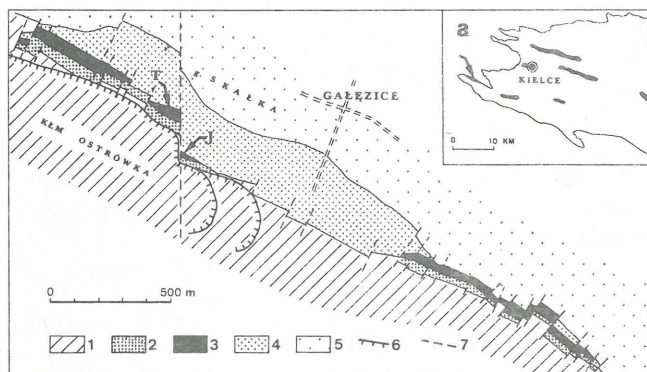


## MECHANIZM SEDYMENTACJI I POZYCJA FACJALNA WAPIENIA WĘGLOWEGO W POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ CZĘŚCI GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH\*

UKD 552.541:551.735.1.022(438.132:23)

Osady wapienne karbonu dolnego są znane w Górach Świętokrzyskich zaledwie z kilku odsłoneń znajdujących się w zachodniej części synkliny gałęzicko-bolechowskiej, na południe od wsi Gałęzice (ryc. 1). Bogactwo skamieniałości charakterystyczne dla tych osadów spowodowało, że stały się one przedmiotem licznych badań i publikacji, które koncentrowały się przede wszystkim wokół zagadnień paleontologicznych i stratygraficznych (vide 35). Ogólne interpretacje sedymentologiczne, bazujące na fakcie obec-

\* Praca wykonana częściowo w ramach Centralnego Programu Badań Podstawowych (problem nr 03.04.), koordynowanego przez Instytut Nauk Geologicznych PAN.



Ryc. 1. Mapa geologiczna okolic Gałęzic (wg H. Żakowej – 34, zmieniona w rejonie Todowej Grząbki); strzałki wskazują odsłonięcia omówione w tekście; a – zarys trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich z zaznaczonymi wychodniami osadów dolnokarbońskich

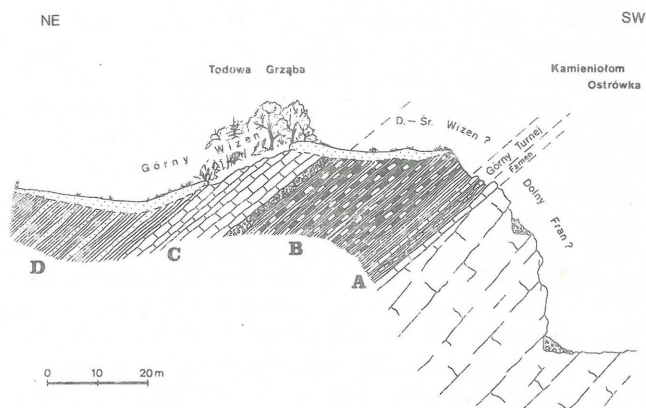
1 – wapień amfiporowo-koralowcowe dolnego frantu (żywe-tu?), 2 – warstwy żarębiańskie, 3 – osady wapienia węglowego, 4 – warstwy z Lechówka, 5 – osady permskie, 6 – granica kamieniołomu Ostrówka, 7 – uskoki, T – Todowa Grząbka, J – Jażwiny

Fig. 1. Geological map of the Gałęzice area (after Żakowa – 34, slightly modified); a – outcrops of Lower Carboniferous deposits (black spots) within the Paleozoic core of the Holy Cross Mts

1 – Lower Frasnian (Givetian?) Amphiporoid Limestone, 2 – Żaręby Beds, 3 – Carboniferous Limestone, 4 – Lechówek Beds, 5 – Permian deposits, 6 – limits of the Ostrówka quarry, 7 – faults, T – Todowa Hill, J – Jażwiny

ności licznej i zróżnicowanej fauny bentonicznej, wiązały środowisko powstania tych utworów z obszarem płytkiego szelfu. Wnioski te budziły jednak pewne wątpliwości, głównie ze względu na ogromny kontrast facjalny wapieni z głębokowodnymi osadami karbonu dolnego, występującymi poniżej i powyżej wapieni: warstwami żarębiańskimi i warstwami z Lechówka (vide: ryc. 2 i opis profilu – 28, 33, 35).

Bezpośrednim impulsem do podjęcia obecnych badań nad mechanizmem sedymentacji serii wapiennej było powstanie na zachodnim krańcu wzgórza Jażwiny nowego odsłonięcia (vide okładka i ryc. 1 i 3), które dostarczyło wielu istotnych informacji sedymentologicznych. Badania



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez północną część kamieniołomu Ostrówka i Todową Grząbkę (wg nie publikowanej ilustracji Z. Belki i M. Szulczewskiego)

Kompleksy litologiczne dolnego karbonu: A – łupki ilaste z horizontami gruzłów wapiennych, B – łupki radiolariowe z czer-tami (warstwy żarębiańskie), C – osady wapienia węglowego, D – łupki ilaste z wkładkami mułowców i piaskowców (warstwy z Lechówka); dokładny opis profilu vide: 27, 28, 35

Fig. 2. Cross section through the Ostrówka quarry and Todowa Hill (after Z. Belka and M. Szulczewski – unpublished)

Lower Carboniferous lithological units: A – shales with bands of nodular limestone, B – radiolarian shales with cherts (Żaręby Beds), C – Carboniferous Limestone, D – shales with intercalations of siltstones and sandstones (Lechówek Beds); detail description of section in: 27, 28, 35

prowadzono również w starych przekopach w rejonie pagórka Todowa Grząba (przekopy XXI i XXII według numeracji stosowanej przez H. Żakową – 33), a także w nie istniejącym już płytkim rowie instalacyjnym, który przed kilkoma laty wykopano kilkanaście metrów na SE od przekopu XXI. Nowe obserwacje, a także liczne dane zawarte we wcześniejszych publikacjach pozwoliły na wyciągnięcie odmiennych – niż dotychczasowe – wniosków, wskazujących na głębokowodne warunki depozycji osadów wapienia węglowego w Górach Świętokrzyskich (por. 1).

### DOTYCHCZASOWE POGLĄDY NA GENEZĘ WAPIENIA WĘGLOWEGO GAŁĘZIC

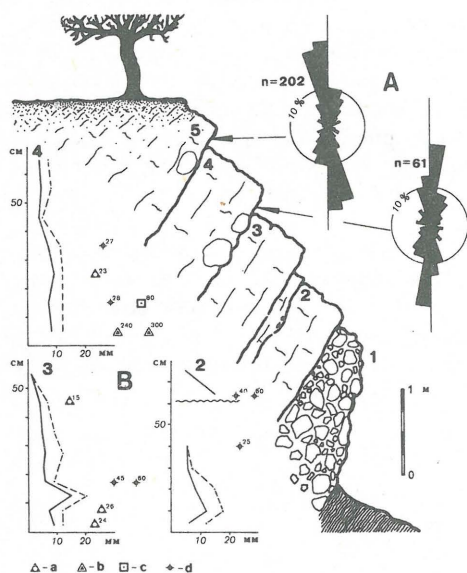
W obszernej literaturze traktującej o dolnokarbońskie serie wapiennej Gałęzic główny nurt stanowią opisy i rozważania paleontologiczne. Jedynie na ich marginesie pojawiają się również takie problemy, jak charakterystyka środowiska sedymentacji, interpretacja obecnego intersekcyjnego obrazu wychodni, czy wreszcie kwestia zmian

miąższości kompleksu wapiennego. J. Czarnocki (5, 6), odkrywając osady karbonu w rejonie Gałęzic zauważył, że „...wapienie karbońskie nie tworzą ciągłych odsłoneń. Izolowane ich wysepki, zaznaczające się hipsometrycznie w terenie, stanowią przerywaną smugę odsłoneń...” Jednak S. Kwiatkowski (19), a potem i S. Czarniecki (4) wysunęli pogląd o pierwotnej ciągłości horyzontalnej ciał wapiennych i tektonicznej naturze ich obecnych granic. Wnikliwe prace polowe, prowadzone przez H. Żakową w latach sześćdziesiątych, nie potwierdziły ciągłości wapieni, wykazały natomiast oboczność facjalną serii wapiennej i wapienno-iłwcowej (33).

Podstawą dotychczasowych rekonstrukcji środowiska sedymentacji były głównie wskaźniki paleontologiczne. Szczegółową charakterystykę bogatego i zróżnicowanego zespołu skamieniałości zawierają m.in. prace H. Żakowej (29 – 35), a ponadto S. Kwiatkowskiego (19), S. Czarnieckiego (4), A. Gromczakiewicz-Łomnickiej (14), A. Nowińskiego (24), J. Fedorowskiego (10, 11), E. Głuchowskiego (12) oraz H. Jurkiewicza i H. Żakowej (17). Ogólnie – biorąc pod uwagę występowanie ogromnych ilości koralii czteropromiennych (prawdopodobnie ponad 120 gatunków), ramienionogów (kilkaset gatunków), liliowców oraz wielu innych grup akcesorycznych w stosunku do tych wymienionych – sądzono, że opisywane wapienie reprezentują utwory „ciepłego, stabilnego zalewu, utworzonego na płyciźnie szelfowej, o normalnym zasoleniu i doskonałym przewietrzaniu...” (21). Badania paleontologiczne dowodziły jednak również, że fauna występująca w wapieniach pochodzi z różnych nisz ekologicznych. Podkreślał to zwłaszcza J. Fedorowski (11) w odniesieniu do koralii, a podobne wnioski wysunięto przy analizie denekowców (24) oraz ślimaków (14) i ramienionogów (21, 33).

Powszechnie obserwowano w osadach wapienia węglowego różne elementy allochtoniczne. Były to najczęściej fragmenty łupków z warstw zarebiańskich, kongrecje fosforanowe, ekstraklasty wapieni fameńskich i turnejskich (17), smugi węgla, zwęglone drewno i kongrecje bitumiczne (19) oraz materiał piroklastyczny (21). Występowanie tych składników wiązano z erozją wynurzonych, być może wyspowych obszarów alimentacyjnych (19, 21, 30, 34). Przyjmowano również, że powstanie wysp i obrzeżających je węglanowych płyczn było poprzedzone stopniowym spłycaaniem (aż do emersji) zbiornika, w którym uprzednio osadzały się warstwy zarebiańskie (35).

Analiza wspomnianych prac pokazuje jednak, że na przyjęciu płytkowodnego modelu sedymentacji osadów wapienia węglowego Gałęzic zaciążył głównie fakt masowej obecności fauny bentonicznej a nie dokonane obserwacje natury sedymentologicznej, których w zasadzie nie wzięto pod uwagę. Opisując wapienie odsłaniające się w przekopie kolejki wąskotorowej (nieopodal Todowej Grząby) S. Czarniecki (4) podkreślał istnienie w spągowej części profilu kompleksu warstw o wyraźnym frakcjonalnym warstwowaniu materiału okrucowego, jego przemieszanie z kongrecjami fosforytowymi, a także fakt ścięcia i zeszlifowania wystających ponad stropową powierzchnię każdej warstwy części koralii i muszli ramienionogów. Zwracał także uwagę na wyraźne zmniejszanie się ku stropowi ilości koralii i dużych ramienionogów, obecność wśród wapieni czarnych iłów z fauną oraz na oddzielność soczewkową w obrębie ławic. Pomimo tych wszystkich cech, wskazujących raczej na allochtoniczną genezę wapieni, S. Czarniecki uważał je za osad biolitytowy, o biostromalnej organizacji przestrzennej.



Ryc. 3. Schematyczny przekrój przez nowe odsłonięcie górnoważewskich osadów wapiennych na zachodnim krańcu wychodni Jażwiny (północna skarpa kamieniołomu Ostrówka)

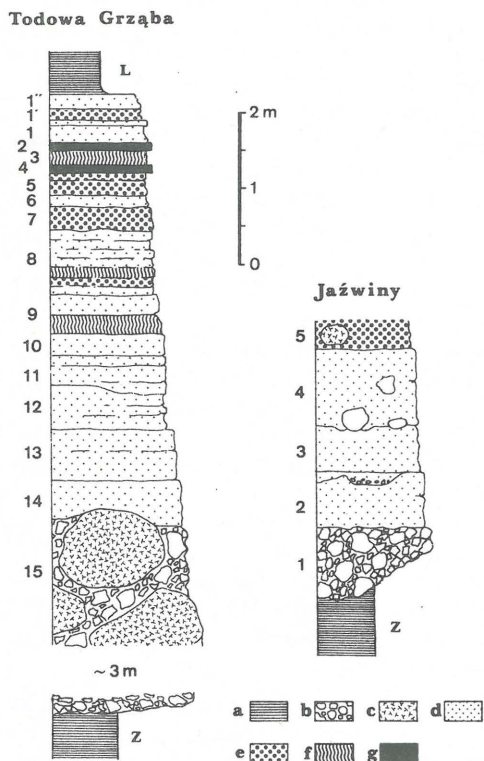
1–5 – numery ławic kompleksu wapiennego spoczywającego na warstwach zarebiańskich; A – rozkład kierunków dłuższych osi bioklastów na powierzchniach spągowych warstw 4 i 5; B – wykresy rozkładu uziarnienia w warstwach 2, 3 i 4, osie pionowe wyznaczają odległości od spągu ławicy, osie poziome – wielkość klastów (dalszy opis metodyki w tekście); oznaczenia klastów odbiegających znacznie od przeciętnych wielkości: a – krynoidy, b – litoklasty, c – ramienionogi, d – koralie; liczby podane przy oznaczeniu podają wielkość w milimetrach, pozycja klastu nie odpowiada skali wykresu

Fig. 3. Schematic cross section through the new exposure of Carboniferous Limestone at Jażwiny Hill (northern slope of the Ostrówka quarry)

1–5 beds numeration within the Carboniferous Limestone complex; A – orientation of bioclasts on the bottom surfaces of beds no. 4 and no. 5; B – plots showing vertical variation of maximum grain size (dashed line) and mean grain size (curve) in the beds no. 2, 3, and 4; the grain size is plotted against the distance above base; Floating clasts: a – crinoids, b – lithoclasts, c – brachiopods, d – rugose corals; numbers indicate the size of clasts, but their position do not correspond to the scale of the plot

## CHARAKTERYSTYKA OSADÓW WAPIENIA WĘGLOWEGO

Postępująca w kierunku wschodnim eksploatacja wapieni dewońskich w kłm. Ostrówka osiągnęła na początku lat osiemdziesiątych zachodni kraniec wzgórz Jażwiny. W tym właśnie miejscu w trakcie eksploatacji osunęła się jedna z wysokich skarp, odsłaniając na granicy starego sadu spągowe warstwy wapieni górnowizeńskich (vide zdj. na okładce, ryc. 1). Prace w kamieniołomie odsłoniły także duży uskok o kierunku NNW–SSE, którego powierzchnia stromo zapada w kierunku wschodnim. Utwory dewońskie i leżący na nich kompleks karboński, znajdujące się po wschodniej stronie uskoku, zostały przesunięte w stosunku do skrzydła zachodniego o ok. 160 m w kierunku południowym. Sekwencja karbońska profilu Jażwin jest więc naturalnym przedłużeniem sekwencji Todowej Grząby. Odsłania się tutaj zarówno kontakt z warstwami zarębiańskimi, jak i spągowa część kompleksu osadów wapienia węglowego, która w profilu Todowej Grząby jest obecnie niedostępna (por. ryc. 3).



Ryc. 4. Sekwencja osadów wapiennych dolnego karbonu w przekopie XXI (Todowa Grząba) i w profilu Jażwiny; numeracja warstw w przekopie XXI wg H. Żakowej (34)

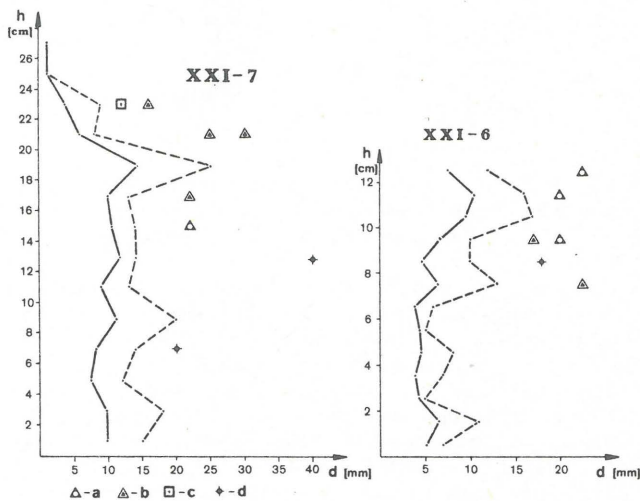
a – warstwy zarębiańskie (Z) i warstwy z Lechówka (L), b – litoklasty wapienne, c – kolonie koralów, d – wapień organodetrytyczne (przeciętna wielkość ziarn < 10 mm), e – wapień organodetrytyczne (przeciętna wielkość ziarn > 10 mm), f – wapień organodetrytyczne o uziarnieniu frakcyjnym, g – wapień mikrytowe z goniatytami

Fig. 4. The Carboniferous Limestones sequences at Todowa and Jażwiny Hills; numeration of beds at Todowa Hill after H. Żakowa (34)

a – Zaręby Beds (Z) and Lechówek Beds (L), b – limestone lithoclasts, c – coral colonies, d – bioclastic limestones (mean grain size < 10 mm), e – bioclastic limestones (mean grain size > 10 mm), f – bioclastic limestones with graded bedding, g – micrites with goniatites

Najniższą warstwę kompleksu, spoczywającą na głębokowodnych, ilasto-krzemionkowych warstwach zarębiańskich, stanowi brekcja wapienna o ilasto-wapnistym spoiwie z domieszką drobnoziarnistego matriksu wapiennego. Spektrum klastów tworzą głównie różnorodne płytko- i głębokowodne wapień franu (ew. żywetu?), famenu, turneju oraz dolnego (?) i górnego wizenu (2). Oprócz okruchów wapieni częste są też kolonie denkowców i koralów czteropromiennych, a także kongregacje fosforanowe. Okruchy w brekcji nie wykazują żadnej selekcji, przy czym ich maksymalne wymiary zmniejszają się w kierunku wschodnim; w profilu Jażwin klasty osiągają maksymalnie 30–40 cm, podczas gdy na Todowej Grząbie kolonie koralów czteropromiennych i denkowców oraz bloki wapieni biomikrytowych mają do 1 m średnicy. Wszędzie jednak ilościowo przeważają okruchy kilku- i kilkunastocentymetrowej wielkości. Podobnie jak maksymalne rozmiary klastów również miąższość brekcji zmniejsza się z zachodu na wschód, tworząc w przekroju fragment soczewki wypełniającej rynnę wyciętą w łupkach radiolariowych warstw zarębiańskich. W przekopie XXI brekcja ma przypuszczalnie ok. 5 m miąższości (środkowa część brekcji obecnie nie odsłania się – ryc. 4), w zachodniej zaś części nowego odsłonięcia na Jażwinach – już tylko 1 m, by po kilkunastu metrach zmaleć prawie do zera. Górna powierzchnia brekcji jest prawie płaska, pozbawiona nierówności typowych dla jej powierzchni spągowej. W spągu są widoczne przykłady iniekcji podścielających łupków radiolariowych, które w wielu miejscach są wciśnięte pomiędzy klasty wapienne.

Ponad brekcją zalegają wapień organodetrytyczne (przeważnie biokalcyrudyty, por. ryc. 4) o zróżnicowanych miąższościach ławic (od kilku cm do ponad 1 m), z charakterystycznymi kontrastami frakcji pomiędzy sąsiadującymi warstwami. Materiał ziarnisty to głównie krynoidy (czasami



Ryc. 5. Przykładowe rozkłady uziarnienia w warstwach 6 i 7 z przekopu XXI (Todowa Grząba), h – odległość od spągu ławicy, d – wielkość klastów

Oznaczenia „plywających” klastów: a – krynoidy, b – litoklasty, c – brachiopody, d – koralce; objaśnienie metodyki w tekście

Fig. 5. Vertical size variation of maximum grain size (dashed line) and mean grain size (curve) in two beds (no. 6 and 7) from the Todowa Hill section; the grain size is plotted against the distance above base

Floating clasts: a – crinoids, b – lithoclasts, c – brachiopods, d – corals

kilkuczonowe gałązki), bioklasty koralu i ramienionogów, mikrytowe intraklasty oraz różne wapienne ekstraklasty. W ławicach gruboziarnistych kalcyrudytów występują często całe nie pokruszone korale czteropromienne i skorupki ramienionogów, znacznie większe od ziarn otaczającego tła. Obok nich w spągu takich ławic (np. warstwa 4 w profilu Jaźwin) tkwią w biotetrycznej masie bloki wapieni i fragmenty dużych kolonii koralu (do 30 cm średnicy). Wprawdzie rzadziej niż w brekcji, ale nadal spotyka się kongregacje fosforanowe. W stropowej części kompleksu, który odsłania się tylko w przekopie XXI (ryc. 4), wśród biokalcyrudytów występują dwie kilkucentymetrowej miąższości warstwy – XXI/2 i XXI/4 – wapieni biomikrytowych z dużą ilością fauny nektonicznej, najczęściej małych, juwenilnych goniatytyw i ogromnych ilości kono-dontów (kilkaset elementów w 1 kg skały). Bardzo częste są również organizmy glonowe *Globochaete alpina* (ryc. 6a).

W obu badanych profilach część ławic miała na tyle czytelne przekroje poprzeczne, że było możliwe dokonanie pomiarów rozkładu uziarnienia bezpośrednio w terenie. W pozostałych przypadkach do pomiarów wykorzystano duże naszlifowane próbki, obejmujące częstokroć całą miąższość ławicy. Wielkość klastów i ziarn mierzono w interwałach 5 lub 10-centymetrowych, z wyjątkiem ławic o miąższości poniżej 25 cm, które „dzielono” nawet na interwały 2-centymetrowe. Krzywe uziarnienia przedsta-

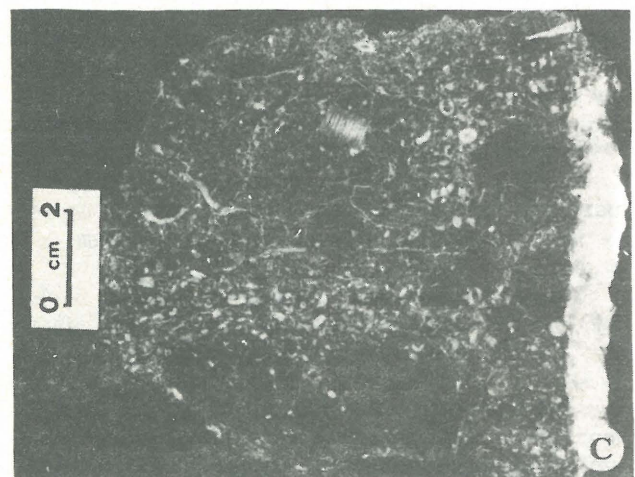
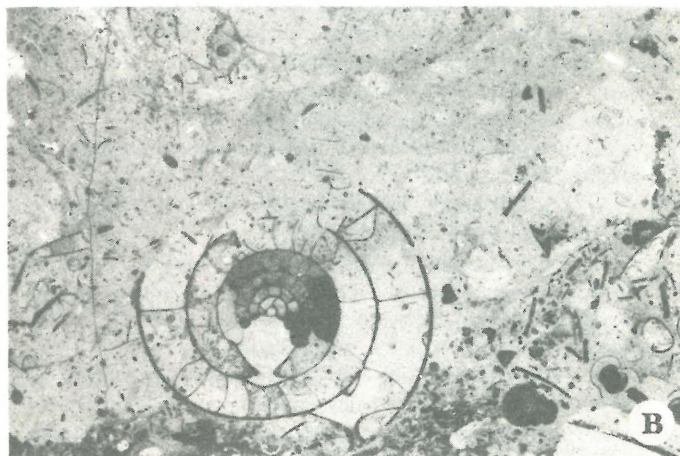
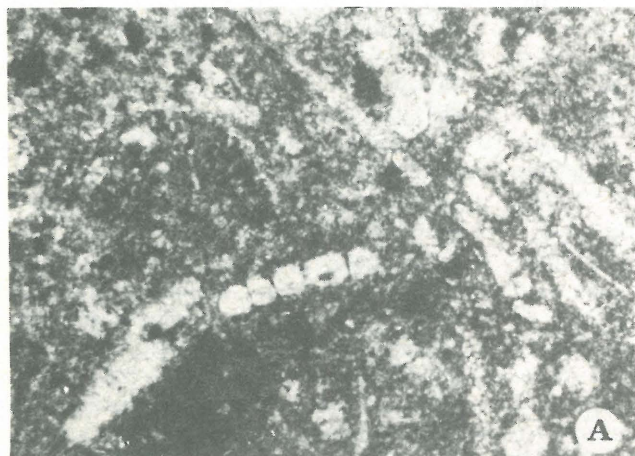
wione na wykresach (ryc. 3 i 5) odpowiadają średniej wartości dziesięciu największych klastów (linia ciągła) oraz maksymalnej wartości spośród tych klastów (linia przerywana). Przy liczeniu wartości średniej pominięto klasty, których wielkość znacznie odbiegała od przeciętnej i przewyższała wielkość następnego w szeregu klastu co najmniej o podwójne odchylenie standardowe (por. metodykę obliczeń w: 13, 20). Tak wyróżnione klasty (tzw. floating clasts) zaznaczono na wykresie jako osobne punkty.

W badanym kompleksie wapieni organotetrycznych krzywe uziarnienia wykazują 3 typy rozkładu:

- 1 – bezładny
- 2 – uziarnienie frakcyjne
- 3 – rozkład bezładny lub uziarnienie frakcyjne odwrócone w dolnej części warstwy, w górnej zaś uziarnienie frakcyjne normalne.

W profilu Jaźwin występuje pierwszy typ rozkładu z ogólną tendencją występowania większych ziarn w spągowych partiach ławic. Wyjątkiem jest jedynie ławica nr 2, w której stropie występuje kilkunastocentymetrowa warstwa o uziarnieniu frakcyjnym.

Podobnie w profilu Todowej Grząby zdecydowanie przeważa pierwszy typ rozkładu, ale częsty jest również typ 3. Dla obydwu rodzajów uziarnienia cechą charakterystyczną jest występowanie dużych „pływających” klastów



Ryc. 6. A – *Globochaete alpina* Lombard – asocjacja liniowa: Todowa Grząba, przekop XXI, warstwa 4 pow.  $\times 75$ ; B – biomikryt goniatytowy: Todowa Grząba, przekop XXI, warstwa 2, pow.  $\times 4,5$  (fot. negatywowa); C – biomikryt krynowidowy z „pływającymi” klastami: Todowa Grząba, przekop XXI, warstwa 5, naszlif (fot. S. Zielińska); D – spągowa brekcja wapienna: profil Jaźwin warstwa I, pow.  $\times 0,56$ , naszlif (fot. mgr B. Drozd)

Fig. 6. A – *Globochaete alpina* Lombard – linear association: Todowa Hill, sec. no. XXI, bed no. 4,  $\times 75$ ; B – Biomicrocrystalline with goniatite: Todowa Hill, sec. no. XXI, bed no. 2,  $\times 4,5$  (negative print); C – Crinoid biomicrocrystalline with floating lithoclasts: Todowa Hill, sec. no. XXI, bed no. 5, polished slab (photo S. Zielińska); D – Carbonate breccia, basal part of the Jaźwin section, bed no. 1,  $\times 0,56$ , polished slab (photo mgr B. Drozd)

przeważnie w górnych partiach ławic (por. ryc. 5). Najczęściej klastami tymi są duże mikrytowe intraklasty (por. ryc. 6c) bądź osobniki koralu i ramienionogów lub bardzo duże trochity. Uziarnienie frakcjonalne (typ 2) występuje podrzędnie.

Pomiary orientacji ziarn, przeprowadzone na odsłoniętych fragmentach powierzchni spągowych warstw 4 i 5 w profilu Jaźwin, ujawniły zaskakująco niewielki rozrzut kierunków, w przybliżeniu odpowiadający (po zredukowaniu wartości upadu warstw) orientacji N-S (ryc. 3). Podobną orientację wskazują również osie dużych elementów położonych na powierzchniach spągowych, np. koralu osobnicze. Odsłonięta duża powierzchnia spągowa ławicy nr 4 uwidacznia kilka struktur rozwiniętych wokół dużych bloków wapieni mikrytowych, przypominających odlewy śladów opływania. Odtworzony na ich podstawie kierunek transportu osadu wykazuje orientację z południa ku północy.

## GENEZA OSADÓW WAPIENIA WĘGLOWEGO GAŁĘZIC

Obserwacje dokonane w opisanych odsłonięciach, jak i dane zaczerpnięte z literatury wskazują na odmienną niż dotychczas przyjmowaną genezę wapiennych osadów górnego wizenu. Zdaniem autorów osady te nie były deponowane na obszarze płytkiego szelfu węglanowego z bogatą i zróżnicowaną biocenozą, lecz powstały w obrębie głębokiego basenu, z materiału redeponowanego ze stref płytszych w wyniku splywów grawitacyjnych. Wskazują na to fakty natury sedimentologicznej, jak i przesłanki ogólnogeologiczne i ekologiczne. Są to przede wszystkim:

- pozycja kompleksu w sekwencji głębokowodnych osadów basenowych,
- soczewkowaty kształt ławic, ich wyklinowywanie się oraz nieregularne uławicenie,
- cechy sedimentacyjne wapieni: rozkład wielkości ziarn, „pływające” duże lito- i bioklasty w ziarnistym tle, obecność allochtonicznego materiału z podłoża, słaba selekcja allochemów i ich wymieszanie,
- obecność cienkich wkładek wapieni pelagicznych wśród gruboziarnistych kalcyrudytów,
- wymieszanie fauny pochodzącej z różnych nisz ekologicznych,
- przestrzenna geometria ciał wapiennych.

Osady wchodzące w skład facji wapienia węglowego w Gałęzicach można w najbardziej ogólnym sensie zaliczyć do 3 typów litologicznych: brekcji wapiennych, wapieni organodetrytycznych i wapieni mikrytowych. Mechanizm sedimentacji każdego z tych typów był odmienny, chociaż zarówno brekcje, jak i wapienie organodetrytyczne mieszczą się w grupie osadów splywów grawitacyjnych.

Najpowszechniejsze z wymienionych typów litologicznych są bez wątpienia wapienie organodetrytyczne. Wyraźna bimodalność rozkładu wielkości ziarn („pływanie” dużych lito- i bioklastów w ziarnisto-mułowcowym tle) wydaje się być wyraźną cechą wskazującą na kohezyjną naturę splywów formujących badane wapienie (por. np. 3, 15). Z drugiej jednak strony w klasycznym modelu debris-flow jedynym czynnikiem podtrzymującym ziarna fazy rozproszonej jest kohezja fazy rozpraszającej, czyli mułu nasyconego wodą. Tymczasem ilość mikrytowego spoiwa w badanych wapieniach jest stosunkowo niewielka i tylko niektóre z warstw, np. warstwa nr 6 w przekopie XXII, wydają się mieć na tyle drobnoziarniste spoiwo (biomikryt kalcisferowy), że zapewnia ono właściwą spoiwość (kohezję) fazy rozpraszającej.

Nietypowe dla osadów splywów kohezyjnych jest również uziarnienie frakcjonalne i równoległa orientacja dużych osi elementów. Ta ostatnia cecha, a także widoczna w szlifach ziarnozwiązła więźba wapieni, wskazują, że istotnym czynnikiem w trakcie transportu materiału ziarnistego była interakcja międzyziarnowa, która z kolei stanowi o istocie splywu kolizyjnego (23). Ważną cechą rozstrzygającą wspomniany problem klasyfikacyjny może być analiza rozkładu wielkości ziarn. Jak wynika z przytoczonych opisów i wykresów, rozkład wielkości ziarn najczęściej nie wykazuje istotnych prawidłowości, oscylując zupełnie przypadkowo w mniej więcej stałym zakresie w całej warstwie. W kilku przypadkach możemy jednak zidentyfikować uziarnienie frakcjonalne charakterystyczne dla całej warstwy lub tylko dla jej stropu. Ta pierwsza sytuacja cechuje kilka cienkich warstw w stropowej partii profilu XXI, interpretowanych jako turbidyty wapienne. Drugi typ uziarnienia może być interpretowany zgodnie z modelem F.F. Krause i A.E. Oldershaw'a (model for two-layer sediment gravity flow - 18) jako osad prądu zawiesinowego, wzbudzonego przez schodzący splyw (por. 13, 20). Wspomniany model niezwykle klarownie sprawdza się w odniesieniu do warstwy nr 2 z profilu Jaźwin i kilku warstw z przekopu XXI, które w swoich przystropowych partiach charakteryzują się obecnością uziarnienia frakcjonalnego normalnego.

Spągowa brekcja wapienna zawdzięcza swe powstanie procesom o największej dynamice i odpowiada splywom kolizyjnym. Cechy takie jak: bezładne ułożenie okruchów, niewielkie ilości spoiwa, wielkość głazów i okruchów, brak jakiegokolwiek selekcji, zmienna grubość ławicy, brak wewnętrznych struktur depozycyjnych potwierdzają interpretację brekcji jako osadu typu „grain-flow”.

Warstwy biomikrytowe z goniatytami (XXI/2 i XXI/4) mogłyby być natomiast interpretowane dwojako: jako najbardziej dystalna część turbidytów wapiennych bądź jako osad pelagiczny, nie związany z prądami zawiesinowymi. Pewnych przesłanek interpretacyjnych dostarcza jednak zestaw fauny występującej w tych wapieniach. Ogromne ilości konodontów, znajdujące zarówno w jednej, jak i drugiej warstwie, wskazują na bardzo wolne tempo sedimentacji, sprzeczne z naturą procesów turbidytowych. Pelagiczną genezę tych warstw potwierdza także występowanie bardzo licznych okazów *Globochaete alpina*, która to skamieniałość jest opisywana z bardzo różnych środowisk morskich, lecz jej forma obserwowana w Gałęzicach (pojedyncze i dzielące się komórki oraz asocjacje linijne, por. 25) jest znana głównie z osadów pelagicznych. Wymienione warstwy są więc praktycznie jednymi, które reprezentują autochtoniczną sedimentację w miejscu depozycji kompleksu wapienia węglowego Gałęzic, konodonty w nich występujące wskazują poziom *Gnathodus bilineatus*.

Wspomniany wcześniej model F.F. Krause i A.E. Oldershaw'a odnosi relacje genetyczne różnych litofacji splywów grawitacyjnych do stosunków geometrycznych, kreśląc obraz podmorskich stożków (vide 18). Realia synkliny gałęzickiej w pewnym stopniu potwierdzają to modelowe rozwiązanie przestrzenne. Dane dotyczące miąższości wskazują na soczewkowaty kształt kompleksu wapiennego w linii równoległej do biegu warstw, co jest zgodne z modelowym założeniem o sedimentacji w kanałach erozyjnych, zapelnianych warstwami brekcji. Kolejne epizody sedimentacji były coraz mniej gwałtowne, a przejawiało się to coraz mniejszymi miąższościami warstw wapiennych i coraz bardziej dystalnymi facjami splywów grawitacyjnych, aż do pojawienia się wkładek pelagicznych. Hipotezę

tę potwierdzają wyniki wierceń Gałęzice 3, 4, 5 i Rykoszyn – Skałka, zlokalizowanych w kilkusetmetrowych odległościach w kierunku północnym od wychodni wapieni. Przykładem może być relacja J. Czarnockiego (7), który w opisie wiercenia Rykoszyn–Skałka podkreśla występowanie w obrębie czarnych facji ilastych cienkich warstw wapiennych, które w znacznym stopniu klasyfikuje jako wapień goniatyto-positoniowe i krynoidowe.

Grawitacyjno-splywowa geneza wapieni tłumaczy w pełni wymieszanie fauny z różnych nisz ekologicznych, które pierwotnie były bardzo odległe od siebie, a ponadto również fakt pojawiania się w brekcjach i wapieniach składników erodowanych z podłoża lub przyniesionych z innych obszarów. W końcu koncepcja ta wyjaśnia także zdumiewający kontrast facjalny wapieni, znajdujących się w sekwencji głębokowodnych ilasto-krzemionkowych osadów.

#### IMPLIKACJE PALEO GEOGRAFICZNE I DIASTROFICZNE

Konsekwencją hipotezy o głębokowodnej genezie osadów wapienia węglowego Gałęzic jest istotna zmiana w dotychczasowym obrazie paleogeografii wczesnego karbonu Gór Świętokrzyskich. W stosunku do zróżnicowania batymetrycznego panującego w późnym dewonie (z centralnie położoną strefą sedymentacji platformowej i obszarem basenowym na północy i południu) we wczesnym karbonie nastąpiła całkowita unifikacja facji. Na całym obszarze obecnego trzonu paleozoicznego rozciągał się wówczas basen z głębokowodną sedymentacją łupków radiolarowych. W dobie *bilineatus* na południu zaczęły powstawać stożki podmorskie, lecz jednocześnie cała sedymentacja basenowa zmieniła swój charakter na bardziej terygeniczny. Kierunek transportu odtworzony na podstawie badań osadów wapienia węglowego sugeruje, że obszarem źródłowym materiału dla tworzących się stożków podmorskich w rejonie Gałęzic mogła być platforma węglanowa zlokalizowana bezpośrednio na południe od dzisiejszej synkliny gałęzickiej, sięgająca zapewne aż po rejon Jędrzejowa. Obszar ten jednak jest dziś pozbawiony utworów karbońskich wskutek powaryscyjskiej erozji (16, 34). Odtworzenie schematu budowy i rozwoju tej hipotetycznej platformy wydaje się być możliwe na podstawie okrucich występujących w spągowej brekcji. Dostarczają one bowiem istotnych danych litologicznych, a obecne czasami konodonty i otwornice pozwalają precyzyjnie określić relacje wiekowe tych skał (2).

Przyczyną uruchamiającą grawitacyjno-splywowy mechanizm sedymentacyjny były zapewne ruchy tektoniczne. Najprawdopodobniej spowodowały one wyniesienie obszaru platformy, a zwiększony gradient batymetryczny między poziomem platformy a dnem basenu wywoływał masowy transport materiału detrytycznego. Wizeńska sekwencja wapienia węglowego Gałęzic odzwierciedla więc jeden z końcowych epizodów przebudowy obszaru Gór Świętokrzyskich przed nadchodzącymi już ruchami orogenicznymi w tym rejonie.

#### LITERATURA

1. Bełka Z., Skompski S. – A carbonate Visean submarine-fan deposition in the Holy Cross Mts. Central Poland. IAS 7<sup>th</sup> Reg. Mtg. Abstr. Kraków 1986.
2. Bełka Z., Skompski S., Soboń-Podgórska J. – Rekonstrukcja paleogeografii południowo-zachodniej części Gór Świętokrzyskich w dolnym karbonie. Opr. archiw. w ramach programu CPBP 03.04. Arch. Inst. Nauk Geol. PAN 1987.
3. Cook H.E., Mullins H.T. – Basin Margin. [W:] Carbonate Depositional Environments. Am. Ass. Petr. Geol. Mem. 1983 no. 33.
4. Czarniecki S. – Goniatyty wapienia węglowego z Gałęzic. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1973 nr 2.
5. Czarnocki J. – Kilka słów o odkryciu utworów karbońskich w Górach Świętokrzyskich. Spraw. Pos. Tow. Nauk. Warsz., Wyd. Nauk Mat.-Przyr. 1919 z. 9.
6. Czarnocki J. – Karbon i cechsztyn w okolicach Gałęzic. Przew. XX Zjazdu Pol. Tow. Geol. [W:] Roczn. Pol. Tow. Geol. 1948.
7. Czarnocki J. – Wyniki wiercenia Rykoszyn w Skałce Rykoszyńskiej. Pr. Inst. Geol. 1965 nr 42.
8. Davies G.R. – Turbidites, debris sheets, and truncation structures in Upper Paleozoic deep-water carbonates of the Sverdrup Basin Arctic Archipelago. SEPM Spec. Publ. 1977 no. 25.
9. Enos P., Moore C.H. – Fore-reef Slope. [W:] Carbonate Depositional Environments, Am. Ass. Petr. Geol. Mem. 1983 no. 33.
10. Fedorowski J. – Some Upper Visean columnate tetracorals from the Holy Cross Mountains (Poland). Acta Pal. Pol. 1970 nr 4.
11. Fedorowski J. – Aulophyllidae (Tetracoralla) from the Upper Visean of Sudetes and Holy Cross Mountains. Palaeont. Pol. 1971 nr 24.
12. Głuchowski E. – Paleozoic Crinoid Columnals and Pluricolumnals from Poland. Zesz. Nauk. AGH – Geologia 1981 z. 3.
13. Gonzalez-Bonorino G., Middleton G.V. – A Devonian submarine fan in western Argentina. J. Sed. Petr. 1976 no. 1.
14. Gromczakiewicz-Łomnicka A. – Visean gastropods from Gałęzice (Holy Cross Mts., Poland) and their stratigraphical value. Stud. Geol. Pol. 1973 nr 41.
15. Hurst J.M., Surlyk F. – Depositional environments along a carbonate ramp to slope transition in the Silurian of Washington Land, North Greenland. Can. J. Earth Sci. 1983 no. 3.
16. Jurkiewicz H., Żakowa H. – Rozwój litologiczno-petrograficzny dewonu i dolnego karbonu w Niece Nidziańskiej. Kwart. Geol. 1972 nr 4.
17. Jurkiewicz H., Żakowa H. – Głony otwornice z wizeny górnej synkliny gałęzickiej. Pr. Inst. Geol. 1978 nr 85.
18. Krause F.F., Oldershaw A.E. – Submarine carbonate breccia beds – a depositional model for two-layer, sediment gravity flows from the Sekwi Formation (Lower Cambrian), Mackenzie Mountains, Northwest Territories, Canada. Can. J. Earth Sci. 1979 no. 1.
19. Kwiatkowski S. – Wapień węglowy Gałęzic. Biul. Inst. Geol. 1959 nr 159.
20. Lash G.G. – Density-modified grain-flow deposits from an early Paleozoic passive margin. J. Sed. Petr. 1984 no. 2.
21. Łydka K., Żakowa H. – Środowisko sedymentacji karbonu Gałęzic. Biul. Inst. Geol. 1975 nr 283.
22. Middleton G.V. – Experiments on density and turbidity currents: I. Motion of the head. Can. J. Earth Sci. 1966 no. 3.
23. Middleton G.V., Hampton M.A. – Subaqueous sediment transport and deposition by sediment

- gravity flows. [W:] Stanley D.J., Swift D.J.P. (Red.) – Marine sediment transport and environmental management. John Wiley and Sons 1976.
24. Nowiński A. – Tabulata and Chaetetida from the Devonian and Carboniferous of Southern Poland. *Palaeont. Pol.* 1976 nr 35.
  25. Skompski S. – The nature and systematic position of the microfossils *Globochaete alpina* Lombard, 1945. *Acta Geol. Pol.* 1982 nr 1–2.
  26. Sujkowski Z. – Radiolaryty dolno-karbońskie Gór Świętokrzyskich. *Spraw. Państw. Inst. Geol.* 1933 nr 4.
  27. Szulczewski M. – The nature of unconformities in the Upper Devonian – Lower Carboniferous condensed sequence in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.* 1978 nr 3.
  28. Szulczewski M. – Devonian carbonate platform of the Holy Cross Mts. [W:] Third International Symposium on Fossil Cnidarians. *Wyd. Geol.* 1979.
  29. Żakowa H. – The present state of the stratigraphy and palaeogeography of the Carboniferous in the Holy Cross Mts. *Acta Geol. Pol.* 1970 nr 1.
  30. Żakowa H. – Poziom *Goniatites granosus* w synklinie gałęzickiej (Góry Świętokrzyskie). *Pr. Inst. Geol.* 1971 nr 40.
  31. Żakowa H. – *Goniatitina* from the Upper Visean (Gałęzice syncline, Holy Cross Mts). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1974 nr 1.
  32. Żakowa H. – Niektóre Mollusca z serii wapiennej i wapienno-iłowcowej górnego wizenu Gałęzic (Góry Świętokrzyskie). *Kwart. Geol.* 1974 nr 1.
  33. Żakowa H. – Wybrane problemy karbonu Gałęzic w świetle najnowszych badań. *Biul. Inst. Geol.* 1976 nr 296.
  34. Żakowa H. – Main features of the Dinantian stratigraphy and development in the Holy Cross Mts. C.-R. 8<sup>e</sup> Congr. Inter. Strat. Geol. Carbon. 1980 vol. 6.
  35. Żakowa H. – Rozwój i stratygrafia karbonu Gór Świętokrzyskich. *Wykształcenie i stratygrafia karbonu w synklinie gałęzickiej. Przew. LIII Zjazdu Pol. Tow. Geol.* 1981.

#### SUMMARY

The Upper Visean limestone beds, exposed in the western part of Gałęzice syncline (Holy Cross Mts), are developed in the form of a few lenticular bodies, several hundred meters long and maximum 35 m thick. An extraordinary abundance of benthic fossils (rugose corals, brachiopods, crinoid debris) caused that the investigated limestones have hitherto been interpreted as in situ shelf carbonates. Within carbonate complex, seated in deep-water shaly sediments, it is possible to distinguish 3 basic lithological types: carbonate breccia, coarse-grained crinoid packstones and grainstones, and cephalopod wackstones. The complex starts with a breccia bed (0.5 to 5 m thick) that comprises clasts of various Devonian and Carboniferous limestones along with large colonies of corals, floating in coarse-grained skeletal debris, which is mixed with phosphatic nodules and clasts of radiolarian shales. The overlying interval is developed as medium and thick-bedded (up to 110 cm) bioclastic, mainly crinoid, limestones. Cephalopod wackstones appear only in 2 thin-bedded intercalations at the top of carbonate unit.

Observations from the newly exposed section in the western part of Jaźwiny Hill, in Ostrówka quarry, allow to infer a deep-water sedimentary environment of the carbonate complex. This hypothesis is supported by:

- location of the complex in the deep-water basinal sequence,
- sedimentological features: graded-bedding in thin layers, poor sorting and random fabric in thick layers, the presence of allochthonous material derived from the bedrock, floating clasts in coarse-grained matrix, etc.,
- interfingering of pelagic limestones with crinoid calcirudites,
- mixed fauna from different ecological niches,
- lens-shaped geometry of limestone beds.

The investigated carbonate unit represents submarine fans, deposited by sediment-gravity flows. The orientation of bioclasts, measured on the soles of layers, and the geometry of beds indicate the transport direction toward the north, from non-extant, hypothetical carbonate platform, located south of the Gałęzice area.

*Translated by the authors*

#### РЕЗЮМЕ

Верхневизейский каменноугольный известняк, входящий на дневную поверхность в западной части гаłęзичской синклинали (Свентокшиские горы), образует несколько линзообразных форм длиной в несколько сот метров и максимальной мощностью 35 м. Исключительное изобилие бентонных окаменелостей (четырёхлучевые кораллы, плеченогие, скопления обломков криноидей) было поводом того, что изучаемые известняки до сих пор считались автохтонными шельфовыми образованиями. В пределах карбонатного комплекса, включенного в секвенцию глубоководных глинистых отложений, можно выделить три основных литологических типа — карбонатную брекчию, крупнозернистый криноидный известняк, а также известняк с гониатитами. Вся карбонатная секвенция обычно начинается брекчией (мощностью от 0,5 до 5 м), которая содержит класты различных девонских и каменноугольных известняков, а также крупные колонии кораллов, „плавающих” в крупнозернистом органическом детрите с фосфоритами и обломками радиоляриевых сланцев. Вышележащие толщи представлены средне- и грубослоистыми (до 110 см) органогенно-обломочными (преимущественно криноидными) известняками. Биомикриты с гониатитами появляются только в двух прослойках в кровле карбонатной секвенции.

Наблюдения в разрезе нового обнажения в западной части высоты Язьвина в каменеломе Острувка позволяют сделать вывод о глубоководной среде осадконакопления известняков. В пользу этого говорят:

- позиция комплекса в секвенции глубоководных отложений,

- седиментационные признаки: фракциональная granulometria тонких слоев, слабая сортировка и беспорядочное размещение кластов в крупных слоях, присутствие аллохтонного материала из фундамента, „плавание” крупных кластов в грубозернистой связывающей массе, и так далее,

- взаимный переход пелагических известняков и криноидных калькрудитов,