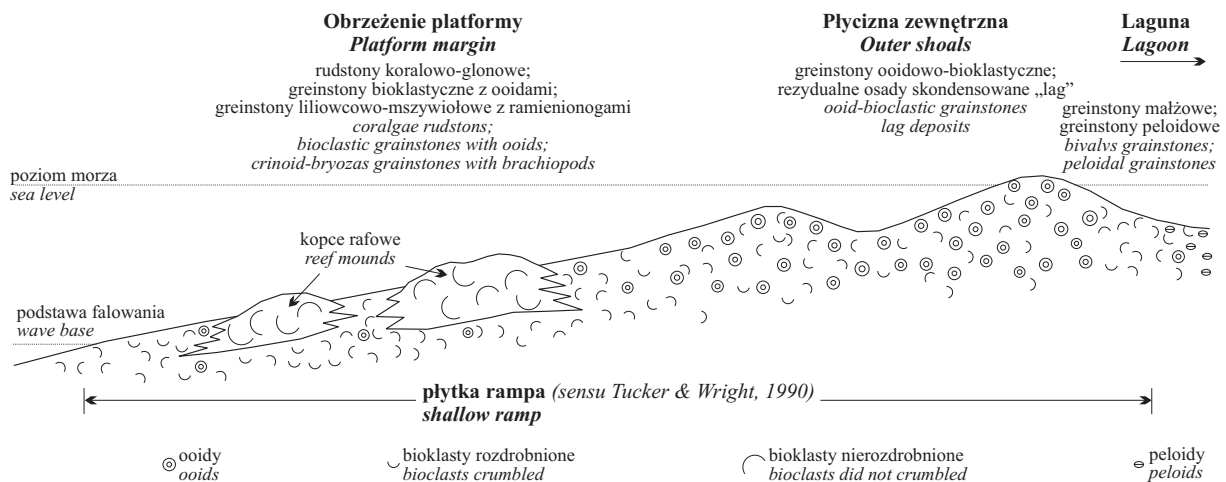
Inny podział stratygraficzny omawianych osadów był proponowany przez Moryca (1996, 1997). W profilach Zagorzycze-6 i Nawsie-1 wspomniany autor włączył do walanżynu tylko część profilu, zaliczonego w tym artykule do wyższej części serii z Dębicy, zaś już jej niższa część została uznana za kimeryd. Z uwagi na obecność form *Calpionella alpina* znalezionych w profilu Zagorzycze-6 w ogniwie wapienno-marglistym serii z Ropczyc, należy wykluczyć kimerydzki wiek tych osadów.

Paleogeografia

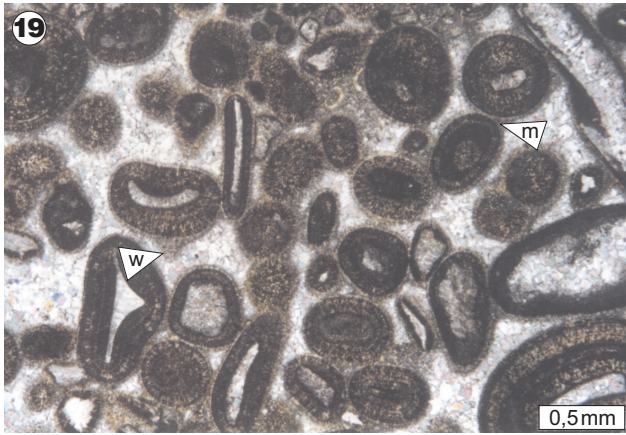
W literaturze dotyczącej litostratygrafii najwyższej jury i kredy dolnej, rzadko znajduje się próby korelacji pomiędzy Niżem Polskim, a rejonem południowym (Lubelszczyzną i przedgórzem Karpat). Utwory tych dwóch obszarów teoretycznie tworzyły się w tym samym epikontynentalnym basenie, choć niektórzy badacze sugerują istnienie podwodnego garbu usytuowanego gdzieś w rejonie Gór Świętokrzyskich (Niemczycka & Brochowicz-Lewiński, 1988; Niemczycka [W:] Marek & Pajchłowa, 1997). Garb ten miałby rozdzielać na dwie części epikontynentalny, późnojurajski basen. Południowo-wschodnia część zbiornika ciążyła wyraźnie w stronę oceanu Tetydy, podczas gdy środkowa i północna — wykazywały związki litofacjalne i faunistyczne z morzami północnymi (Niemczycka & Brochowicz-Lewiński, 1988). W części północnej i środkowej dominowała sedimentacja klastyczna z ewaporatami, w części południowej, pozostającej pod znacznym wpływem oceanu Tetydy, dominowała sedimentacja węglanowa. Wyraźne wpływy medyterańskie w kredzie dolnej pobliskiego rejonu Dębicy były akcentowane także przez Kijakową i Moryca (1991).

Nawiercona w rejonie Zagorzyc seria z Ropczyc, może być korelowana z opisywaną z Niżu Polskiego formacją VII — wapienno-ewaporatową (kcyńską). Według Niemczyckiej ([W:] Marek & Pajchłowa, 1997) udokumentowany zasięg tej formacji jest ograniczony tylko do środkowej części basenu górnourajskiego (niecka szczecińska, wał pomorski, niecka pomorska, niecka mogileńsko-lódzka, wał kujawski, niecka warszawska). W obrębie tej formacji, zdaniem Dembowskiej (1979), następuje stopniowa zmiana środowiska morskiego w środowisko o anomalnym zasoleniu, w części najbardziej środkowej początkowo hipersalinowe, a następnie — wystarczające się. Formacja VII, zdaniem Marka i Raczynskiej (1979) obejmuje głównie utwory jurajskie facji purbeckiej, jej część najwyższa wchodzi do dolnej kredy. Stratygraficznie formacja wapienno-ewaporatowa obejmuje górną część tytonu środkowego, tyton górny i berias niższy (Dembowska, 1979; Niemczycka [W:] Marek & Pajchłowa, 1997).

Istnieje wiele podobieństw w wykształceniu formacji Kcyńskiej i serii z Ropczyc opisanej z rejonu Zagorzyc. W obu przypadkach wyraźnie zaznaczają się tendencja w zmianach zasolenia. W ogniwie wapienno-dolomitycznym serii z Ropczyc profilu Zagorzycze-7 napotkano pseudomorfozy po gipsie, struktury *Muranella* oraz brekcje inter-

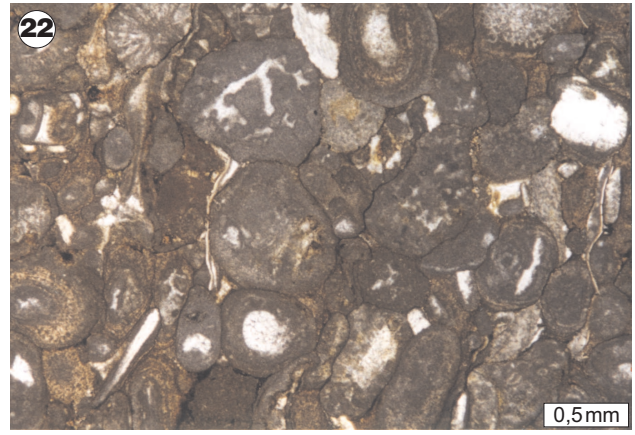


Ryc. 18. Schematyczny model depozycyjny osadów serii z Dębicy rejonu Zagorzyc
Fig. 18. Schematic depositional model for the Dębica Series in the Zagorzycze Region



Ryc. 19. Greinston ooidowo-bioklastyczny z cementami charakterystycznymi dla strefy wadycznej: meniskowym (m) i wisiorowym (w). Zagorzyce-7, 2738 m, seria z Dębicy. Płytko cienka

Fig. 19. Ooid-bioclastic grainstone with cements crystallized in vadose zone: meniscus (m) and pendant (w). Zagorzyce-7, 2738 m, Dębica Series. Thin section



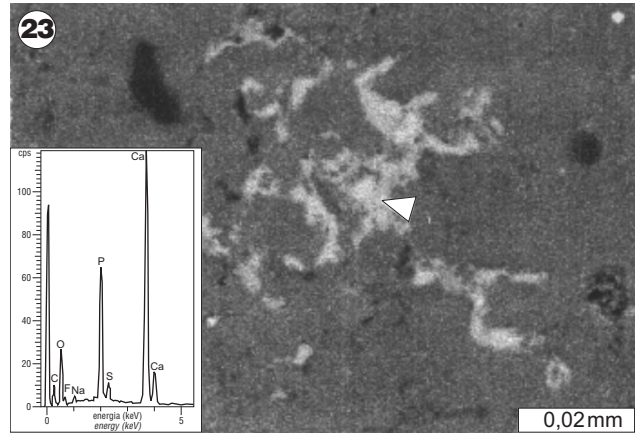
Ryc. 22. Rezydualne osady skondensowane. Zagorzyce-7, 2736 m, seria z Dębicy. Płytko cienka

Fig. 22. Lag deposits. Zagorzyce-7, 2736 m, Dębica Series. Thin section



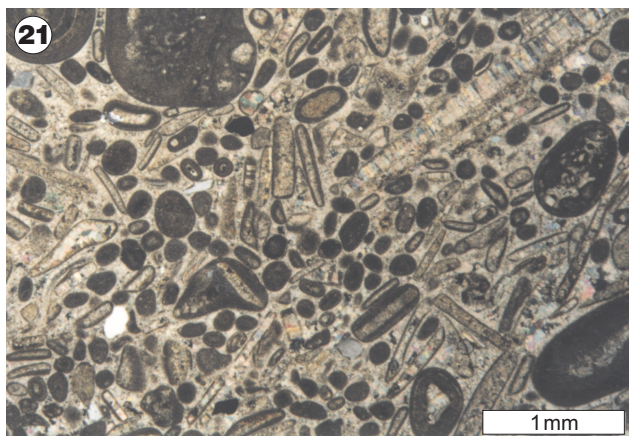
Ryc. 20. Muszlowiec ostrygowy z warstwy transgresywnej rozpoczynającej osady serii z Dębicy. Zagorzyce-7, 2750 m. Płytko cienka

Fig. 20. Oyster shell grainstone from a transgressive bed which starts sediments of the Dębica Series. Zagorzyce-7, 2750 m. Thin section



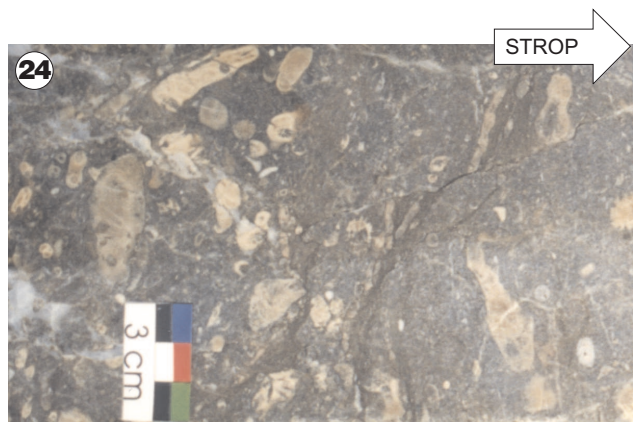
Ryc. 23. Drobne skupienia fosforanów charakterystyczne dla rezydualnych osadów skondensowanych. Obok widmo analizy jakościowej. Zagorzyce-7, 2736,5 m, seria z Dębicy. Płytko cienka. Obraz SEM BEI

Fig. 23. Fine aggregates of phosphates characteristic for lag deposits. Zagorzyce-7, 2736,5 m, Dębica Series. Thin section. SEM BEI image



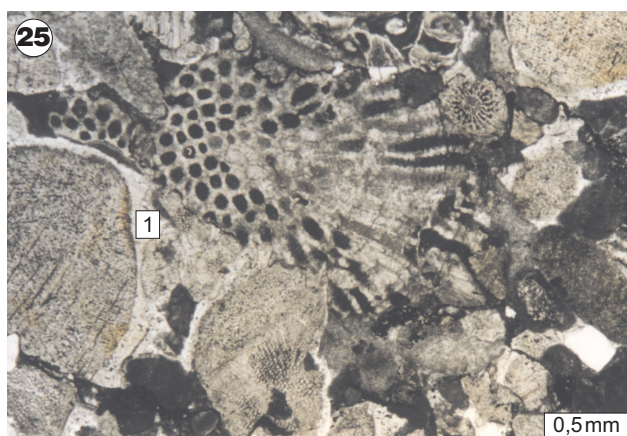
Ryc. 21. Greinston małżowy. Wydłużone bioklasty posiadają charakterystyczne powłoki zwane kopertami mikrytowymi. Zagorzyce-7, 2749 m, seria z Dębicy. Płytko cienka

Fig. 21. Bivalve grainstone. Elongated bioclasts show characteristic coated micritic envelopes. Zagorzyce-7, 2749 m, Dębica Series. Thin section



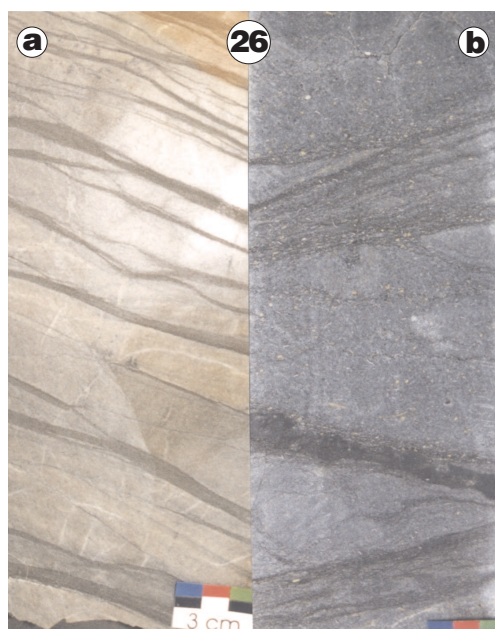
Ryc. 24. Osady interpretowane jako osady kopca rafowego. Na zdjęciu widoczne jest nagromadzenie dużych bioklastów. Zagorzyce-7, 2708 m, seria z Dębicy. Zdjęcie rdzenia

Fig. 24. Deposits interpreted as reef mound deposits. The photo shows an accumulation of big bioclasts. Zagorzyce-7, 2708 m, Dębica Series. Core photo



Ryc. 25. Greinstony liliowcowo-mszywiolowe charakterystyczne dla najwyższej części osadów serii z Dębicy z rejonu Zagorzyc. Zagorzycy-7, 2697 m. 1— cement syntaksjalny. Płytkę cienką

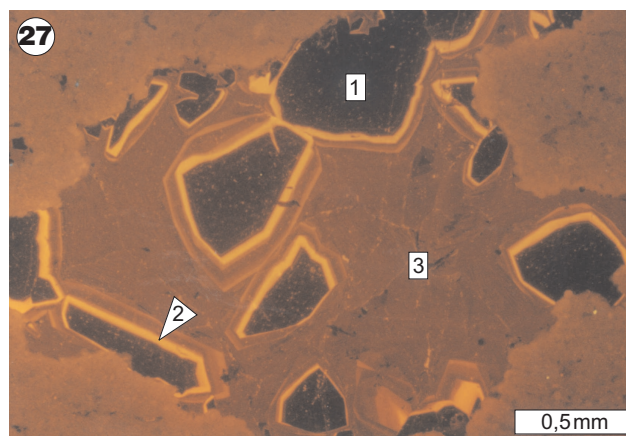
Fig. 25. Crinoid-bryozoan grainstones characteristic for the uppermost part of the Dębica Series deposits from the Zagorzyc Region. Zagorzycy-7, 2798,5 m. 1— syntaxial cement. Thin section



Ryc. 26. Porównanie laminacji wywołanej ciśnieniowym rozpuszczaniem kalcytu (A) z sedimentacyjnym warstwaniem przekątnym (B). Zagorzycy-7, A–2701 m, B–2695 m, seria z Dębicy. Zdjęcia rdzenia

Fig. 26. Comparison of lamination resulted from pressure-solution of calcite (A) with sedimentary cross-bedding (B). Zagorzycy-7 A-2701 m, B-2695 m, Dębica Series. Core photos

pretowane jako brekcje kolapsyjne po rozpuszczonych poziomach siarczanów. Wszystkie te struktury świadczą o okresowym występowaniu podwyższonego zasolenia. Natomiast w ogniu wapienno-marglistym serii z Ropczycy licznie napotykamy poziomy z ramienicami, świadczące o znacznym wysłodzeniu zbiornika. Obie porównywane jednostki są wykształcone w tzw. facji „purbeckiej”. Różnice to bardziej wapienne wykształcenie utworów na południu kraju oraz brak wyraźnych ogniw z siarczanami. Południowo-wschodnia część zbiornika z sedimentacją węglanową była oddzielona od części środkowej, w jakiej tworzyły się gipsy i anhydryty, wspomniana wcześniej niewielką barierą w rejonie Gór Świętokrzyskich (Niemczycka & Brochwicz-Lewiński,



Ryc. 27. Struktura fenestralna wypełniona cementem blokowym dwóch generacji. W pierwszym etapie krystalizował nieluminescencyjny kalcyt (1), na którym współkształtnie narastał kalcyt świecący na żółto i pomarańczowo (2). W drugim etapie krystalizował kalcyt świecący na ciemnoczerwono (3), który zabudowuje całą pozostałą przestrzeń porową. Zagorzycy-7, 2826,3 m, ogniwo wapienno-dolomityczne serii z Ropczycy. Płytkę cienką. Obraz CL

Fig. 27. Fenestral structure filled with two generations of blocky cement. In the first stage it was overgrown nonluminescent by calcite (1) followed by semi-shaped yellow and orange zones (2). In the second stage the remained volume was filled with dark red luminescent blocky calcite (3). Zagorzycy-7, 2826,3 m, limestone-dolomitic member of the Ropczycy Series. Thin section. CL picture

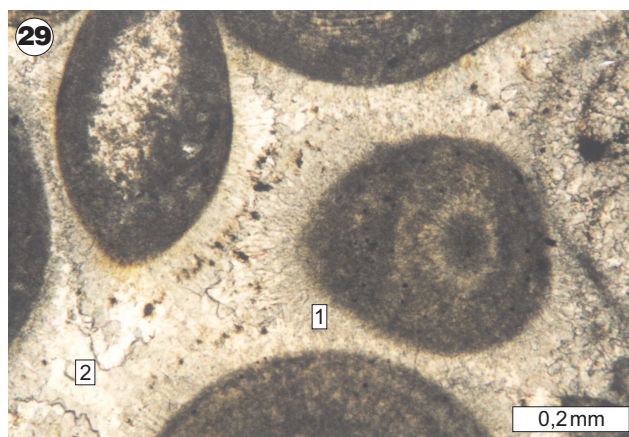


Ryc. 28. Procesy wielofazowej dolomitizacji w osadach ogniwa wapienno-dolomitycznego serii z Ropczycy. Jako pierwszy krystalizował dolomit o słabej luminescencji (1), następnie o jasnożółtej (2) przechodzącej w czerwoną (3). W niektórych kryształach obserwuje się skupienia dolomitu o czerwono-malinowej luminescencji (4), korodującej wcześniejsze fazy dolomitu. Zagorzycy-7, 2851,7 m. Płytkę cienką. Obraz CL

Fig. 28. Multiphase dolomitization of the limestone-dolomitic member of the Ropczycy Series. Dull centres of crystals (1) originally crystallised, followed by were light yellow (2) and red rims (3). In some crystals there are aggregation of raspberry red dolomites which corroded the first phase of crystals. Zagorzycy-7, 2851,7 m. Thin section. CL picture

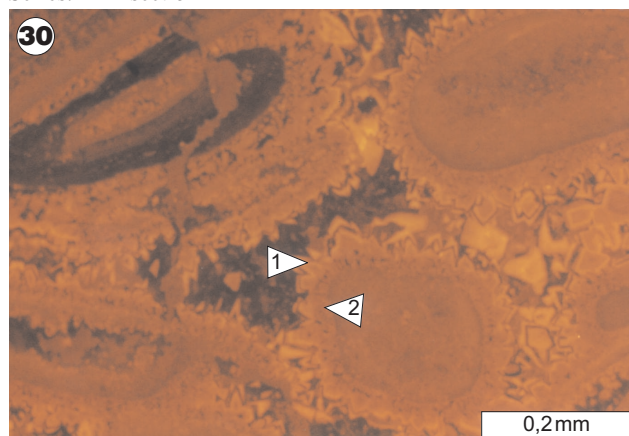
1988). Ogniwa formacji Kcyńskiej wydzielone na Niżu Polskim nie mają swoich odpowiedników w serii z Ropczycy, choć tu także zaznacza się wyraźnie podział na część czysto węglanową i część posiadającą liczne wkładki margliste.

Formacją podobną facjalnie i zbliżoną wiekowo do ogniwa wapienno-dolomitycznego serii z Ropczycy z rejonu Zagorzyc, jest formacja Babczyna opisana z południowej



Ryc. 29. Przestrzeń międzyziarnowa wypełniona przez wczesny, włóknisty cement izopachytowy (1) i późniejszy cement blokowy (2). Zagorzyce-6, 2791 m, seria z Dębicy. Płytko cienka

Fig. 29. Interstitial space filled with early-diagenetic fibrous isopachous (1) cement and late diagenetic blocky cement (2) reduced primary intergranular porosity. Zagorzyce-6, 2791m, Dębica Series. Thin section

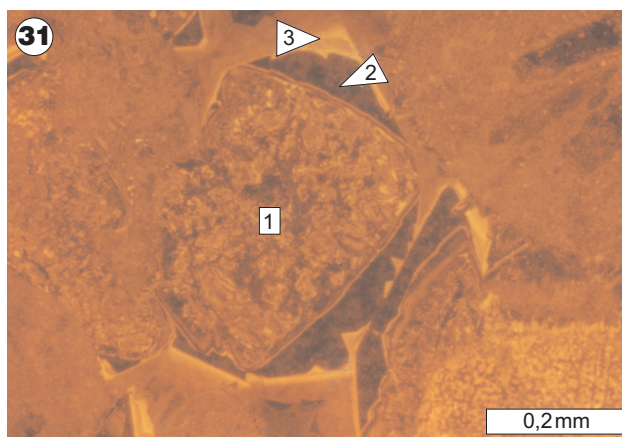


Ryc. 30. Nieregularne pryzmatyczne cementy interpretowane jako cementy pochodzące z freaticznego środowiska meteorycznego (1), narastające na wcześniejszych obwódkach izopachytowych (2). Pozostałą przestrzeń wypełniają późne cementy blokowe. Zagorzyce-7, 2747 m, seria z Dębicy. Płytko cienka. Obraz CL

Fig. 30. Irregular prismatic cements from phreatic zone (1) crystallized on older isopachous rims (2). The remaining volume was filled by a late blocky cement. Zagorzyce-7, 2747 m, Dębica Series. Thin section. CL picture

części obszaru lubelskiego. Formację Babczyna (tyton dolny i część środkowego) tworzą białe wapienie mikrytowe, ooidowe, arenitowe i koprolitowe, wapienie grudkowe i wapienie organodetrytyczne oraz typy mieszane skał. Te, głównie mikrytowe wapienie cechuje duża czystość (96–98% węglanów) oraz nieznaczna ilość dolomitu. Ich środowisko depozycji określono na lagunowe, podrzędnie otwartego morza (Radlicz [W:] Marek & Pajchłowa, 1997).

Podobnie jak w jurze, także w kredzie dolnej Polski Południowej obserwuje się wzrost udziału skał węglanowych — margli, wapieni piaszczystych, oolitowych i organodetrytycznych, co wiązało się z oddziaływaniem cieplejszych wód oceanicznych Tetydy (Marek [W:] Marek & Pajchłowa, 1997). To nieco odmienne wykształcenie osadów walażynny na niżu i przedgórzu oraz dodatkowo brak precyzyjnych podziałów chronostratygraficznych na podpiętra, uniemożliwia w chwili obecnej skorelowanie serii z Dębicy, opisanej z rejonu



Ryc. 31. Cement syntaksjalny wzrastający na płytce szkarłupnia (1). W pierwszym etapie narastały obwódki o mozaikowym wzorze (2), na których w późniejszym etapie wzrastały „czyste” pasy o żółtej luminescencji (3). Ropczyce-7, 2183,5 m, seria z Dębicy. Płytko cienka. Obraz CL

Fig. 31. Syntaxial cement on echinoderm plate (1). In the first stage crystallised mosaic rims (2) followed by later „clear” phase with yellow luminescence (3). Ropczyce-7, 2183,5 m, Dębica Series. Thin section. CL picture

Zagorzyc, z formacjami znanymi z Niżu Polskiego.

Powierzchnie nieciągłości sedymentacyjnej

W materiale rdzeniowym otworu Zagorzyce-7 stwierdzono kilka wyraźnych granic erozyjnych. Z granicami tymi są związane zapewne luki stratygraficzne. Oszacowanie ich rozpiętości czasowej jest bardzo trudne z powodu braku bardziej precyzyjnych oznaczeń stratygraficznych.

Pierwszą wyraźną powierzchnią jest granica pomiędzy dwoma wydzielonymi ogniwami serii z Ropczyc (ryc. 3). Na głębokości 2820 m występuje cienka warstwa zlepieńców zbudowanych z fragmentów wapieni podłoża. Powyżej tej granicy nie występuje radykalna zmiana środowiska depozycyjnego, choć charakter osadu ulega wyraźnej zmianie (znaczny wzrost domieszki silikoklastycznej).

Kolejna granica erozyjna związana z luką sedymentacyjną jest czytelna na granicy serii z Ropczyc i serii z Dębicy (ryc. 4). Warstwa ostrygowa z profilu Zagorzyc-7 narastała na twardym podłożu. Świadczą o tym drażnienia skałotoczy. Podobny charakter ma również ostra granica erozyjna z głębokości 2736,5 m.

Kolejna ostra granica znajduje się na głębokości 2725 m. Powyżej tej granicy występuje warstwa zlepieńców o miąższości 0,5 m. Granica ta została stwierdzona także w interpretacji zapisu upadomierza (Kiełt, 1999).

Prawdopodobnie długie subaeralne wynurzenia zaznaczyło się powstaniem utworów znalezionych w profilu Zagorzyc-7 na głębokości 2704–2707 m. Znajdujemy tam brekreje interpretowane jako wietrzniowe.

Największa luka sedymentacyjna i najprawdopodobniej także erozyjna znajduje się pomiędzy walażynnym a cenomanem. Profil utworów kredy górnej rozpoczyna się zlepieńcami spongiolitowymi o spoiwie piaszczysto-ilastym. Utwory te dokumentują początek górnokredowej transgresji.

Mikrofacje i środowiska sedymentacji

W obrębie serii z Ropczyc i serii z Dębicy wydzielono i opisano kilkanaście mikrofacji pochodzących z płytkowodnej platformy węglanowej. Scharakteryzowano także środowisko w jakim powstały. Zaobserwowano transgre-

sywne następstwo środowisk sedimentacyjnych od facji lagunowych, równi pływowych i jeziornych charakterystycznych dla serii z Ropczyca po fację płycizn zewnętrznych i obrzeżenia platformy w serii z Dębicy.

Laguna. Środowisko laguny charakteryzuje się obecnością nisko- i średnioenergetycznych osadów, powstających za barierą rozwiniętą równolegle do brzegu morza lub otaczającej rozległe śródszelfowe płycizny. W serii z Ropczyca następstwo mikrofacji wskazuje, że bariery stanowiły okresowo wynurzane równie pływowe tworzące lokalne płycizny lub wyspy. Barierami ograniczającymi cyrkulację wód mogły być także płycizny greinstonowe wraz z kopcami rafowymi (jak ma to miejsce w walanżynie), lub grzędy glonowe, których obecność sugeruje Olszewska (1998a).

W obrębie laguny wydzielono dwie charakterystyczne mikrofacje: biomikrytów clypeinowych oraz rudstonów glonowych.

Biomikryty clypeinowe. Nazwa facji została utworzona przez Flügel (1979), dla opisanego osadów odciętej laguny w tworzonych przez autora schematach rozpręstrzenia wskaźnikowych, mezozoicznych glonów spotykanych na platformach węglanowych. Flügel (*op.cit.*) uznał, że *Clypeina jurassica* (ryc. 5) jest charakterystyczna dla środowiska odciętej laguny, a tylko okazjonalnie jest spotykana w obrębie otwartej laguny i to prawdopodobnie wskutek redepozycji. Duże znaczenie tego przedstawiciela rodziny Dasycladaceae, jako dobrego wskaźnika wyznaczającego laguny i/lub wewnętrzne marginalne facje, potwierdzają także Wilson (1975), Peybernés (1979), Sartorio & Venturini (1988) oraz Riding (1991).

Charakterystyczne osady tej strefy facjalnej z rejonu Zagorzyc to pakstony lub wakstony peloidowo-bioklastyczne. Typową cechą tych wapieni jest dość silna mikrytyzacja prowadząca miejscami do homogenizacji osadu. Duże peloidy są często silnie zmikrytyzowanymi klastami mającymi różnorodną genezę. Pierwotnie mogły to być bioklasty, ooidy, onkoidy itp. (ryc. 6). Bioklasty to najczęściej fragmenty glonów, takich jak *Clypeina jurassica* (ryc. 5), *Marinella lugeoni*, *Cayeuxia sp.*, *Actinoporella podolica*, rzadziej *Girvanella minuta*, *Salpingoporella annulata*, *Solenopora sp.* Cały zespół występujących tu glonów jest typowy dla środowisk lagunowych (Flügel, 1979; Peybernés, 1979). Oprócz glonów powszechne są tu ślimaki, małże, otwornice i małżoraczki. W bardziej odciętych strefach laguny duże znaczenie skałotwórcze mają także kokoidalne sinice. Są one odpowiedzialne za powstanie mikropeloidowych wapieni. Kaźmierczak i in. (1996) uważają, że większość drobnopeloidowych jak i mikrytowych wapieni ma właśnie taką genezę.

W strefie lagunowej powszechne są także, czasami dość intensywne, bioturbacje.

Duży wpływ na sedimentację w lagunie miały pływy morskie. O okresowych wadycznych warunkach diagenety osadów mogą świadczyć cementy meniskowe. Szczególnie intensywne sztormy zaznaczały się obecnością poziomów ze źle wysortowanymi i nieobtoczonymi dużymi intraklastami. W tym miejscu warto zaznaczyć, że takie wysokoenergetyczne epizody nie są powszechne w badanych profilach.

Facja biomikrytów clypeinowych środowiska lagunowego jest szeroko rozpręstrzeniona w opracowywanych profilach. Wapienie pochodzące z tych stref zostały stwierdzone w otworach Zagorzyc-7 i -6. W badanym rejonie obecność laguny zaznacza się praktycznie tylko w serii z Ropczyca.

Rudstony glonowe. Następstwo mikrofacji wskazuje w tym wypadku, raczej na obecność niewielkiej budowlu typu kopca rafowego w obrębie laguny (ryc. 7), niż na

budowlę barierową oddzielającą wody laguny od wód otwartego morza. Świadczy o tym m.in. brak większych nagromadzeń pełnomorskiej fauny.

Osadami spotykanymi w tej facji są greinstony i pakstony bioklastyczno-intraklastyczno-peloidowe. Klasty są wyjątkowo grube (do 2 cm średnicy). Głównym składnikiem ziarnowym są różnorodne glony. Ich plechy są rozdrobnione w nieznacznym stopniu. Spotykamy tu także liczne ślimaki, małże, otwornice, a także rzadziej fragmenty koralu.

Podobne grubookruchowe osady mogą być także zapisem wysokoenergetycznego epizodu, np. sztormu. Tłumaczyłoby to nagromadzenie grubych bioklastów, pochodzących z oddalonej strefy barierowej.

Osady tej mikrofacji zostały nawiercone jedynie w ogniwie wapienno-dolomitowym serii z Ropczyca profilu Zagorzyc-7 na głębokości 2841,3–2842 m (ryc. 2).

Równia pływowa. Osady równi pływowej są spotykane we wszystkich omawianych otworach: Zagorzyc-7 i -6, Ropczyce-7, Nawsie-1. Są obecne w wyższej części ogniw wapienno-dolomitowego serii z Ropczyca, licznie występują w całym ogniwie wapienno-marglistym. Wszędzie towarzyszą płytkowodnym facjom lagunowym. Ich występowanie dokumentuje najbardziej płytkowodne środowisko sedimentacji morskiej. Utwory tej strefy facjalnej powstawały w reżimie pływów morskich, w górnej strefie międzypływowej i wyżejpływowej. Warunki takie występowały na brzegach laguny (także od strony bariery).

W tym środowisku spotykamy przede wszystkim madstony, bandstony (maty mikrobialne), rzadziej wakstony, choć zdarzają się także pakstony (muszłowce). Fauna szkieletowa spotykana w tym środowisku jest zdecydowanie monospecyficzna lub nie występuje. Generalnie najliczniej spotykamy tu małżoraczki, rzadziej otwornice, ślimaki, małże.

W badanych profilach możliwe było wydzielenie kilku charakterystycznych dla tego środowiska mikrofacji: mikropeloidowych, mikrytowych lub laminowanych wapieni i dolomitów z ptasimi oczkami, wapieni mikropeloidowych z *Muranella* oraz muszłowców ślimakowych.

W niektórych miejscach osady te cechują się bardzo dużą zmiennością, wynikającą z małoskalowej cykliczności wokółpływowej.

Mikropeloidowe, mikrytowe lub laminowane wapienie i dolomity z „ptasimi oczkami”: Osady tej mikrofacji to madstony z małżoraczkami (rzadziej występują otwornice i ślimaki) lub madstony całkowicie pozbawione fauny. Znaczna część utworów tej facji to bindstony płaskich warstw stromatolitowych lub mikropeloidowe utwory posinicowe. Miejscami obserwuje się tu przejawy dolomityzacji eogenetycznej (patrz diagenetyzacja). Większość dolomitów to jednak dolomity mezogenetyczne (późne, tworzące się w środowisku głębokiego pogrzebania). Z wtórnymi procesami są związane także żyły wypełnione anhydrytem. Brak większej ilości dolomitów eogenetycznych i pierwotnych siarczanów może świadczyć o przewadze wpływów klimatu wilgotnego. Wilgotny i ciepły klimat sprzyjał raczej rozwojowi szaty roślinnej, a nie zjawiskom charakterystycznym dla hipersalinarnych środowisk gorącego i suchego klimatu.

Najbardziej charakterystyczną cechą tej mikrofacji są liczne „ptasie oczka” (ryc. 8). Te drobne struktury fenestralne powszechnie występują w obrębie mat mikrobialnych i są jedną z głównych cech pozwalających rozpoznać płytkowodne osady równi pływowej. Często obserwowaną strukturą o podobnej genezie są kanaliki ucieczkowe, powstające w momencie przerwania elastycznej maty i ucieczki pęcherzyka gazu ku górze.

W czasie depozycji osadów tej mikrofacji wielokrotnie dochodziło do zmian klimatycznych (być może miały one charakter sezonowy), mogą o tym świadczyć różnorodne struktury sedimentacyjne. Ślady po korzeniach (ryc. 9) świadczą o klimacie raczej wilgotnym, zaś obecność kalcytowych pseudomorfoz po kryształach gipsu (ryc. 10) dokumentuje klimat suchy. Spotykamy tu także, miejscami dość silne, bioturbacje oraz charakterystyczne cementy meniskowe. Wszystkie te cechy są typowe dla stref między- i wyżejplywowej.

W osadach tych stwierdzono także brekcje interpretowane jako kolapsyjne. Są one świadectwem obecności cienkich pokładów minerałów ewaporatowych. Charakterystyczną cechą tych brekcji jest wzrost grubości klastów ku górze, ostra dolna granica i jej brak w stropie. Takie odwrócone uziarnienie frakcjonalne powstało wskutek zapadania się kawern po rozpuszczonych solach. Okruchy (do kilku cm średnicy) nie wykazują obtoczenia. Tego typu brekcje zostały stwierdzone tylko w kilkunastocentymetrowej, (2835,5 m) warstwie profilu Zagorzyce-7.

W jurajsko-kredowych skałach węglanowych równi mułowej spotyka się dwa typy utworów posinicznych. Pierwszy z nich to „klasyczne” stromatolity, do powstania których przyczyniły się sinice nitkowate. Drugi typ węglanów posinicznych to mikropeloidowe wapienie będące wytworem *in situ* zwapniałych bentosowych mat kokkoidalnych cyjanobakterii (Kaźmierczak i in., 1996).

Mikrofacja ta została stwierdzona we wszystkich omawianych otworach.

Wapienie mikropeloidowe z *Muranella*. W obrębie mat sinicowych okresowo spotykane są enigmatyczne, promieniste struktury *Muranella* (ryc. 11). Istotną cechą, jaka ma znaczenie w analizie mikrofacjalnej, jest przywiązanie *Muranella* do środowisk hipersalinarnych (Olszewska, 1998b). Wapienie z *Muranella* to z reguły mikropeloidowe posiniczne wapienie z „ptasimi oczkami”, spotykane także w innych częściach profilu.

Takie hipersalinarnie środowisko zostało udokumentowane w wapieniach ogniwa wapienno-dolomitycznego z profilu Zagorzyce-7, tuż poniżej granicy z ogniwem wapienno-marglistym (ryc. 2).

Muszlownce ślimakowe: W obrębie mat stromatolitycznych często spotyka się charakterystyczne poziomy przepełnione muszlami ślimaków. Utwory takie tworzyły się w zagłębieniach równi mułowej, które pozostawały ciągle pod wodą niezależnie od pływów (ryc. 7). Ich charakterystyczną cechą jest bardzo dobry stan zachowania skorup tych mięczaków, co potwierdza niską energię środowiska i praktycznie brak jakiegokolwiek transportu. Ślimaki są organizmami bardzo tolerancyjnymi, mogącymi żyć w wodach, które okresowo zmieniały stopień zasolenia i temperaturę.

Takie swoiste nisze ekologiczne są obecnie powszechne na równiach pływowych w Zatoce Perskiej. W niewielkich płytkich zbiornikach żyją tam, czasem masowo, ślimaki odżywiające się organizmami budującymi matę mikrobiálną.

Muszlownce tego typu rozpoznano w dwóch kilkudziesięciocentymetrowych poziomach, w obrębie wapieni ogniwa wapienno-dolomitycznego serii z Ropczyc z profilu Zagorzyce-7 (ryc. 2).

Niskoenergetyczna bariera. Utwory tej strefy zostały stwierdzone w profilach Zagorzyce-7 i 6 są spotykane w niższej części ogniwa wapienno-marglistego serii z Ropczyc. W środowisku tym powstawała mikrofacja wapieni porowatych z *Favreina*.

Mikrofacja tego dość charakterystycznego środowiska pojawia się w sąsiedztwie osadów jezior i lagun. Odtwa-

rzając przestrzenne rozmieszczenie środowisk depozycyjnych w obrębie skrajnie płytkowodnych facji, tak wykształconych utworów można się spodziewać na przybrzeżnym wale tworzącym ciało o formie bariery pomiędzy laguną a przybrzeżnym jeziorem. Oddzielała ona osady równi mułowej od osadów odciętej laguny (ryc. 12). Środowisko to można traktować jako niskoenergetyczną plażę. Dodatkowo, na specyficzne warunki plażowe nakładały się zjawiska charakterystyczne dla strefy międzyplywowej i wyżejplywowej.

Na sedimentację środowiska niskoenergetycznej plaży rozwiniętej na barierze nie mają wpływu zjawiska typowe dla normalnej wysokoenergetycznej plaży. W lagunach lub odciętych morskich szelfach nie występują wysokie fale i przybrzeżne prądy, ponieważ tracą one swą energię trąc o płytkie dno morskie. Głównym czynnikiem obniżającym energię tego środowiska jest obecność głównej bariery oddzielającej wody laguny od otwartego basenu. W rezultacie, takie plaże są formowane jako cienkie przybrzeżne jednostki (0,1–1,5 m grubości), które przechodzą bezpośrednio w zbioturbowane drobnoziarniste wapienie lub zdolomityzowane wakstony/madstony. Fauna występująca w tej strefie jest monospecyficzna. Te przybrzeżne utwory składają się z intraklastów, nieregularnych ooidów i pizoidów, rozdrobnionych i zabradowanych muszli. Takie plaże mogą rozwijać się na niskoenergetycznych równiach pływowych lub osadach sebh, bywają także przez nie przykryte. Formują tam cienkie soczewki o równoległej do biegu warstw rozciągłości. Mogą także, choć stosunkowo rzadziej, pojawiać się wokół kopców mułowych rozwijających się w lagunie (Inden & Moore [W:] Scholle i in., 1983).

Wapienie porowate z *Favreina*. Jedną z bardzo charakterystycznych cech tej mikrofacji, w badanym materiale, jest nagromadzenie koprolitów krabów oznaczonych przez Olszewska (1998a) jako *Favreina salevensis* (ryc. 13). Prawdopodobnie skorupiaki te preferowały takie okresowo zalewane i wynurzane środowisko.

W profilu Zagorzyce-7 utwory niskoenergetycznej bariery uległy daleko posuniętym zmianom diagenetycznym, dlatego ustalenie pierwotnego składu jest kłopotliwe. Ziarna i cementy często zostały zrekrytalizowane lub rozpuszczone. Te dwa procesy są ze sobą ściśle związane. Prawdopodobnie działało to wskutek wpływu roztworów migrującego przez te utwory, najprawdopodobniej w strefie mieszania się wód meteorycznych i morskich. Wydaje się, że pierwotnie były to pakstony lub nawet greinstony. Składnikami ziarnowymi były koprolity, peloidy, intraklasty. Licznie występują także zrekrytalizowane ooidy, które często zachowały ślady swojej pierwotnej koncentrycznej budowy. W rdzeniu miejscami dodatkowo zaznaczają się warstwowania skośne.

Koprolity krabów spotykane są także, choć zdecydowanie rzadziej, w madstonach i wakstonach równi pływowej, co nie wydaje się dziwne z uwagi na sąsiedztwo tych dwóch środowisk.

Osady facji wapieni porowatych z *Favreina* w otworze Zagorzyce-7 są najbardziej perspektywiczną facją jako skała zbiornikowa. Porowatość między- i wewnątrzziarnowa (ryc. 13), która powstała najprawdopodobniej na skutek rozpuszczania aragonitu, sięga miejscami kilkunastu procent. Dodatkowo osady tej facji są w kilku miejscach silnie zwietrzałe. Te silnie zwietrzałe strefy są świadectwem wynurzenia i erozji zdiagenezowanych skał. Wapienie z tej strefy są charakterystycznie pylaste, kruche i rozsypliwie, spotykane są tu liczne dendryty charakterystyczne dla strefy wietrzeniowej, a cała masa skalna przypomina nieprzemieszczony inicjalny regolit.

Przybrzeżne jeziora. Omawiana strefa facjalna mogłaby być traktowana jako część odciętej laguny z ograniczoną cyrkulacją. Często trudno postawić granicę pomiędzy słodkowodnym jeziorem a wysłodzoną laguną z wodami o charakterze brakicznym. Nie mniej facje tego środowiska, wskazują na całkowite odcięcie i utworzenie zbiornika, w którym wpływy morskie są bardzo znikome. Z tego powodu autorzy uznali, że wydzielenie środowisk przybrzeżnych jezior jest uzasadnione.

W okolicach Zagorzyc warunki jeziorne wielokrotnie powtarzają się w ogniwie wapienno-marglistym serii z Ropczyca. Są one świadectwem odcięcia lub znacznego zmniejszenia cyrkulacji wód morskich przy jednoczesnej dużej dostawie wód słodkich z rzek lub/i opadów atmosferycznych. Dość precyzyjnym wskaźnikiem wód o zdecydowanie obniżonym zasoleniu są ramienice (*Charophyta*). Obecność tych zielenic wyznacza zasięg mikrofacji wapieni z ramienicami. Inny typ osadów jeziornych rozpoznanych na badanym obszarze to charakterystyczne wapienie cyjanolitowe.

W zdecydowanie odmiennych warunkach osadziły się ciemne, laminowane margle dolomityczne i jasne wapienie ze zwiłkami błotnymi. Pochodzą one najprawdopodobniej ze zbiorników jeziornych o znacznie podwyższonym zasoleniu.

Wapienie z ramienicami. W wysłodzonych, bardzo płytkich zbiornikach bujnie rozwijała się wegetacja drobnych gałązkowatych ramienic *Charophyta*, będących grupą glonów należących do zielenic. Ramienice zachowują się w dwóch postaciach:

- zwapniałych łodyg (ryc. 14),
- lub oogoni (gyrogonites) będących organami rozrodczymi char.

Typowe osady omawianej mikrofacji to głównie wakstony i pakstony (ryc. 14). Wśród skamieniałości dominują ramienice, małżoraczki, cienkoskorupowe ślimaki i małże. Mało zróżnicowany zespół fauny oraz brak pełnomorskich organizmów (szkarłupni, ramienionogów) potwierdza tezę o mocnym wysłodzeniu tych wód.

Głębokość słodkowodnych zbiorników zasiedlanych przez ramienice rzadko przekraczała 1 m. Współczesne *Charophyta* rosną na głębokościach 0,3–0,6 m (Allen, 1950 *vide* West, 1999). Jedynie w bardzo czystych wodach ramienice były notowane na większych głębokościach (do 18 m).

Mikrofacja ta została stwierdzona w ogniwie wapienno-marglistym serii z Ropczyca profilu Zagorzycy-7 i -6.

Wapienie cyjanolitowe. Osady tej facji to bardzo charakterystycznie wyglądające wapienie cyjanolitowe (ryc. 15). W badanym materiale można spotkać dwa typy ziaren obleczonych: cyjanoidy i onkoidy. Spotykane tu cyjanoidy i onkoidy osiągają znaczne rozmiary (do 3 cm średnicy). Onkoidy budowane z nitkowatych sinic, podobnych do tych, które tworzyły gładką warstwę stromatolitową. Ten typ sinic nie wytrąca węglanu wapnia, lecz wyłapuje najdrobniejsze frakcje i wiąże je w galaretowatej, lepkiej sieci. Drugi, zdecydowanie przeważający w tej facji typ onkoidów, budowały rurkowate sinice, mające zdolność wytrącania węglanu wapnia. Po komórkach tych cyjanobakterii zachowały się nitkowate, nieregularne kanaliki (ryc. 16). Riding (1979, 1983 *vide* Riding, 1991) proponuje aby taki specyficzny rodzaj onkoidów budowanych przez kalcyfikujące cyjanobakterie nazywać cyjanoidami (ang. *cyanoid*). Przynależność rodzajowa tych kalcyfikujących sinic wymaga dokładniejszych badań. Z pewnością należą do tej samej grupy co kalcyfikujące sinice *Ortonella* i

Girvanella — budową najbardziej przypominają paleozoiczne cyjanobakterie z rodzaju *Ortonella*. W jądrach onkoidów spotykamy często muszle mięczków, najprawdopodobniej małży. Onkoidy ze skorupą małża w jądrze mają charakterystyczne dyskowate kształty.

Jeziorny charakter omawianych osadów potwierdza całkowity brak fauny morskiej. Przeważnie onkoidy jeziorne pojawiają się w płytkich strefach poddanych lekkiemu oddziaływaniu falowania, na obszarach słabiej osłoniętych niż siedliska ramienic (Schneider i in., 1983).

Facja ta została stwierdzona w ogniwie wapienno-marglistym serii z Ropczyca profilu Zagorzycy-7, w warstwie ok. metrowej miąższości.

Ciemne, laminowane margle dolomityczne. W obrębie środowisk jeziornych występują charakterystyczne cykliczne osady. Wyraźnie zaznaczają się w nich dwa ogniw:

- dolne, ciemne pochodzące ze strefy redukcyjnej
- jasne pochodzące z górnej części interpretowanej jako osady jeziornej równi mułowej.

Utwory dolnego ogniwia to ciemne, czasem prawie czarne, horyzontalnie laminowane (grube ciemne i cieńsze jasne laminy), pozbawione „ptasich oczek” margle. Osady te są dość silnie zdolomityzowane. Obserwujemy tu bardzo liczne drobne (ok. 10–15 μm) euhedralne kryształki (ryc. 17) dolomitu. Jasne laminy charakteryzują się grubszym ziarnem w stosunku do lamin ciemnych.

Jedyna stwierdzona fauna to małżoraczki i sporadyczne wapienne dinocysty. Ubóstwo fauny może świadczyć o znacznym zasoleniu wody.

Jasne wapienie ze zwiłkami błotnymi. Powyżej ciemnych margli z reguły występują utwory jasne. W górnej części tego ogniwia na ogół pojawiają się duże nieobtoczone intraklasty. Tworzą one brekcje o słabo wyodrębnionych klastach. Takie utwory są interpretowane jako nagromadzenia zwiłków błotnych (Shinn [W:] Scholle i in., 1983). W tej wynurzonej, dobrze natlenionej (stąd jasne barwy) strefie następowało niszczenie pierwotnych struktur osadu, który był deponowany w nieco niższych strefach. Do niszczenia przyczyniały się procesy glebowe i epizody wysokoenergetyczne. Tego typu osady są charakterystyczne dla równi mułowej, występującej na połączonych brzegach jezior. W osadach tych występują, czasami dość licznie, małżoraczki.

Obydwie mikrofacje są charakterystyczne dla dolnej części profilu ogniwia wapienno-marglistego serii z Ropczyca w otworze Zagorzycy-7.

Płycizny zewnętrzne. W opracowywanym rejonie facje tego środowiska zostały stwierdzone w serii z Dębicy wszystkich czterech otworów.

Osady deponowane w tym środowisku cechuje mała zawartość mułu węglanowego. Są to wapienie typowe dla środowisk wysokoenergetycznych, przede wszystkim greinstony. Tworzyły się one w zewnętrznej, krawędziowej części platformy węglanowej. Była to strefa stosunkowo płytka, z reguły powyżej podstawy falowania, okresowo nawet wynurzana (ryc. 18). Świadczą o tym m.in. cementy meniskowe i wisiorokowe charakterystyczne dla stref międzypływowej i wyżejplywowej (ryc. 19).

W środowisku tym tworzyły się rozległe łachy piasków węglanowych, stanowiące bariery oddzielające wody laguny od otwartego morza. Materiał piaszczysty w dużej części stanowią ooidy, a także biodetryt z kopców rafowych. W środowisku płycizny zewnętrznych wydzielono 4 charakterystyczne mikrofacje: greinstonów małżowych, greinsto-

nów ooidowo-bioklastycznych, rezydualnych osadów skondensowanych (*lag*) oraz greinstonów peloidowych.

Zainstalowanie się płycizn greinstonowych poprzedził rozwój transgresywnych utworów budowli ostrzygowej nawierconej w otworach Zagorzycy-7 i Ropczyce-7. Wydzielono tu fację muszlowców ostrzygowych.

Muszłowce ostrzygowe. Ten niezbyt gruby pakiet jest bardzo ważnym poziomem korelacyjnym w rejonie Zagorzyc. W reperowym profilu Zagorzycy-7 miąższość jego wynosi ok. 1,5 m (2749–2750,5 m). Spotykane w tej warstwie ciemne muszłowce poprzedza silnie ilasta wkładka, która jest głównym poziomem korelacyjnym geofizyki otworowej. Same muszłowce charakteryzują się ciemnymi barwami (ciemnoszare do prawie czarnych). Drobne ostrzygi narastały jedna na drugiej tworząc sztywną konstrukcję (ryc. 20). Muszle w niektórych miejscach noszą ślady drażenia przez skałotoczce. Drażenia te nie są zbyt silnie rozwinięte, co świadczy, że przyrost budowli był stosunkowo szybki. Obok drobnych ostrzygowatych spotykamy tu także przedstawicieli fauny pełnomorskiej, w tym: szkarłupnie, mszywioly i ramienionogi. W najniższej części tej warstwy spotykane są poziomy przepelnione dużymi skorupami ostryg. Utwory te mają cechy rezydualnych osadów skondensowanych charakterystycznych dla granic parasekwencji.

Warstwa ostrzygowa rozwinęła się na twardym podłożu o czym świadczą drażenia skałotoczcy obserwowane w stropowej części starszych wapieni.

Osady tej facji dokumentuje w badanym interwale pierwszy bardzo silny pik transgresywny. Ingresja ta była na tyle duża, że umożliwiła zasiedlenie tego środowiska przez organizmy wymagające pełnomorskiego zasolenia. Gwałtowne pogłębienie potwierdzają także ciemne barwy tych utworów (rozproszone siarczki Fe), które świadczą prawdopodobnie o deficycie tlenu.

Greinstony małżowe. Greinstony te charakteryzują się brakiem pełnomorskiej fauny. Głównym składnikiem ziarnistym są tu skorupy małży. Poza tym spotykamy tu dość licznie ooidy, rzadziej litoklasty, intraklasty, kwarc i in. bioklasty. Aragonitowe skorupy małży są zachowane jako wydłużone ziarna z charakterystyczną mikrytową kopertą (ryc. 21). Ich wewnętrzna mikrostruktura w większości uległa rekrytalizacji. Dodatkowo prawie wszystkie ziarna posiadają cienki korteks.

Greinstony te osadzały się w strefie barierowej od stromy laguny w ciepłych, umiarkowanie ruchliwych wodach, które miały utrudnioną cyrkulację. W osadach tych brak typowo morskiej fauny. Rozdrobnienie cienkich i delikatnych muszli mięczaków jest stosunkowo niewielkie co świadczy o niezbyt wysokiej energii środowiska. Składniki ziarniste były przemywane, abradowane i wstępnie sortowane, natomiast muł wapienny był odprowadzany. Mikrytyzacja i obecność ooidów świadczą o klimacie tropikalnym lub subtropikalnym.

Mikrofacja ta została stwierdzona w profilach Zagorzycy-7 i -6, tuż powyżej dolnej granicy serii z Dębicy.

Greinstony ooidowo-bioklastyczne. Mikrofacja ta pochodzi z części płycizn znajdującej się bardziej w stronę otwartego morza w stosunku do mikrofacji greinstonów omawianych wcześniej. Strefę tą cechowało pełnomorskie zasolenie, cyrkulacja wód była znacznie większa, a co za tym idzie także energia środowiska była znacznie większa. Pełnomorskie zasolenie dokumentuje bogaty zespół znalezionych tu organizmów, w tym: koralowce, ramienionogi

i liliowce. O wysokiej energii świadczy obecność, miejscami bardzo licznych, litoklastów.

Łachy z tej części strefy barierowej były prawdopodobnie relatywnie najpłytszą częścią rampy wewnętrznej. W profilu Zagorzycy-7 na głębokości 2739,9 m zostały znalezione klasycznie wykształcone cementy meniskowe i wisiorowe. Świadczą one o wynurzeniu niezdiagnozowanych piasków węglanowych powyżej lustra wody (ryc. 19).

Wśród składników ziarnowych omawianych greinstonów należy wymienić ooidy, z reguły drobne bioklasty, litoklasty, w podrzędnych ilościach peloidy, intraklasty, kwarc detrytyczny i onkoidy (ryc. 19).

Bioklasty reprezentują całe spektrum szczątków organizmów zasiedlających to środowisko. Licznie występują szczątki wapiennych glonów, m.in. fragmenty plech *Dasycladaceae*, glony *Acicularia* sp., które według schematów rozprzestrzenienia glonów (Peybernes, 1979) są właściwe dla strefy bariery zewnętrznej. Coraz powszechniej występują szkarłupnie i ramienionogi o perforowanych i pseudoperforowanych muszlach. Wśród szkarłupni, obok spotykanych także w lagunie jeżowców, pojawiają się liliowce zasiedlające ruchliwe wody o pełnomorskim zasoleniu. Licznie reprezentowane są także gałązkowe mszywioly, serpulidy, otwornice, małże i ślimaki. Znaczny udział mają także zrekrystalizowane szczątki koralowców. Na powierzchniach niektórych ziaren dość często spotykamy otwornice inkrustujące, których drobne skorupki przytwierdzały się głównie do ooidów.

Mikrofację tą rozpoznano w serii z Dębicy wszystkich omawianych otworów.

Rezydualne osady skondensowane. Osady tej mikrofacji to charakterystyczne ciemne wapienie. Są to osady ziarniste praktycznie pozbawione wypełniającego tła, mające charakter rezydualnych osadów skondensowanych (ang. *lags*). Obserwowane rezydualne osady to ciemne greinstony ooidowe lub peloidowo-ooidowe cechujące się silną kompakcją, ciemnymi barwami, silnym zażelazieniem i niewielką ilością wczesnych cementów (ryc. 22), poza tym wewnątrz ziaren występują charakterystyczne dla tego typu osadów, drobne impregnacje fosforanem wapnia (ryc. 23). Ubogie spoiwo ma miejscami charakter masy ilasto-żelazisto-kwarcowej. Dominują tu prawdopodobnie minerały typu illitu.

Pojawienie się tych osadów świadczy o okresowym spowolnieniu tempa sedymentacji lub jej całkowitym braku.

Osady *lag* znaleziono w dolnej części serii z Dębicy w profilu Zagorzycy-7.

Greinstony peloidowe. Są to dość charakterystyczne greinstony o specyficznym składzie. Występują tu głównie drobne peloidy (w większości prawdopodobnie posinicowe) oraz otwornice. W wyższej części tego kompleksu znajdują się także ziarna zmikrytyzowane oraz bioklasty organizmów zasiedlających lagunę. Brak tu litoklastów i ooidów co świadczy o niższej energii środowiska.

Występowanie tych facji w profilu może świadczyć o pojawieniu się jakiejś rozległej, wynurzonej strefy w rejonie płycizn greinstonowych. Wapienie te mogą natomiast dokumentować płytkowodne osady składane na zawietrznej stronie obszarów wynurzonych.

Jednocześnie sugerowana granica tektoniczna (Kiełt, 1999) w spągu tej mikrofacji może być przyczyną mylnej interpretacji środowiska. W takim wypadku mogłyby to

być osady otwartej laguny, które nie dokumentują w tym miejscu sedimentacyjnego następstwa facji.

Osady tej mikrofacji stwierdzono w środkowej części profilu serii z Dębicy z otworu Zagorzyce-7.

Obrzeżenie platformy. Strefa ta znajduje się bezpośrednio za płycznami greinstonowymi w stronę otwartego morza. Rozwijały się tu kopce rafowe dostarczające dużych ilości materiału organodetrytycznego. Piaski wapienne akumulowały się wokół kopców, stanowiąc objętościowo znacznie większą masę niż osady budowli organicznych. Ku górze, w płytszej strefie, osady obrzeżenia platformy przechodzą w piaski barierowe płyczn zewnętrznych (ryc. 18). Spotykamy tu głównie greinstony. Jedynie w obrębie wydzielanych kopców rafowych spotykamy większe ilości spoiwa mikrytowego lub nawet marglisto-piaszczystego.

Masywne organizmy mogące tworzyć sztywną więźbę szkieletową rafy praktycznie nie występują, powszechne są natomiast formy gałązkowe. Potwierdza to warunki średnioenergetyczne. W takich średnioenergetycznych morzach w obrębie połączonych skłonów tworzyły się według Wilsona (1974) linearne rampy węglanowe typu II, w których budowlami organicznymi były, tzw. *reef knolls*.

W tej strefie facjalnej wydzielono trzy mikrofacje: rudstonów koralowcowo-glonowych, greinstonów bioklastycznych z ooidami oraz greinstonów liliowcowo-mszywiolowych z ramienionogami.

Rudstony koralowcowo-glonowe. Utwory te mogą występować zarówno w obrębie obrzeżenia platformy, jak i w obrębie laguny. W naszym przypadku następstwo facjalne wskazuje, że w otworze Zagorzyce-7 kopce rafowe zostały nawiercone w strefie obrzeżenia platformy w pobliżu płyczn zewnętrznych.

Kopce rafowe (ang. *reef mounds*) to biogeniczne budowle wapienne nie posiadające widocznej więźby szkieletowej. Mogą być bogate w materiał bioklastyczny, lub mułowy. Tworzą się głównie dzięki chwytności i wiązaniu osadu przez organizmy lub z powodu wysokiej produkcji materiału szkieletowego (Wright [W:] Tucker & Wright, 1990). *Reef mounds* są formą pośrednią pomiędzy niskoenergetycznymi kopcami mułowymi (*mud mounds*), a rafami wysokoenergetycznymi o sztywnej więźbie szkieletowej (*frame-built*). W tego typu budowlach biogenicznych spotykamy różnorodne organizmy. Dla kopców rafowych najbardziej charakterystyczne są organizmy dostarczające dużej ilości osadu detrytycznego, np.: liliowce, glony, mszywioly, gąbki.

Wright (Tucker & Wright, 1990) zwraca uwagę na fakt, że wiele budowli rafowych spełniających pierwotnie wszelkie kryteria definiujące rafy ekologiczne, może nie zostać właściwie rozpoznane w stanie kopalnym. Wiele współczesnych budowli węglanowych ma zdumiewająco niską procentową zawartość sztywnego szkieletu. Jest on niszczone przez procesy fizyczne, biologiczne i diagenetyczne. W wyniku tego w wielu kopalnych rafach pozornie brak rozległego, sztywnego, połączonego ze sobą szkieletu, który mogły posiadać w czasie wzrostu. Badając materiał rdzeniowy stwierdzono, że „jak wiele rdzenia może być budowlami biogenicznymi” jest szczególnie trudne. Dlatego też pionowy zasięg kopców może być znacznie większy.

Rudstony kopców rafowych są najlepiej widoczne w rdzeniu z otworu Zagorzyce-7 na głębokości 2706,5–2710 m. W artykule tym przyjęto, że pionowy zasięg tej facji jest wyznaczany przez pojawienie się znacznej ilości (ok. 20%)

dużych bioklastów (ryc. 24). Znajdujemy tam szczątki organizmów rafotwórczych, takich jak: koralce, mszywioly, glony, liliowce, gąbki wapienne, otwornice inkrustujące. Szczątki tych organizmów nie zajmują pozycji przyżyciowej, choć z całą pewnością nie podlegały także transportowi. Spoiwo typu matrix często zawiera duże ilości mikrytu, lub nawet minerałów ilastych. W innych wypadkach spoiwo to jest zbudowane z drobnego detrytu spojonego cementem sparytowym.

Ważnym czynnikiem powodującym ograniczenie występowania organizmów rafotwórczych, czy wręcz ich gwałtowne wyginięcie było zwiększenie dostawy materiału ilastego do basenu sedimentacyjnego. Duża zawartość frakcji aleurytowej i pelitowej w wodzie powodowała szybką zagładę organizmów odżywiających się zawiesiną, takich jak, np. koralce, liliowce i mszywioly.

Greinstony bioklastyczne z ooidami. Duża produkcja materiału detrytycznego dostarczanego z niszczonego kopców rafowych sprzyjała powstawaniu miększych osadów piaszczystych wokół budowli organicznych. Mikrofacja ta jest bardzo podobna do greinstonów ooidowo-bioklastycznych. Różnice polegają na spadku udziału ooidów kosztem bioklastów, często dość znacznych rozmiarów. Inwentarz faunistyczny jest podobny do tego jaki spotykamy w kopcach rafowych i w mikrofacji greinstonów ooidowo-bioklastycznych. Osady tej facji nawiercono w otworach Zagorzyce-7 i -6.

Greinstony liliowcowo-mszywiolowe z ramienionogami. Osady tej facji są bardzo powszechne w najwyższej części profilu kredy dolnej tego rejonu. Zostały stwierdzone w profilach Zagorzyce-6 i 7 oraz Ropczyce-7.

Greinstony liliowcowo-mszywiolowe mają dość jednorodny kształt. Głównymi składnikami ziarnistymi są rozdrobnione bioklasty liliowców i gałązkowych mszywiolów (ryc. 25). Dość powszechne są również mikrytowe peloidy oraz perforowane skorupki ramienionogów, prawdopodobnie z rzędu Terebratulida. W odróżnieniu od mikrofacji omawianych wcześniej, w greinstonach gwałtownie spada udział ooidów.

W wapieniach tych obserwujemy kilkuprocentową domieszkę kwarcu, głównie frakcji pylastej. Kwarc często tworzy charakterystyczne laminy (ryc. 26a), które łatwo można pomylić z warstwowaniem sedimentacyjnym (ryc. 26b). Laminy mają jednolity bieg i upad (~135/25–30 S) na dość znacznym odcinku pionowym. Powstały one wskutek ciśnieniowego rozpuszczania węglanu wapnia i są rezydualnym nagromadzeniem kwarcu i minerałów ilastych. W wapieniach „zanieczyszczonych” domieszką ilastą lub kwarcem frakcji mułowcowej nie obserwuje się charakterystycznych szwów stylolitycznych. „Klasyczna” stylolityzacja dotyczy tylko czystych węglanów (Wanless, 1979). W badanym przypadku mamy do czynienia z tzw. rozpuszczaniem bezszwowym (ang. *non-sutured seam solution*). Ciśnienie powodujące rozpuszczanie miało kierunek zgodny z kierunkiem nasuwania się płaszczowin karpaccich w tym rejonie. Laminacja sedimentacyjna z typowym warstwowaniem przekątnym jest częsta w wyższej partii profilu tej mikrofacji z otworu Zagorzyce-7 (ryc. 26b).

Osady były deponowane nieco powyżej podstawy falowania. Ruch wody nie był jednak zbyt intensywny, co umożliwiło rozwój tzw. „łak liliowcowych”, w których oprócz szkarłupni licznie występowały mszywioly i ramienionogi.

W profilu Zagorzyce-6, w najwyższej partii występowania tej facji, można znaleźć liczne przejawy wtórnej

sylikacji. Krzemionka pochodziła prawdopodobnie z nadległych, zasobnych w nią osadów kredy górnej.

Omawiane greinstony stanowią prawdopodobnie osady maksimum transgresji na platformie węglanowej. Może o tym świadczyć wzrost zawartości kwarcu. Zmianę charakteru tych greinstonów można tłumaczyć również zmianami klimatycznymi. W chłodniejszych wodach rzadziej spotykamy ooidy i koralowce.

W osadach serii z Dębicy profilu Zagorzyce-7 występują poziomy brekcji wietrzeniowych.

We wszystkich badanych otworach występują także charakterystyczne osady marglisto-mułowcowe, które zostały użyte do geofizycznej korelacji sąsiadujących otworów.

Brekcje wietrzeniowe. Wykazują one charakter brekcji wapiennych o spoiwie ilasto-węglanowym i mają prawdopodobnie genezę wietrzeniową — powstawały wskutek rozwoju powierzchniowego krasu. Spoiwo ma charakter rezydualny. Obserwujemy w nim wzrost zawartości minerałów ilastych oraz kwarcu. W tej części platformy węglanowej osady takie mogły powstawać na obszarze wysp pojawiających się okresowo w rejonie bariery oddzielającej wody laguny od otwartego morza. Dość duże, wyraźnie wyodrębnione z tła skalnego klasty nie noszą śladów transportu — nie są obtoczone ani wysortowane. Wietrzeniowy charakter tych brekcji potwierdza płynny charakter dolnej granicy warstwy oraz ostry, sedimentacyjny kontakt z utworami wyżejległymi.

Poziomy margliste, mułowcowe i ilaste. We wszystkich badanych profilach występują cienkie wkładki margliste, ilaste lub wzbogacone w kwarc frakcji mułowcowej czy bardzo drobnoziarnistej (margle/wapienie piaszczyste). Wkładki te mają z reguły ciemne barwy. Dają się one łatwo śledzić na krzywych geofizyki otworowej (potas i NPHI). Dzięki temu zostały z powodzeniem wykorzystane do korelacji sąsiednich otworów.

Materiał silikoklastyczny był transportowany głównie przez rzeki. Jego ładowe pochodzenie potwierdziły badania refleksyjności wityrytu, wykonane przez D. Rogalińską z węglistych klastów znalezionych w ilastej wkładce pochodzącej z otworu Zagorzyce-7 (głębokość 2702,5 i 2720,5 m). W skład materii węglistej wchodziło ok. 90% wityrytu i 10% inertynitu. Tak więc jest to typowa substancja humusowa. W profilach obserwuje się również wkładki przepelnione ostrokrawędzistym, dobrze wysortowany kwarcem, najprawdopodobniej pochodzenia piroklastycznego (Heflik & Lenk, 1997).

Pojawianie się wkładek ilastych świadczy o zmianach klimatycznych. Osadzały się one w momencie, gdy klimat stawał się bardziej wilgotny. Było to spowodowane wzmoczoną aktywnością rzek niosących duże ilości materiału silikoklastycznego z ładu.

Obecność ilasto-mułowcowej zawiesiny w wodzie w istotny sposób sterowała sedimentacją węglanową. Jak już wspomniano powodowała ona gwałtowne obumieranie organizmów odżywiających się zawiesiną. Tak więc nawet nieznaczny wzrost ilości zawiesiny w wodzie mógł prowadzić do drastycznego załamania się produkcji węglanów.

Przemiany diagenetyczne

Przemiany diagenetyczne w badanych utworach zachodziły w etapie wczesnej i późnej diagenety z różną intensywnością, przy czym obserwuje się zależność charakteru zmian wczesnodiagenetycznych od środowisk

depozycyjnych. Zmiany te obejmują procesy mikrytyzacji przez organizmy endolityczne, cementacji, rozpuszczania, neomorfizmu, kompaktacji oraz dolomityzacji. Zależą one od środowisk diagenetycznych, wśród których wyróżnia się środowisko płytkomorskie, meteoryczne i głębokiego pogrzebienia (James & Choquette [W:] McIlreath & Morrow, 1990).

Największy wpływ na obecny charakter wykształcenia osadów miały procesy wczesnej cementacji, które prowadziły do redukcji przestrzeni porowej, a tym samym do obniżenia parametrów zbiornikowych skał.

Z uwagi na wyraźny związek wczesnego etapu przemian diagenetycznych ze środowiskiem depozycji, badane osady podzielono na cztery główne grupy diagenetyczno-sedymentologiczne. W obrębie serii z Ropczyc wyróżniono:

- utwory niskoenergetyczne (lagunowe, równi pływowych i przybrzeżnych jezior),
- utwory bariery niskoenergetycznej; zaś w serii z Dębicy wyróżniono:
- utwory płycizn greinstonowych z kopcami rafowymi (płycizny zewnętrzne i obrzeżenie platformy),
- utwory liliowcowo-mszywiolowe (obrzeżenia platformy).

Utwory niskoenergetyczne. Do grupy tej zaliczono osady lagunowe, równi pływowej i jeziorne. W utworach tych etap wczesnej diagenety jest związany głównie z wytrącaniem się cementu mikrytowego i peloidowego. Jego geneza jest związana z dwoma procesami: działalnością mikroorganizmów endolitycznych oraz wytrącaniem na drodze chemicznej z roztworów porowych w środowisku morskim (Tucker [W:] Tucker & Wright, 1990).

Pierwszy z procesów prowadził do mikrytyzacji materiału ziarnowego (ooidów, bioklastów, intraklastów). Najczęściej był on na tyle intensywny, że utrudnia identyfikację pierwotnych składników (ryc. 6).

Mikryt kalcytowy wypełniający przestrzenie międzyziarnowe wykazuje czerwono-pomarańczowe świecenie w CL i charakteryzuje się obecnością domieszek $MgCO_3$ do 1% i $FeCO_3$ ok. 0,4%.

Stwierdzono występowanie pewnych różnic w procesach diagenetycznych pomiędzy ogniwem wapienno-dolomitycznym a ogniwem wapienno-marglistym serii z Ropczyc. Otóż w osadach zaliczonych do ogniwa wapienno-dolomitycznego obserwuje się obecność wczesnego kalcytowego cementu blokowego, niewykazującego w CL luminescencji. Wypełnia on częściowo przestrzenie międzyziarnowe, struktury fenestralne, a także drobne szczeliny. Po fazie kalcytu nieluminescencyjnego (domieszka 1,8% $MnCO_3$) następowało wytrącanie kalcytu świecącego na żółto w CL (domieszka 0,6% $MnCO_3$; ryc. 27). Ponadto występują tu pseudomorfozy po siarczanach, których redukcja doprowadziła do powstania wtórnej siarki. Procesy dolomityzacji tła skalnego doprowadziły do krystalizacji kryształów, których wielkość może dochodzić do 0,2 mm. Badania CL wykazały, że centra kryształów buduje dolomit nieluminescencyjny, który przechodzi w dolomit jasnożółty, zaś zewnętrzne pasy wykazują czerwone świecenie. W niektórych kryształach dolomitu obserwuje się nieregularne skupienia dolomitu o czerwonomalinowej luminescencji, korodujące wcześniejsze fazy dolomitu (ryc. 28). Pasowa budowa kryształów wskazuje, że procesy dolomityzacji zachodziły wieloetapowo, przy zmiennym chemizmie roztworów porowych. Przywiązanie dolomitów nieluminescencyjnych wyłącznie

do ognia wapienno-dolomitowego może wskazywać na ich stosunkowo wczesną krystalizację.

W osadach ognia wapienno-marglistego serii z Ropczyca nie stwierdzono występowania kalcytu nieluminescencyjnego i towarzyszących mu faz wzbogaconych w Mn oraz śladów występowania siarczanów i związanej z nimi siarki. Natomiast dolomit tworzy drobne kryształki (do 30 μm średnicy), wykazujące w CL budowę pasową o świeceniu czerwono-brunatnym do żółtopomarańczowego.

Występowanie tego typu dolomitów wyłącznie w utworach niskoenergetycznych, dodatkowo w formie kryształów układających się w laminy zgodne z laminacją sedymentacyjną pozwala sądzić, że związane są one z wczesną diagenezą.

Utwory bariery niskoenergetycznej. Osady te charakteryzują się rozwojem procesów rozpuszczania materiału ziarnowego i cementów, które doprowadziły do powstania wtórnej porowatości (ryc. 13). Można przypuszczać, że proces ten był związany z fluktuacją poziomu morza. W cyklach regresywnych, osady te w wyniku wynurzenia były penetrowane przez wody meteoryczne, niedosycone względem CaCO_3 , które powodowały rozpuszczanie niestabilnego chemicznie materiału ziarnowego (Qing Sun & Wright, 1998).

Utwory płycizn greinstonowych z kopcami rafowymi. W obrębie tych wysokoenergetycznych greinstonów również obserwuje się wieloetapowość przemian diagenetycznych. W pierwszym etapie dochodziło do rozwoju otoczek mikrytowych (do 30 m grubości) wokół składników ziarnowych. W przypadku aragonitowych bioklastów, najczęściej następowało rozpuszczanie szkieletu, po którym pozostawały, tzw. koperty mikrytowe (ryc. 21).

Na charakter przemian diagenetycznych duży wpływ miał poziom wód gruntowych i oddziaływanie środowiska meteorycznego. W strefie wadycznej tworzyły się cementy wisiorkowe i meniskowe (ryc. 19).

Poniżej poziomu wód gruntowych, w strefie freatycznej tworzyły się kalcytowe cementy izopachytowe. W zależności od środowiska diagenetycznego, wyróżniono dwa typy tych cementów. Jeden z nich o włóknistej strukturze, pierwotnie krystalizujący jako aragonit, związany jest ze strefą freatyczną środowiska morskiego (ryc. 29). Drugi, tworzy otoczek zbudowane z nieregularnych, często pryzmatycznych kryształów kalcytu (ryc. 30) i najprawdopodobniej związany jest z freatyczną strefą meteorycznego środowiska diagenetycznego (Tucker [W:] Tucker & Wright, 1990). W obrazach katodoluminescencyjnych niektórych próbek można stwierdzić, że obwódki o włóknistym pokroju kryształów były bazą dla krystalizującego w kolejnej fazie kalcytu pryzmatycznego. Wykazuje on w CL pomarańczowe świecenie, nieco jaśniejsze w stosunku do wcześniejszych obwódek izopachytowych (ryc. 30). Pozostała przestrzeń porową wypełniają późne cementy blokowe.

W utworach związanych z facją kopca rafowego powszechnym obserwowanym procesem diagenetycznym jest neomorfizm bioklastów i cementacja omówionymi wcześniej cementami kalcytowymi.

Utwory liliowcowo-mszywiolowe. O ile w greinstonach płycizn zewnętrznych, złożonych głównie z ooidów i bioklastów, dominują procesy mikrytyzacji oraz krystalizacji cementów izopachytowych i blokowych, to w greinstonach liliowcowo-mszywiolowych obrzeżenia platformy głównym typem cementu jest kalcyt, tworzący obwódki syntaksjalne. Obraz w CL wykazał, że krystalizacja tego

cementu mogła zachodzić w dwóch etapach. We wczesnodiaogenetycznym etapie dochodziło do tworzenia się obwódek o mozaikowym wzorze, na których jako późniejsze fazy, narastały „czyste” współkształtne pasy o pomarańczowo-żółtej luminescencji (ryc. 31). Kalcyt „czysty” o pasowej budowie zawiera w swoim składzie domieszkę FeCO_3 (ok. 1,4%), co może świadczyć o jego krystalizacji w etapie płytkiego pogrzebienia (Tucker [W:] Tucker & Wright, 1990; McIlreath & Morrow, 1990).

W greinstonach liliowcowo-mszywiolowych lokalnie obserwuje się rozwój procesów rozpuszczania materiału ziarnowego (gł. bioklastów), co prowadziło do powstawania wtórnej porowatości (stropowe partie serii z Dębicy w profilu Zagorzyce-6). Oprócz porowatości wtórnej występuje tutaj również niewielka, pierwotna porowatość pierwotna.

W obu omówionych dotychczas grupach diagenetyczno-sedymentologicznych serii z Dębicy lokalnie stwierdzono przejawy dolomityzacji. Występujący tutaj dolomit tworzy nieregularne skupienia oraz wypełnia przestrzenie międzyziarnowe. Mikroanaliza wykazała, że zawiera on w swoim składzie ok. 56,5% CaCO_3 i 41% MgCO_3 . W obrazie CL wykazuje żółtą luminescencję.

Jak wskazują badania, proces dolomityzacji zachodził po krystalizacji cementów izopachytowych i przed utworzeniem się szczelin, wypełnionych cementem blokowym. Lokalny charakter dolomityzacji może wskazywać na ograniczone źródło Mg.

Z etapem późniejszej diagenetyzacji we wszystkich wydzielonych typach osadów jest związany rozwój procesów prowadzących do powstawania szczelin, krystalizacji kalcytowego cementu blokowego oraz tworzenia się szwów stylolitowych, będących przejawem działania procesów kompaktacji.

Kalcytowy cement blokowy charakteryzuje się ciemnoczerwoną plamistą luminescencją (ryc. 27), a w swoim składzie zawiera domieszki 1–2% MgCO_3 i 1,5% FeCO_3 . Cementuje on resztki wolnej przestrzeni międzyziarnowej oraz sieć szczelin późniejszej generacji.

Wnioski

Osady platformowej jury i kredy z rejonu Zagorzyc pozostawały pod silnym wpływem ciepłych wód oceanu Tetydy. Dlatego też w zapisie kopalnym obserwujemy tu zdecydowanie większy udział węglanów niż ma to miejsce w środkowej i NW części basenu związanego z bruzdą śródpolską.

Wszystkie utwory stropowej części jury i kredy dolnej analizowanego rejonu zostały zdeponowane w obrębie płytkowodnej platformy węglanowej. Rozstrzygnięcie z jakim typem platformy mamy do czynienia jest trudne z powodu braku w badanych profilach utworów facji skłonu, także zdjęcie sejsmiczne, z uwagi na nadkład serii fliszowych, jest bardzo słabej jakości.

Utwory serii z Ropczyca cechuje duża zawartość mikrytu węglanowego. Są to głównie wapienie typowe dla środowisk niskoenergetycznych — madstony, wakstony, mikrobialne bandstony, rzadziej pakstony i tylko okazjonalnie greinstony. Istotny wpływ na wykształcenie osadów tej serii miała prawdopodobnie obecność barier (grzędy glonowe, kopce rafowe i/lub płycizny greinstonowe). Osłaniały one spokojne, płytkowodne laguny wraz z przyległymi do nich równinami mułowymi, jak miało to miejsce w ogniwie wapienno-dolomitowym serii z Ropczyca (ryc.

7). W obrębie ognia wapienno-marglistego dodatkowo dochodziło do tworzenia się zbiorników o charakterze przybrzeżnych jezior (ryc. 12). Cyrkulacja wód między odciętą laguną (jeziorem) a otwartym morzem była okresowo bardzo niewielka. Prowadziło to do znacznych wahań w zasoleniu tego zbiornika. Dlatego też spotykamy tu struktury sedimentacyjne i organizmy wskazujące na różnorodne warunki — od hipersalinarnych poprzez brakiczne do prawie całkowicie wysłodzonych. Okresowo połączenia z otwartym morzem były na tyle duże, że pozwalały na migrację pełnomorskich tintinidów (pelagiczne kalpionellidy), wapiennych cyst dinoflagellata, a sporadycznie nawet amonitów (jeden młodociany okaz znaleziony w tytonie profilu Nawsie-1).

Osady serii z Dębicy to odmienne od starszych, w zdecydowanej mierze wysokoenergetyczne wapienie (greinstony), zdeponowane, prawdopodobnie w obrębie strefy przypominającej płytką rampę (*sensu* Tucker & Write, 1990), odpowiednika płycizn zewnętrznych i obrzeżenia platformy (*sensu* Wilson, 1975). Przy opisie tego typu środowiska można posłużyć się modelem Wilsona (1974). W serii z Dębicy rejonu Zagorzyc rozpoznano II typ (*knoll reef ramps*) krawędzi węglanowych szelfów. Tego typu strefy krawędziowe są typowe dla łagodnego skłonu rampy węglanowej rozwijającej się w morzach średnioenergetycznych. Płycizny zewnętrzne stanowiły okresowo wynurzone, piaszczyste ciała zbudowane głównie z ooidów i biodetrytu. Na obrzeżeniu platformy występowały tzw. *knoll reefs* odpowiednik średnioenergetycznych kopców rafowych, otoczonych greinstonami organodetrytycznymi (ryc. 18). Materiału między rafowego jest objętościowo znacznie więcej niż bandstonów rafowych.

Całą sukcesję serii z Dębicy rozpoczyna ciemna wkładka transgresywnych muszlowców ostrygowych. Następnie można wyróżnić osady strefy płycizn zewnętrznych, które w górnej części płynnie przechodzą w osady obrzeżenia platformy.

W diagenecie omawianych osadów, zwracając uwagę takie procesy jak: wieloetapowość cementacji, złożone procesy dolomityzacji i rozpuszczania oraz powszechny neomorfizm szczątków organicznych.

Niniejszy artykuł oparty na wynikach badań jakie zostały wykonane na potrzeby opracowania „Kompleksowa analiza geologiczna stropowej części jury górnej i kredy dolnej w rejonie Brzeźówka-Zagorzyc”, wykonanego przez zespół pod kierownictwem mgr inż. Andrzeja Maksyma przy współudziale mgr Anny Baszkiewicz, mgr Zenony Gregosiewicz, mgr inż. Alicji Kranc, mgr inż. Bogdana Liszki i mgr Pawła Zdanowskiego.

Serdecznie dziękujemy prof. dr hab. Andrzejowi Matyi, mgr Michałowi Żywieckiemu oraz doc. dr hab. Barbarze Olszewskiej za cenne wskazówki udzielone podczas licznych konsultacji. Podziękowania składamy również pracownikom Biura Geologicznego — „Geonafta” Warszawa za udział i współpracę; mgr Annie Depowskiej za liczne konsultacje, mgr Markowi Wróblowi za pomoc przy wykonaniu analiz skaningowych, mgr Dorocie Rogalińskiej za wykonanie analiz refleksyjności wityryny, mgr Arturowi Piesiowi za analizy *rock-eval* oraz Iwonie Kani za pomoc techniczną.

Literatura

DEMBOWSKA J. 1979 — Systematyzowanie litostratygrafii jury górnej w Polsce północnej i środkowej. *Kwart. Geol.*, 23: 617–630.
FLÜGEL E. 1979 — Paleoecology and microfacies of Permian, Triassic and Jurassic algal communities of platform and reef carbonates

from the Alps. *Bull. Centr. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquaine*, 3: 569–667.
GOLONKA J. 1978 — Mikrofacje górnej jury przedgórza Karpat. *Biul. Inst. Geol.*, 310: 5–61.
KA MIERCZAK J., COLEMAN M.L., GRUSZCZYŃSKI M. & KEMPE S. 1996 — Cyanobacterial key to the genesis of micritic and peloidal limestones in ancient seas. *Acta Paleont. Pol.*, 41: 319–338.
KIELT M. 1999 — Interpretacja strukturalna profilowania upadu warstw otw. Zagorzyc-7 int. 700–2859 m. *Arch. PGNiG S.A. OBG Geonafta*: 1–24.
KIJAKOWA S. & MORYC W. 1991 — Nowe stanowisko z epikontynentalnymi utworami kredy dolnej w rejonie Dębicy. *Kwart. Geol.*, 35: 421–436.
HEFLIK W. & LENK T. 1997 — Petrography of Upper Jurassic Carbonates from Two Boreholes in the Carpathian Foreland, Southern Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sci.*, 45: 27–45.
MAKSYM A., BASZKIEWICZ A., GREGOSIEWICZ Z., KRANC A., LISZKA B. & ZDANOWSKI P. 1999 — Kompleksowa analiza geologiczna stropowej części jury górnej i kredy dolnej w rejonie Brzeźówka-Zagorzyc. *Arch. PGNiG S.A. OBG Geonafta*: 1–97.
MAKSYM A., LISZKA B., STARYSZAK G., RYZNER-SIUPIK B. & FUDALI A. 1997 — Dodatek nr 2 do projektu badań geologicznych dla wierceń poszukiwawczych w rejonie Zagorzyc-Ropczyce (Rozpoznanie złoża Zagorzyc). *Arch. PGNiG S.A. OBG Geonafta*: 1–62.
MAREK S. & PAJCHLOWA M. 1997 — Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 153: 1–452.
MAREK S. & RACZYŃSKA A. 1979 — Obecny podział litostratygraficzny epikontynentalnej kredy dolnej w Polsce i propozycje jego uporządkowania. *Kwart. Geol.*, 23: 631–637.
McILREATH I.A. & MORROW D.W. 1990 — Diagenesis. *Geoscience Canada*: 1–338.
MORYC W. 1996 — Budowa geologiczna podłoża miocenu w rejonie Pilzno-Dębica-Sędziszów Młp. *Nafta-Gaz*, 12: 521–550.
MORYC W. 1997 — The Lower Cretaceous in the Pre-Miocene Substratum of the Southern Part of the Carpathian Foredeep in Poland. *Anna. Soc. Geol. Pol.*, 67: 287–296.
MORYCOWA E. & MORYC W. 1976 — Rozwój utworów jurajskich na Przedgórzu Karpat w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej-Szczucina. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 46: 231–288.
NIEMCZYCKA T. & BROCHWICZ-LEWIŃSKI W. 1988 — Rozwój górnourajskiego basenu sedimentacyjnego na Niżu Polskim. *Kwart. Geol.*, 32: 137–156.
OLSZEWSKA B.W. 1998a — Nowe kierunki w badaniach stratygraficznych Karpat i podłoża i ich znaczenie dla poszukiwań węglowod. *Mat. Konf. Konf. Naukowo-Technicznej pt. „Dzień dzisiejszy przemysłu naftowego”*. Wysowa 27–30. 05. 1998: 62–65.
OLSZEWSKA B.W. 1998b — Wstępne wyniki badań otworu Zagorzyc-7 w Dokumentacja wynikowa odwiertu poszukiwawczego Zagorzyc-7. *Arch. PGNiG S.A. OBG Geonafta*: 1–97.
OLSZEWSKA B.W. 1999 — Thin Sections Microbiostratigraphy of the Well Zagorzyc 6. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 387: 149–153.
PEYBERNÉS B. 1979 — Les algues du Jurassique et du Crétacé inférieur des Pyrénées Franco-Espagnoles intérêt biostratigraphique et paléoécologique. *Bull. Centr. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquaine*, 3: 733–741.
QING SUN S. & WRIGHT V.P. 1998 — Controls on reservoir quality of an Upper Jurassic reef mound in the Palmers Wood field Area, Weald Basin, Southern England. [W:] *Diagenesis of Sedimentary Sequences*, J.D. Marshall. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 36.
RIDING R. 1991 — Calcareous Algae and Stromatolites. Springer-Verlag: 1–571.
SARTORIO D. & VENTURINI S. 1988 — Southern Tethys Biofacies. *Agip S.p.A.*: 1–235.
SCHNEIDER J., SCHRODER H.G. & LE CAMPION-ALSUMARD Th. 1983 — Algal Micro-Reefs — Coated Grains from Freshwater Environments. [W:] *Coated Grains* (ed. Peryt T.): 284–298. Springer-Verlag, Berlin.
SCHOLLE P.A., BEBOUT D.G. & MOORE C.H. 1983 — Carbonate Depositional Environments. *AAPG Memoir*, 33: 1–708.
TUCKER M. E. & WRIGHT V. P. 1990 — Carbonate Sedimentology. Blackwell Sci. Ltd: 1–482.
WANLESS H. R. 1979 — Limestone Response to Stress: Pressure Solution and Dolomityzation. *J. Sediment. Petrol.*, 49: 437–462.
WEST I. 1999 — Purbeck Formation — Jurassic-Cretaceous-Lithology, Fauna, Facies and Paleoenvironments — Geology of the Dorset Coast — by Ian West — Field Guide. <http://www.soton.ac.uk/~imw/purfac.htm>
WILSON J.L. 1974 — Characteristics of Carbonate-Platform Margins. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 58: 810–824.
WILSON J.L. 1975 — Carbonate Facies in Geologic History. Springer-Verlag-Berlin, Heidelberg, New York: 1–471.