

TADEUSZ MERTA

Wykształcenie facjalne wapieni opoczyńskich

FACIAL DEVELOPMENT OF THE OPOCZNO LIMESTONES
(OXFORDIAN, NW MESOZOIC MARGIN OF THE HOLY CROSS MTS)

STRESZCZENIE: Przedmiotem pracy jest analiza makro- i mikrofacjalna wapieni opoczyńskich uwzględniająca także analizę stosunkowo obfitego i różnorodnego świata organicznego. Na tej podstawie przeprowadzono próbę odtworzenia warunków sedymentacji, która, mimo pewnych analogii do współczesnej sedymentacji na Wielkiej Lawicy Bahamskiej, zachodziła niewątpliwie w warunkach znacznie głębszych. Ponadto w pracy, w oparciu o znalezione ostatnio amonity, przeprowadzono dyskusję o wieku wapieni opoczyńskich zaliczając je do poziomu *Gregoryceras transversarium*, podpoziomu *Perisphinctes bifurcatus*.

WSTĘP

Utwory jurajskie odsłaniające się w Opocznie były przedmiotem badań od prawie stu lat (Michalski 1884, Lewiński 1908, Passendorfer 1928, Dmoch 1958). Pierwsze prace dotyczyły głównie problemów stratygraficznych, zaś praca I. Dmoch (1958) oprócz stratygrafii zawiera analizę litologiczną i próbę wyjaśnienia genezy wapieni opoczyńskich.

Rozwój petrografii skał węglanowych w ostatnich latach, jak również dokładne rozpoznanie facjalno-paleogeograficzne malmu świętokrzyskiego (Kutek 1969) dają obecnie możliwość pełniejszego opracowania wapieni opoczyńskich, które autor podjął w latach 1968—1969. Obserwacje terenowe uzupełnione zostały badaniami mikroskopowymi, co stało się podstawą niniejszej publikacji.

Spośród odsłoneń w Opocznie (fig. 1) dostępne są w chwili obecnej

jedynie cztery nieczynne kamieniołomy, których profile przedstawiono wraz z typowymi dla poszczególnych ich odcinków obrazami mikroskopowymi (fig. 3).

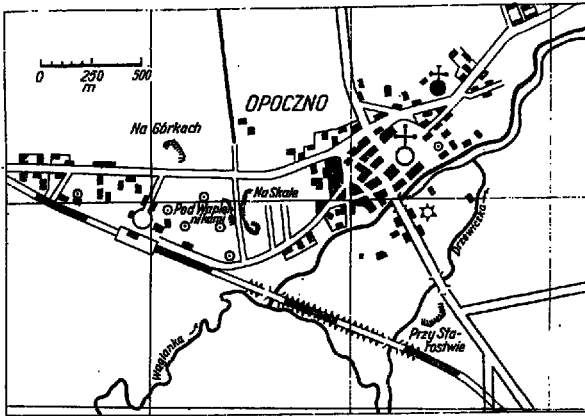


Fig. 1

Plan sytuacyjny odsłoneń wapieni jurajskich w Opatoczno
Exposures of the Opatoczno limestones at Opatoczno

Autor pragnie złożyć serdeczne podziękowanie Doc. dr hab. A. Radwańskiemu za okazaną pomoc przy pracach terenowych i kameralnych, jak również przy opracowaniu tekstu niniejszej pracy. Serdeczne podziękowanie autor składa także Doc. dr hab. J. Kutkowi za krytyczne przejście maszynopisu pracy oraz cenne uwagi odnoszące się do stratygrafii, zaś Dr A. Wierzbowskiemu za udostępnienie i oznaczenie amonitów z wapieni opoczyńskich.

STRATYGRAFIA

W ostatniej spośród prac dotyczących wapieni opoczyńskich I. Dmoch (1958), na podstawie obecności *Cardioceras* (recte = *Amoeboceras*) *alternans* v. Buch, wyraziła pogląd, że wapienie te odpowiadają utworom pomiędzy poziomów *Gregoryceras transversarium* i *Epipelto-ceras bimammatum*. Wynikało to z koncepcji nie graniczenia ze sobą wyżej wymienionych poziomów. Obecnie przyjmuje się, że poziomy te bezpośrednio ze sobą się stykają (vide Enay 1966).

W latach późniejszych znaleziono w Opatoczno znacznie więcej amonitów, a wśród nich (kolekcja dr A. Wierzbowskiego) gatunek *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) *costatum* (Quenst.) (vide fig. 2).

Obecność *Amoeboceras alternans* v. Buch i *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) *costatum* (Quenst.) wskazuje, że wapienie opoczyńskie nie są starsze od podpoziomu *Perisphinctes bifurcatus* należącego do poziomu *Gregoryceras transversarium*. Gatunki te bowiem nigdzie w Polsce nie zostały znalezione poniżej tego podpoziomu (inf. ustna doc. dr hab. J. Kutka, przekazana na podstawie nieopublikowanych prac).

O górnej granicy wiekowej wapieni opoczyńskich wnioskować można pośrednio na podstawie perysfinktów, które wśród zebranych amonitów stanowią większość. Nie nadają się one wprawdzie do oznaczeń gatunkowych, ale wydaje się, że należą głównie do podrodzajów *Dichotomoceras* i *Dichotomosphinctes*. Charakterystyczny jest brak podrodzaju



Fig. 2

Amonit *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) *costatum* (Quenst.) z wapieni kredowatych z profilu kamieniołomu „Na Górkach” w Opocznie; $\times 1,5$

Ammonite *Taramelliceras* (*Taramelliceras*) *costatum* (Quenst.) from the chalky limestones, „Na Górkach” quarry at Opoczno, $\times 1.5$

Orthosphinctes, jak i bardzo pospolitych w dolnej części poziomu *Epipeltocheras bimammatum* rodzajów *Ringsteadia* i *Microbiplices*, co sugeruje, że omawiane wapienie są starsze od tego poziomu. Można zatem sądzić, że odpowiadają one właśnie podpoziomowi *Perisphinctes bifurcatus*.

Powyższe uwagi zostały wyprowadzone na podstawie amonitów znalezionych w zachodniej części Opoczna; brak natomiast amonitów w kamieniołomie „Przy Starostwie” (*vide* fig. 1). Pogląd, iż wapienie z tego odsłonięcia są równowiekowe z wapieniami udokumentowanymi fauną amonitową, oparty jest na korelacji litologicznej (fig. 3).

LITOLOGIA

Biorąc pod uwagę stopień uławicenia, zwięzłość wapieni oraz udział gąbek w ich składzie, w wapieniach opoczyńskich można wydzielić dwa typy litologiczne — wapienie kredowate (A na fig. 3) i wapienie gąbkowe (B na fig. 3). Ich wzajemne położenie w odsłonięciach jest różne, gdyż

albo kontaktują one ze sobą obocznie, albo występują jedno nad drugimi. Zdarza się, że wapienie kredowate powtarzają się w profilu dwukrotnie. Ponieważ granica między wymienionymi typami nie jest wyraźna, wydzielono także typ pośredni (C na fig. 3).

Wapienie kredowate

Wapienie te są porowate, silnie mażące, słabo uławiczone. Niewyraźne, smużyste warstwowanie podkreślają makroskopowo widoczne składniki ziarniste, ułożone nierzadko w postaci wydłużonych soczewek. Wśród składników tych na plan pierwszy wybijają się ziarna o genezie sińcowej (grudki agregacyjne, grudki sińcowe, onkolity) i liczne gruzełki (terminologia wg Kutka, 1969). Nieznaczny procent stanowią intraklasty. We wspomnianych soczewkowatych skupieniach występuje także dość pokaźna ilość detrytusu organicznego, zdecydowanie większa niż w otaczającej skale. Wszystkie wymienione składniki spaja mikrytowo-sparytowe, rzadziej czysto mikrytowe spoiwo.

Wapienie kredowate wykazują bogaty inwentarz skamieniałości, co zaznacza się zarówno w ilości grup (brachiopody, małże, głowonogi, skorupiaki, liłłowce, rozgwiazdy, jeżowce, i inne), jak i gatunków (vide tab. 1). Jedyne gąbki pojawiają się tutaj nadzwyczaj rzadko. Osobny problem stanowi obecność dość dużej ilości krzemieni, które występują bądź samodzielnie, bądź też grupują się w wyraźne poziomy, miejscami przechodzące w rogowce. Pod mikroskopem widać, iż niektóre krzemienie wykazują ślady po charakterystycznych dla otaczającej skały składnikach ziarnistych.

W ławicach wapieni kredowatych występują ponadto chodniki anulotoczy zachowane w postaci rurek o wzmocnionych kalcylem ściankach.

Wapienie gąbkowe

Wapienie te są zbité, masywne, nieuławiczone, mocno przekryształizowane. Charakterystycznym składnikiem są tutaj gąbki krzemionkowe, najczęściej o kształtach talerzowatych, rzadziej cylindrycznych. Miejscami gąbki zajmują powierzchnię ponad 1 m², co wydaje się być efektem ścisłego przylegania do siebie bądź narastania wielu osobników o pokroju talerzowatym. Objęściowo gąbki w tym typie litologicznym stanowią 10 do 20%.

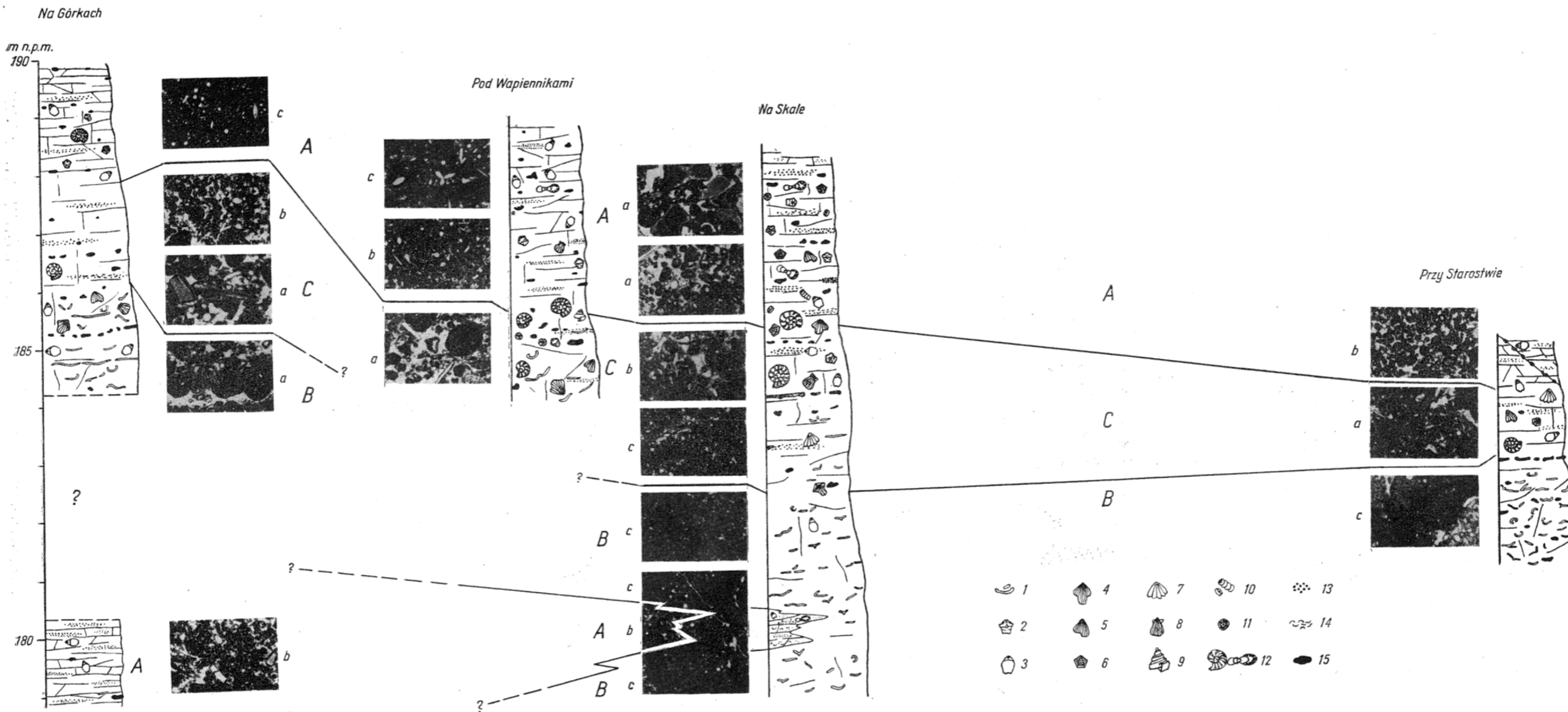
Inwentarz innej fauny w wapieniach gąbkowych jest niezwykle ubogi, przy czym na uwagę zasługują jedynie brachiopody (głównie z rodziny Terebratulidae).

Badania mikroskopowe wapieni gąbkowych wskazują na obecność składników ziarnistych (onkolitów, grudek agregacyjnych, grudek sińcowych i gruzełek), a brak intraklastów. Wymienione składniki ziarniste wydają się występować tutaj w ilościach mniejszych niż w wapieniach kredowatych. Ponadto zwraca uwagę nieznaczna ilość bloklastów (pokruszone muszle brachiopodów, otwornice, fragmenty kolonii mszywioków i spłkul gąbek) oraz obecność tuberoidów.

W przeciwieństwie do wapieni kredowatych, wapienie gąbkowe pozbawione są krzemieni.

Typ pośredni

Do tego typu zaliczono wapienie wykazujące cechy pośrednie pomiędzy wapieniami kredowatymi oraz gąbkowymi. Do wapieni kredowatych zbliża je słabe uławiczenie, obecność krzemieni i bogaty inwentarz faunistyczny, natomiast do wapieni gąbkowych — masywność, jak również dość znaczna ilość gąbek.



Korelacja odsłoneń wapieni opoczyńskich (por. fig. 1)

A wapienie kredowate, B wapienie gąbkowe, C wapienie typu pośredniego; a mikrofacja grudkowo-organodetryczna, b mikrofacja onkolitowa, c mikrofacja gruzelkowa

1 gąbki krzemionkowe, 2 Prosoponidae, 3 *Juralina* sp. i pokrewne, 4 *Lacunosella trilobataeformis* Wiśn., 5 *L. cracoviensis* (Quenst.), 6 *Dictyothyropsis loricata* (Schloth.), 7 *Ctenostreon proboscideum* (Sow.), 8 Pteriidae, 9 ślimaki, 10 trochity i fragmenty łodyg liliowców, 11 rostra belemnitów, 12 Perisphinctidae, 13 większe nagromadzenia składników ziarnistych, 14 większe nagromadzenia detrytusu organicznego, 15 krzemienie

Correlation of the Opoczno-limestone profiles (cf. Fig. 1)

A chalky limestones, B spongy limestones, C transitional type of limestones; a lump-skeletal microfacies, b onkolitic microfacies, c pellet microfacies

1 siliceous sponges, 2 Prosoponidae, 3 *Juralina* sp. and related forms, 4 *Lacunosella trilobataeformis* Wiśn., 5 *L. cracoviensis* (Quenst.), 6 *Dictyothyropsis loricata* (Schloth.), 7 *Ctenostreon proboscideum* (Sow.), 8 Pteriidae, 9 gastropods, 10 crinoidal fragments, 11 belemnite guards, 12 Perisphinctidae, 13 greater amount of grain components, 14 greater amount of organic debris, 15 flints

Uwagi dotyczące onkolitów

Wśród składników ziarnistych o sinicowej genezie, w wapieniach opoczyńskich na większą uwagę zasługują onkolity.

Wszystkie ziarna onkolitowe nie przekraczają tutaj 2 mm średnicy, a zatem można je określić mianem mikroonkolitów (*vide* Kutek & Radwański 1965). W mikroonkolitach tych jądrami bywają głównie szczątki organiczne, takie jak: ułamki skorup mięczaków, otwornice, spikule: gąbek. Z reguły dobrze widoczna jest na przemianłość jasnych i ciemnych powłok, czasami jednak uwidacznia się jądro i otaczająca je niezróżnicowana masa mikrytowa. Bardzo często ostatnia (zewnątrzna) powłoka mikroonkolitu jest lekko zlimonityzowana. Ziarna posiadające taką zlimonityzowaną powłokę wyraźnie odcinają się od spoiwa i charakteryzują się ostrymi konturami. W przypadku braku otoczki limonitowej, rekryształizacja spoiwa mikrytowego w sparytowe powoduje również lekkie przekryształowanie mikrytu budującego zewnętrzne powłoki mikroonkolitów, przez co ich kontury stają się mniej wyraźne. Powłoki onkolitowe nie zawsze są zresztą kompletnie wykształcone, a nieraz okrywają tylko fragment jakiegoś szczątku. Formy takie, o niekompletnie rozwiniętych powłokach, można nazwać naroślami onkolitowymi (*vide* Radwański 1968).

Obecność składników ziarnistych w wapieniach opoczyńskich notowała już I. Dmoch (1958), zaliczając wszystkie ziarna owalne i kuliste do ooidów. Wydaje się jednak, że ziarna te posiadają wyłącznie genezę sinicową i są w rzeczywistości mikroonkolitami, na co zwrócił uwagę A. Radwański (1968, s. 98).

Mikrofacje

Jak wyżej wykazano, składniki ziarniste (grudki agregacyjne, grudki sinicowe, mikroonkolity, gruzełki i intraklasty) w wapieniach opoczyńskich występują zarówno w wapieniach kredowatych, jak i gąbkowych. Współwystępowanie tych składników w różnych proporcjach zezwala na wydzielenie tutaj (*por.* Leighton & Pendexter, 1962) kilku odmian mikrofacjalnych (*vide* fig. 3 oraz pl. 1—2).

Mikrofacja grudkowo-organodetrytyczna

Głównym składnikiem tej mikrofacji (a na fig. 3; pl. 1, fig. 2 oraz pl. 2, fig. 1—2) są grudki, zarówno sinicowe jak i agregacyjne. Dość znaczna jest również ilość detrytusu organicznego. Powyższe składniki związane są w wapieniach kredowatych mikrytowo-sparytowym spoiwem. W wapieniach gąbkowych spoiwo ma natomiast z reguły charakter sparytowy. Masowość nagromadzenia pokruszonych trochmitów liliowców w pewnych partiach wapieni kredowatych nadaje skale charakter wapienia krynoidowego. W mikrofacji tej, w podrzędnych ilościach występują także mikroonkolity.

Mikrofacja onkolitowa

Głównym składnikiem tej mikrofacji (b na fig. 3; pl. 1, fig. 3) są mikroonkolity, tkwiące w mikrytowym (wapienie kredowate), rzadziej w sparytowo-mikrytowym (wapienie gąbkowe) spoiwie. Mikroonkolitom towarzyszą głównie grudki sinicowe

Tabela (Table) 1

Wykaz fauny z wapieni opoczyńskich (por. profile na fig. 3)
Fauna of the Opoczno limestones (cf. profiles in Fig. 3)

	Odsłonięcia / Exposures /											
	Na Górkach			Pod Wapiennikami			Na Skale			Przy Starostwie		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
FORAMINIFERA	+		+						+		+	+
PORIFERA												
<i>Præsilicoethen oraviciense</i> Slem.		+	+						+			+
<i>Nyalotrages</i> sp.		+										+
<i>Craticularia</i> sp.									+			+
POLYCHAETA			+									
BEFOZOA	+	+	+	+			+	+	+			+
BRACHIOPODA												
<i>Lacunosella trilobataeformis</i> Wien.	+	+	+	+			+	+			+	
<i>L. oraviciensis</i> /Quenst./	+								+			
<i>Montielarella striplicata</i> /Quenst./	+								+			
<i>Lebediothyris sisteni</i> /Leriol./	+	+							+			
<i>Lebediothyris</i> sp.	+	+	+	+								
<i>Juralina insignis maltonensis</i> /Opp./											+	
<i>J. insignis insignis</i> /Schlüßer/		+	+									
<i>Epithyris exornis</i> /Arnell/	+	+	+						+			
<i>Chelethyris fleurbaiana</i> /A. Orb./												
<i>Metathyrisopsis loriciata</i> /Schloth./												
<i>Acantherynchia /Acantherynchia/ spinulosa</i> /Opp./									+	+		
LAMELLIBRANCHIATA												
<i>Orytoma expansa</i> /Phill./												+
<i>Ctenostreum preboscoidum</i> /Sow./									+			
<i>Ostrea</i> sp.												
<i>Mucallista</i> sp.									+			
<i>Mastrorype</i> sp.												
GASTROPODA												
<i>Fleuretomaia eudora</i> d'Orb.												+
<i>F. babeauana</i> d'Orb.									+			
CEPHALOPODA												
<i>Nautilus aganiticus</i> Schloth.												+
<i>Trimarginites</i> sp.												+
<i>Taraxellioeras /Taraxellioeras/ costatum</i> /Quenst./	+											+
<i>Perisphinctidae</i>			+						+	+		+
<i>Hibolites cf. hastatus</i> Blainv.									+	+		+
CRUSTACEA												
<i>Pithonotus marginatus</i> /H.Meyer/	+								+	+		+
<i>P. rostratum</i> /H.Meyer/	+								+	+		+
<i>Podoprosopon haydeni</i> /H.Meyer/	+		+						+	+		+
CRINOIDEA												
<i>Pentacrinus</i> sp.												+
<i>Cyclocrinus arcolatus</i> /Moesch/												+
<i>Balanocrinus gillieronii</i> Loricl.												+
<i>Eugeniaocrinus moussoni</i> Desor												+
<i>E. caryophyllatus</i> Goldf.												+
OPHELUROIDEA	+											
ASTEROIDEA												
ECHINOIDEA	+		+									+
<i>Cidaris florigemma</i> Phill.									+			
HOLOTHURIOIDEA	+											
ELASMOBRANCHII												
<i>Orthacodus longidens</i> /Ag./	+											

* Gatunki cytowane przez poprzednich autorów (Lewiński 1908, Dmoch 1958).
Species reported by previous authors (Lewiński 1908, Dmoch 1958).

i gruzelki. Zaznacza się również mały udział detrytusu organicznego (pokruszone muszle mięczaków, spikulę gąbek, fragmenty kolonii mszywiolów).

Mikrofacja gruzelkowa

Podstawową masą w tej mikrofacji (c na fig. 3; pl. 2, fig. 3) jest mikryt, który spaja licznie występujące gruzelki. Z innych składników na uwagę zasługuje bardzo drobny detrytus organiczny, dochodzący czasem do większych ilości.

ŚWIAT ORGANICZNY

Dwa główne typy litologiczne wapieni opoczyńskich, tj. wapienie kredowate i wapienie gąbkowe, wykazują wyraźne zróżnicowanie pod względem faunistycznym (vide tab. 1). Sumarycznie jednak inwentarz skamieniałości w wapieniach opoczyńskich jest dość duży, na co składają się zarówno makroskamieniałości, jak i mikroskamieniałości zidentyfikowane przez autora w płytkach cienkich.

Otwornice

Otwornice są dość rzadkim składnikiem zespołu organicznego. Większość zaobserwowanych w płytkach cienkich okazów reprezentuje rodzaj *Fronicularia*. Rzadziej występują planispiralnie zwinięte formy z rodzaju *Lenticulina*. Sporadycznie występują również bliżej nie oznaczalne otwornice płójące, narastające na innych elementach organicznych.

Gąbki krzemionkowe

Organizmy te masowo występują w wapieniach gąbkowych. Najliczniej reprezentowane są gąbki o płasko-talerzowatym kształcie, a wśród nich *Proseliscotho cracoviense* Siem. (det. dr H. Hurcewicz vide pl. 1, fig. 1). Z innych na uwagę zasługują również talerzowate *Hyalotragos* sp. i formy o kształcie cylindrycznym z rodzaju *Craticularia*. Wszystkie okazy gąbek zachowane są w postaci mumii wapiennych.

Wieloszczety

Wieloszczety reprezentowane są przez serpuły, których obecność stwierdzono jedynie w wapieniach gąbkowych na podstawie badań mikroskopowych.

Mszywioly

Fragmenty kolonii mszywiolów zostały stwierdzone jedynie w płytkach cienkich, pochodzących głównie z wapieni gąbkowych. Wydaje się, że wszystkie fragmenty należą do rzędu Cyclostomata. Z reguły są one widoczne na tle struktur gąbkowych, a wewnątrz tych fragmentów jest mocno przesycone chalcedonem (pl. 3, fig. 1). Należy zaznaczyć, że tego typu skupienia chalcedonu są jedynym objawem obecności krzemionki w wapieniach gąbkowych.

Brachiopody

Brachiopody są najliczniejszym składnikiem zespołu organicznego. Szczególnie liczne są okazy z rodziny Rhynchonellidae, która reprezentowana jest głównie przez gatunek *Lacunosella trilobataeformis* Wiśn. Do rzadszych form z tej rodziny należy *Lacunosella cracoviensis* (Quenst.). Poważną rolę w zespole organicznym odgrywa również rodzina Terebratulidae (rodzaje *Lobolothyris*, *Juralina* i *Dictyothyropsis* — vide także Barczyk 1969). Przedstawiciele wymienionych rodzin występują zarówno w wapieniach kredowatych, jak i w wapieniach gąbkowych, lecz w mniejszej ilości.

Stimaki

Stimaki są bardzo rzadkim składnikiem zespołu organicznego. Kilksanaście znalezionych okazów reprezentuje rodzaj *Pleurotomaria*, z czego tylko dwa udało się bliżej oznaczyć jako *Pleurotomaria babeauana* d'Orb. i *P. eudora* d'Orb. (por. Steberer 1907).

Małże

Ośródkki małżów, jak również pojedyncze skorupy, pojawiają się w wapieniach opoczyńskich nader rzadko, występując jedynie w wapieniach kredowatych. W tej nielicznej grupie najczęściej spotyka się małe okazy *Ctenostreon proboscideum* (Sow.). Rzadziej pojawiają się przedstawiciele rodziny Veneridae, zaś zupełnie rzadko okazy z rodziny Pteridae.

Głownogi

Przedstawiciele głownogów występują w obu typach wapieni. Najliczniej występują amonity, wśród których najczęstsze są bliżej nie oznaczone okazy z rodziny Perisphinctidae. Rzadziej pojawiają się okazy należące do innych rodzin (*Taramelliceras*, *Trimarginates*).

Warto podkreślić również obecność dotychczas nie znanych z wapieni opoczyńskich łodziaków. Dwa znalezione okazy przedstawiają gatunek *Nautilus agantificus* Schloth. (por. v. Loesch 1914—1915); są to ośródkki raczej małych form, o dobrze widocznej linii łobowej.

Ponadto występują również słabo zachowane rostra belemnitów, które oznaczono jako *Hibolites* cf. *hastatus* Blainv.

Skorupiaki

Skorupiaki reprezentowane są przez głowotułkowią krabów należących do rodziny Prosoponidae. Występują one w wapieniach kredowatych i w wapieniach typu pośredniego, natomiast w wapieniach gąbkowych pojawiają się tylko w sporadycznych przypadkach. Najczęstszym jest gatunek *Pithonoton marginatum* (H. Meyer), rzadszym *Pithonoton rostratum* (H. Meyer), a *Nodoprosopon heydeni* (H. Meyer) reprezentowany jest tylko przez dwa okazy. Gatunki te (por. H. v. Meyer 1860), z których pierwszy nie był dotąd znany z wapieni opoczyńskich, tworzą charakterystyczny zespół, występujący także w oksfordzie Sulejowa (Barczyk 1961).

Liliowce

Liliowce reprezentowane są głównie przez pojedyncze trochity. Rzadziej spotyka się fragmenty łodyg, złożone z kilku (bądź kilkunastu) trochitów. Najwięcej takich okazów występuje w kamieniołomie „Na Górkach”, skąd pochodzą wszystkie

oznaczalne formy (por. de Loriol 1878—1879). Wśród tych występują małe, beczułkowate trochity *Eugeniocrinus moussoni* Desor (vide pl. 4, fig. 3a, b), większe, o krążkowatym kształcie *Cyclocrinus areolatus* (Moesch) (vide pl. 4, fig. 4a, b) i inne. Znalezione również dwa kielichy należące do gatunku *Eugeniocrinus caryophyllatus* (Goldfuss) (vide pl. 4, fig. 1—2). Wszystkie wymienione gatunki nie były dotychczas znane z jury Polski.

Węzowidła

Kręgi węzowideł są niezwykle rzadkim składnikiem zespołu organicznego. Obecność ich stwierdzono w badaniach mikroskopowych, na podstawie charakterystycznego wygaszania światła (pl. 2, fig. 4—6; por. Głazek & Radwański 1968). Kilka całych kręgów uzyskano w wyniku rozpuszczenia próby wapieni kredowatych.

Rozgwiadzy

Spśród fragmentów rozgwiadzy w wapieniach opoczyńskich występują izolowane brzeżne płytki ramieniowe, które z reguły występują w rozproszeniu. W jednej tylko próbce stwierdzono lokalne większe ich nagromadzenie wskazujące na przynależność do szkieletu jednego osobnika (pl. 3, fig. 2).

Jeżowce

Liczne, pokruszone pancerze, kolce i luźne płytki zdają się wskazywać na dość poważny udział jeżowców w rozważanym zespole. Wszystkie fragmenty, odznaczające się bogatą ornamentacją, należą najprawdopodobniej do rodzaju *Cidaris*, którego gatunek *C. florigemma* Phill. znany był stąd już poprzednio (Lewiński 1908, Dmoch 1958).

Holoturie

Skłeryty holoturii stwierdzono w rezydium po rozpuszczeniu próby wapieni kredowatych. Ze względu na niedostateczny ilościowo materiał i nie najlepszy stan zachowania, nie podjęto bliższego ich oznaczenia.

Spodouste

W kamieniołomie „Na Górkach” znaleziony został jeden okaz korony zęba żarłacza *Orthacodus longidens* (Ag.) (coll. & det. A. Radwański).

WARUNKI SIĘDYMANTACJI

Zróznicowanie typów litologicznych wapieni opoczyńskich wydaje się być efektem rozwoju osadów w dwóch odmiennych facjach.

Składnikiem determinującym rozwój osadów w facji wapieni gąbkowych był zespół gąbek krzemionkowych, które masowo zasiedlały dno zbiornika. Stosunkowo duża ilość gąbek upodabnia ten typ facjalny do tzw. raf sinicowo-gąbkowych Jury Szwabskiej (por. Aldinger 1968). Wydaje się jednak, że obecna ilość gąbek jest zubożona o pewną grupę osob-

ników, które nie zostały zmumifikowane, lecz po śmierci uległy zniszczeniu, czego dowodem jest obecność tuberoidów (por. Fritz 1958) i luźnych spikul. Należy sądzić, że cały ten zespół gąbkowy miał zdolność nieznacznego (rzędu kilkudziesięciu centymetrów) podnoszenia dna w stosunku do otoczenia, co uwidacznia się jako pokrycie nierównej powierzchni osadu przez „matę” złożoną z gąbek o talerzowatym kształcie.

Oprócz gąbek, w opisywanej facji występują nader rzadko brachiopody z rodzin Terebratulidae i Rhynchonellidae, co wydaje się wskazywać na mniejsze wymagania ekologiczne tych organizmów. Środowisko zamieszkałe przez gąbki nie przeszkadzało jednak rozwojowi sinic, o których poważnym udziale w rozwoju osadów świadczy tutaj dość pokaźna ilość mikroonkolitów, grudek agregacyjnych i sinicowych.

Facja wapieni kredowatych ma zdecydowanie odmienny charakter. Obszar jej występowania odznaczał się korzystnymi warunkami rozwoju zróżnicowanego świata organicznego (*vide* tab. 1), w którym brak jednakże tak licznych w poprzedniej facji gąbek krzemionkowych. Znaczny udział składników ziarnistych (mikroonkolity, grudki agregacyjne, grudki sinicowe) świadczy o poważnej roli sinic także i tutaj. W utworach tej facji pojawiają się ponadto intraklasty.

Procesy zachodzące w obu rozważanych facjach, nakładając się w strefie zazębienia, dały wypadkowy typ facjalny — fację wapieni pośrednich.

Wyżej przedstawiony obraz świata organicznego w obu głównych facjach odpowiada warunkom nieruchliwości wody przy dnie zbiornika (fig. 4A) w pierwszym etapie formowania się osadów rozważanego profilu wapieni opoczyńskich (fig. 3). Z etapem tym należy wiązać swobodną sedymentację mułu węglanowego, jak również zachodzącą w obu facjach onkolityzację i agregację osadu.

W dalszym etapie zaburzenia hydromechaniczne (? falowanie, prądy) doprowadzały do przemodelowania obrazu dna (fig. 4B). Konsekwencją zmiany warunków było niszczenie zespołu organicznego, a przynajmniej poważne ograniczenie możliwości jego rozwoju. W większej ruchliwości wody można też dopatrywać się czynnika powodującego powstanie intraklastów oraz fragmentaryzację skorup mięczaków. Niszczenie skorup mogło zresztą zachodzić również bez udziału czynnika hydrodynamicznego, poprzez życiową działalność glonów i grzybów (por. Bathurst 1966). Zmianami hydromechanicznymi należy natomiast tłumaczyć przemycanie i przemieszczanie składników ziarnistych bio- oraz intraklastów, czego efektem są soczewkowate ich nagromadzenia w wapieniach kredowatych. Zmiany te nie zostawiły jednak zauważalnych śladów w facji wapieni gąbkowych. Z jednej strony świadczy to o małej w ogóle sile zaburzeń, z drugiej zaś strony może wskazywać na większą wówczas spójność utworów facji wapieni gąbkowych. Być może, spójność ta wynikała z gęstego porostania dna przez gąbki.

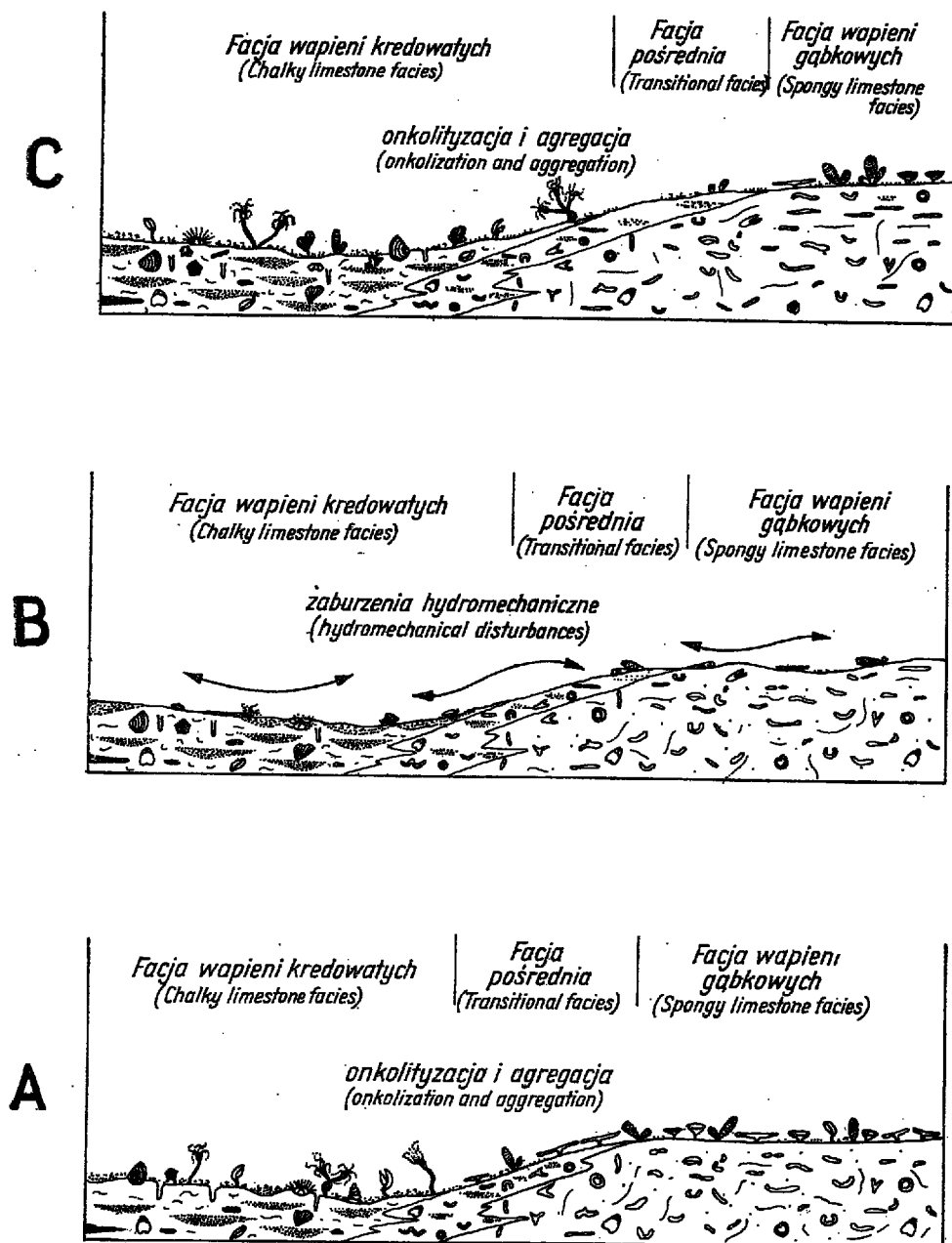


Fig. 4

Schematyczny obraz rozwoju sedymentacji osadów węglanowych jury opoczyńskiej (objaśnienie szczątków organicznych — *vide* fig. 3)

Idealized picture of calcareous sedimentation in the Opoczno-limestones sequence (legend to organic remnants — as in Fig. 3)

Powrót do pierwotnego stanu dynamiki wód umożliwiał odrestaurowanie zespołu organicznego i poprzednio istniejących warunków sedymentacji (fig. 4C).

Wydaje się, że zaburzenia hydromechaniczne w miarę rozwoju osadów były epizodami o coraz większej częstotliwości, czego dowodem może być wzrastająca ilość soczewkowatych nagromadzeń składników ziarnistych ku górze profilu wapieni kredowatych (por. fig. 3). Coraz częstsze zaburzenia, aczkolwiek nie wpływające w sposób bezpośredni na osady facji wapieni gąbkowych, najprawdopodobniej były powodem stopniowego zaniku gąbek, a tym samym zaniku facji określonej obecnością tych organizmów. Stąd też na rozważanym obszarze stopniowo zapanowała wyłącznie facja wapieni kredowatych, której utwory kończą wszystkie profile (por. fig. 3) ¹.

Zestaw składników ziarnistych wapieni opoczyńskich wykazuje analogię do współczesnych utworów węglanowych Wielkiej Ławicy Bahamskiej. Osady jury opoczyńskiej najbardziej zbliżają się do bahamskiej facji grudekowej (*grapestone facies*), wydzielonej przez E. G. Purdy'ego (1963). Utwory tej facji reprezentują płytkowodne środowisko sedymentacji (do 10 m) i powstają w obszarze wygasającej turbulencji wody (Purdy 1963, Milliman 1967). Dla utworów kopalnych wykazujących analogię do współczesnych osadów typu bahamskiego F. W. Beales (1958) zaproponował nazwę *bahamity* (por. także Kutek 1969). Mimo istnienia takiej analogii także w opracowywanym materiale, należy sądzić, że utwory opoczyńskie powstawały w nieco odmiennych warunkach batymetrycznych. Brak ooidów (przy dużej węglanowości osadów) oraz brak jakichkolwiek dowodów transportu rytmicznego (zmarszczek, warstwowania przekątnego) zdają się wskazywać na większą głębokość basenu. Sądzić należy, że osady jury opoczyńskiej powstawały w warunkach podobnych do istniejących wówczas na obszarze Jury Polskiej, tj. w warunkach przejściowych między strefą litoralną a strefą bardziej głębokowodną (por. Dżułyński 1952). Ostatnie spostrzeżenie wskazuje, że w niższym oksfordzie istniała na obszarze dzisiejszego pasa wyżyn środkowopolskich znaczna unifikacja facjalna, która stopniowo zanikała w wyższym oksfordzie i dolnym kimerydzie (por. Kutek 1969).

*Instytut Geologii Podstawowej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warszawa, w sierpniu 1971 r.*

¹ Osobnym problemem są procesy diagenetyczne w osadach jury opoczyńskiej. Z tych na szczególną uwagę zasługuje zagadnienie migracji krzemionki. Pierwotnie niewątpliwie zasobne w krzemionkę wapienie gąbkowe, obecnie wykazują tylko nikiłe jej ślady. Wapienie kredowate zawierają natomiast wielką ilość krzemionki, skupionej w koncentracjach. Wydaje się, że jedynym źródłem tej krzemionki były właśnie gąbki krzemionkowe. Sam natomiast proces uruchomienia krzemionki i całkowitego jej przemieszczenia z wapieni gąbkowych do wapieni kredowatych pozostaje na razie problemem trudnym do wyjaśnienia.

LITERATURA CYTOWANA

- ALDINGER H. 1968. Ecology of algal-sponge-reefs in the Upper Jurassic of the Schwabische Alb, Germany. In: Recent developments in carbonate sedimentology in Central Europe. Berlin — Heidelberg — New York.
- BARCZYK W. 1961. Jura sulejowska (Le Jurassique de Sulejów). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 11, no. 1. Warszawa.
- 1969. Upper Jurassic terebratulids from the Mesozoic border of the Holy Cross Mountains in Poland. — *Prace Muzeum Ziemi (Trav. du Musée de la Terre)*, nr 14. Warszawa.
- BATHURST R. G. C. 1966. Boring algae, micrite envelopes and lithification of molluscan biosparites. — *Geol. J.*, vol. 5, part 1. (Liverpool).
- BEALES F. W. 1958. Ancient sediments of Bahaman type. — *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 42, no. 8. Tulsa.
- DMOCH I. 1958. Jura opoczyńska (The Jurassic at Opoczno, Central Poland). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 8, no. 2. Warszawa.
- DZUŁYŃSKI S. 1952. Powstanie wapieni skalistych Jury Krakowskiej (The origin of the Upper Jurassic limestones in the Cracow area). — *Rocz. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. 21, z. 2. Kraków.
- ENAY R. 1966. L'Oxfordien dans moitié sud du Jura Français. Étude stratigraphique. — *Nouv. Arch. Mus. Hist. Natur. Lyon*, fasc. 8, t. 1. Lyon.
- FRITZ G. 1958. Schwammstotzen, Tubenolithe und Schuttbreccien im Weissen Jura der Schwäbischen Alb. — *Arb. Geol.-Paläont. Inst. Techn. Hochsch. Stuttgart*, N. F., Nr. 13. Stuttgart.
- GLĄZEK J. & RADWAŃSKI A. 1968. Determination of brittle star vertebrae in thin sections. — *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr.*, vol. 16, no. 2. Varsovie.
- KUTEK J. 1969. Kimeryd i najwyższy oksford południowo-zachodniego obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich. Część II — *Paleogeografia (The Kimmeridgian and Uppermost Oxfordian in the SW margins of the Holy Cross Mts, Central Poland, Part II. Paleogeography)*. — *Acta Geol. Pol.*, vol. 19, no. 2. Warszawa.
- & RADWAŃSKI A. 1965. Upper Jurassic onkolites of the Holy Cross Mountains (Central Poland). — *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. Géogr.*, vol. 16, no. 2. Varsovie.
- LEIGHTON M. W. & PENDEXTER C. 1962. Carbonate rock types. — *Classification of carbonate rocks. A symposium (published by the Amer. Assoc. Petrol. Geol.)*. Tulsa.
- LEWIŃSKI J. 1908. Utwory jurajskie t. zw. „pasma sulejowskiego” (Les dépôts jurassiques de la „chaîne de Sulejów”). — *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU A 47 (ser. III, 7)*. Kraków.
- LOESCH K. C. v. 1914—1915. Die Nautilen des Weissen Jura. — *Palaeontographica*, Bd. 61. Stuttgart.
- LORTOL P. de. 1878—1879. Monographie des crinoïdes fossiles de la Suisse. — *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vol. 5 (1878), 6 (1879). Genève.
- MEYER H. v. 1860. Die Prosoponiden oder Familie der Maskenkrebse. — *Palaeontographica*, Bd. 7. Cassel.
- MICHAŁSKI A. 1884. Badania geologiczne dokonane w 1883 r. w północno-zachodniej części guberni radomskiej i kieleckiej. — *Pam. Fizjogr.*, t. 4. Warszawa.
- MILLEMAN J. 1967. Carbonate sedimentation on Hogsty Reef, a Bahamian atoll. — *J. Sedim. Petrol.*, vol. 37, no. 2. Menasha.
- PASSENDORFER E. 1928. Sprawozdanie z badań wykonanych w r. 1927 na arkuszu Opoczno (Compte-rendu des recherches exécutées en 1927 pour la feuille Opoczno). *Pos. Nauk. PIG (C.-R. Serv. Géol. Pol.)*, nr 10. Warszawa.

- PURDY E. G. 1963. Recent calcium carbonate facies of the Great Bahama Bank. — J. Geol., vol. 71, no. 3/4. Chicago.
- RADWAŃSKI A. 1968. Studium petrograficzne i sedymentologiczne retyku wierchowego Tatr (Petrographical and sedimentological studies of the high-tatric Rhaetic in the Tatra Mountains). — Studia Geol. Pol., vol. 25. Warszawa.
- STIEBERER K. 1907. Die Fleurotomarien des Schwäbische Jura. — Palaeontographica, Bd. 54. Stuttgart.

SUMMARY

ABSTRACT: Analysis of macro- and microfacies, as well as faunal assemblages of the Opoczno limestones, reveal that their sedimentary environment was close to that of the Recent Great Bahama Bank. New ammonite finds made it possible to assign the Opoczno limestones to the *Perisphinctes bifurcatus* Subzone, *Gregoryceras transversarium* Zone, Middle Oxfordian.

STRATIGRAPHY

On the basis of the occurrence of *Cardioceras* (recte = *Amoeboceras*) *alternans* v. Buch, Dmoch (1958) assigned the limestones from Opoczno (cf. Fig. 1) to the transitional series lying between the *Gregoryceras transversarium* and *Epipeltoceras bimammatum* zones. This age assignation was based on the stratigraphic subdivision separating these zones, accepted by Dmoch and rejected at present (cf. Enay 1966). Recently, a representative of the species *Taramelliceras (Taramelliceras) costatum* (Quenst.) was found (Fig. 2) in these limestones by Dr. A. Wierzbowski. Concurrence of these species indicates that the Opoczno limestones are not older than the *Perisphinctes bifurcatus* Subzone, *Gregoryceras transversarium* Zone. Moreover, occurrence of numerous representatives of the subgenera *Dichotomoceras* and *Dichotomosphinctes*, together with the lack of the genera *Orthosphinctes*, *Ringstedtia* and *Microbiplices*, which are common in the lower part of the *Epipeltoceras bimammatum* Zone, suggest that these limestones belong to the former zone. Therefore, it may be assumed that they belong to the *Perisphinctes bifurcatus* Subzone exclusively.

CHARACTERISTICS OF THE LIMESTONES

Taking the features of bedding, compactness and occurrence of sponges as criteria, the two main lithologic types of the Opoczno limestones may be distinguished as follows:

Chalky limestones (A in Fig. 3) which are porous and poorly bedded; chalky habit results from significant amount of grain components, primarily of blue-green-algal origin (grapestones, algal lumps, microonkolites). Lump-skeletal (a in Fig. 3; Pl. 1, Fig. 2 and Pl. 2, Figs 1—2) and onkolitic (b in Fig. 3 and Pl. 1, Fig. 3) microfacies predominate in these limestones, while pellet microfacies (c in Fig. 3) is secondary.

Faunal assemblages are rich and diversified (cf. columns A in Table 1); assemblage of prosoponids represented by the species *Pithonotom marginatum* (H. Meyer), *P. rostratum* (H. Meyer) and *Nodoprosoxon heydeni* (H. Meyer) and crinoids (cf. Pl. 4, Figs 1-4) are most typical here.

Spongy limestones (B in Fig. 3) are the second macrofacial type; usually they are compact, massive and strongly recrystallized and characterized by abundant occurrence of siliceous sponges, among which the species *Proseliscotho cracoviense* (Slem.) (det. by Dr. H. Hurcewicz) predominates. Among other faunal groups, there rarely occur brachiopods, primarily of the family Terebratulidae (cf. columns B in Table 1). In these limestones pellet microfacies predominates (Pl. 2, Fig. 3).

A transitional type (C in Fig. 3), exhibiting certain features of chalky limestones (poor bedding, rather numerous fauna) as well as spongy limestones (massiveness, occurrence of sponges) was distinguished at the contact of these two main types.

SEDIMENTARY CONDITIONS

Development of the Opoczno limestone sequence proceeded in two main facies: spongy limestone and chalky limestone facies. Development of the former facies was conditioned by the gregarious appearance of siliceous sponges. The relatively high amount of sponges (10--20% of rock volume) makes this facial type similar to the so-called algal-sponge reefs in the Upper Jurassic of the Schwabische Alb (cf. Aldinger 1966). Occurrence of tuberculites (cf. Fritz 1958) and sponge spicules is evidence of an initially higher content of sponges, which underwent decomposition after death. It may be assumed that in the environment under discussion the sponges had a capacity to form elevations of some half-a-meter high above the surrounding bottom. At present, this is evidenced by irregular surface covered with a "mat" of lichen-shaped sponges. Along with sponges the blue green algae developed what resulted in the formation of a number of grain components (microonkolites, algal and aggregation grains). Other faunal groups are represented only by brachiopods of the families Terebratulidae and Rhynchonellidae, which are, however rather rare.

In contrast, the chalky limestone facies was characterized by more favourable environmental conditions permitting development of various faunal groups (cf. Table 1); however, sponges are not represented here. The contribution of blue green algae was equally important as in the former facies, resulting in the same grain components.

The situation outlined above corresponds to the stagnant-water conditions prevailing close to the bottom of the basin (Fig. 4A). In such conditions, deposition of lime mud, as well as onkolization and aggregation processes were not impeded.

During the development of the sequence, hydrodynamic disturbances (?waving, currents) led to remodelling of the bottom (Fig. 4B), resulting in destruction or serious limitation of the organic communities. More turbulent waters could also have been a factor in the formation of intraclasts and fragmentation of mollusc shells. The latter process may have been the result of life activities of boring algae and fungi (cf. Bathurst 1966). Scouring and redeposition of grain components and bio- and intraclasts, resulting in the formation of their lenticular concentrations, may also be explained by hydrodynamic changes.

Low-energy conditions are evidenced by the lack of disturbances discussed above in the spongy limestone facies. Presumably deposits of this facies were

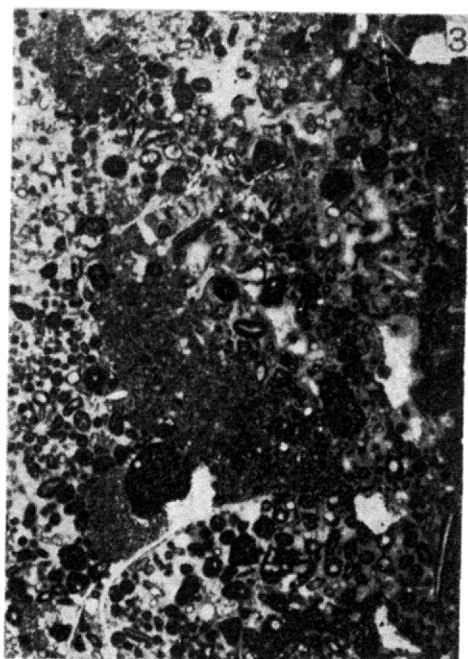
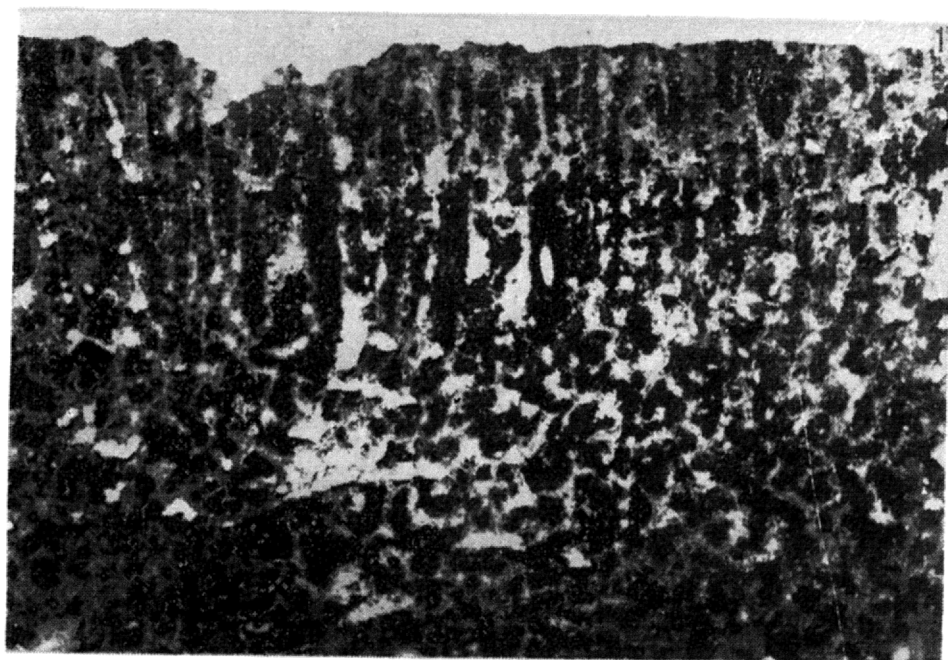
characterized, at that time, by higher cohesiveness, which may be due to sponges densely inhabiting the bottom.

Re-establishment of the former regime made possible restoration of the organic communities and previous character of sedimentation (Fig. 4C).

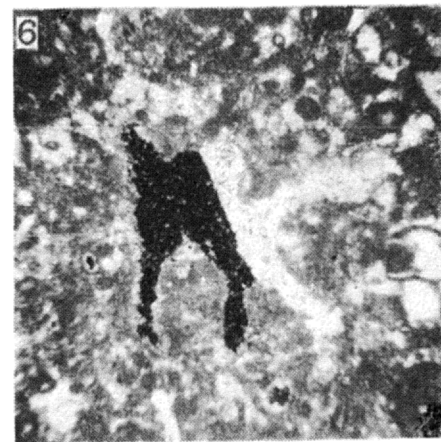
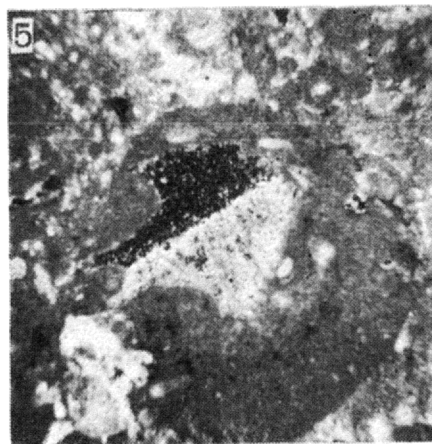
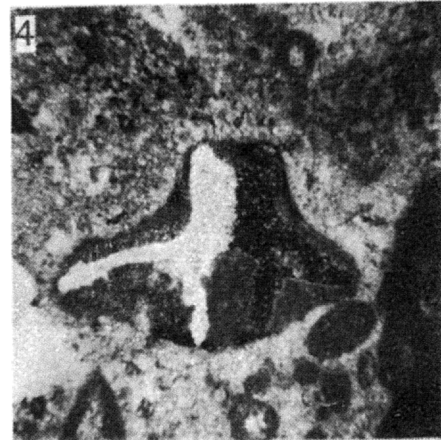
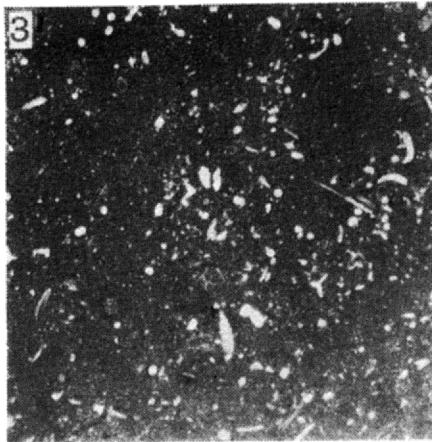
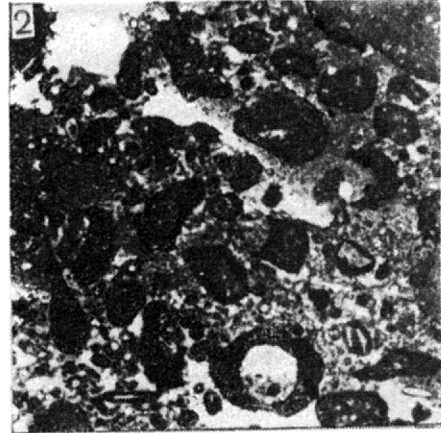
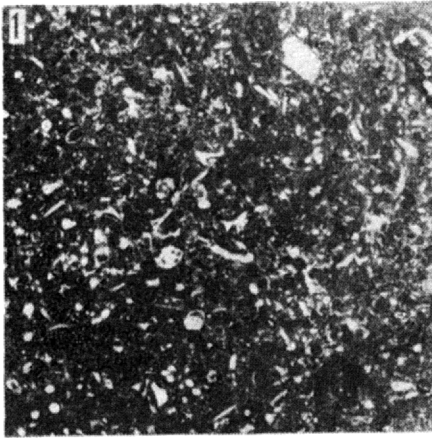
The number of lenticular concentrations of grain components increasing towards the top of the chalky limestones indicate that hydrodynamic disturbances were increasingly frequent with time. The ever-increasing intensity of these processes presumably caused the disappearance of sponges and the spongy facies.

The Jurassic deposits of Opoczno are the closest to the Bahamian grapestone facies (cf. Purdy 1963), representing a shallow-water, down to 10 m, sedimentary environment within the area of extinction of water turbulence (Purdy 1963, Milliman 1967). In analogy to Recent deposits of the Bahamas, the Opoczno limestones may be termed as bahamites (cf. Beales 1958, Kutek 1969); however, both the lack of ooids (despite the high carbonate content in the deposits) and traces of rhythmic transport (neither ripples nor cross-bedding were noted) seems to indicate the greater depth of this sedimentary basin in comparison with the Recent Great Bahama Bank. It therefore appears that the sedimentation of the Opoczno limestones took a place in conditions similar to those of the contemporaneous deposits of the Polish Jura Chain, i.e. in conditions intermediate between littoral and deeper zones (cf. Dzulyński 1952).

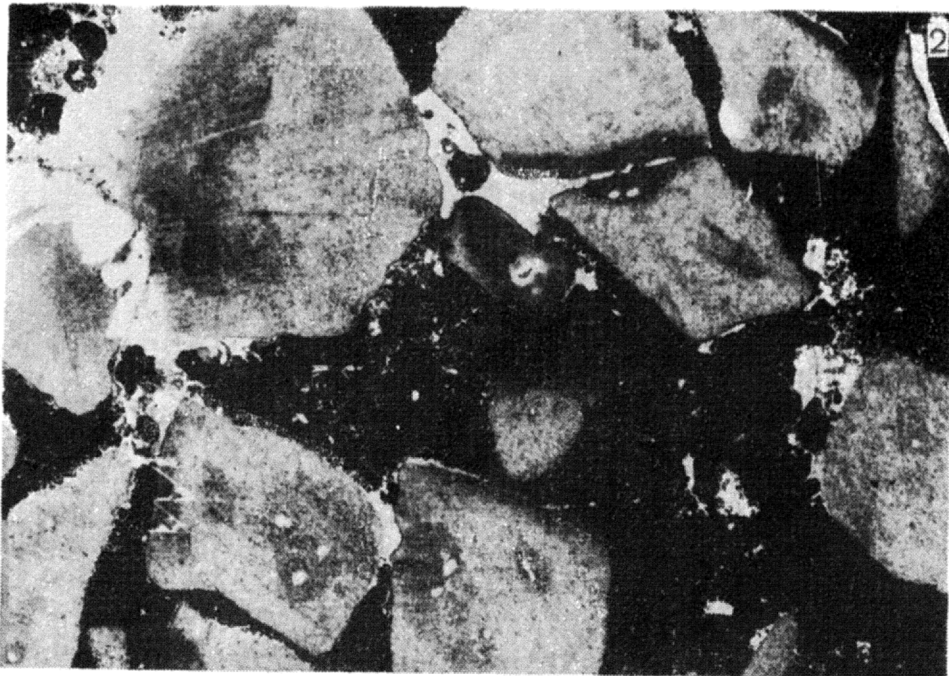
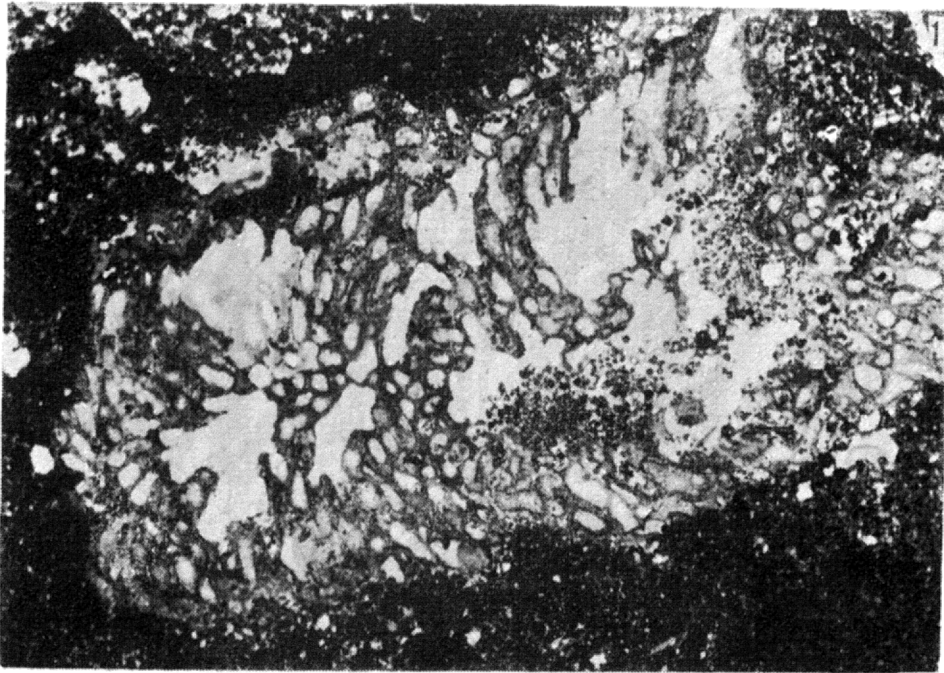
*Institute of Geology
of the Warsaw University
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93
Warsaw, August 1971*



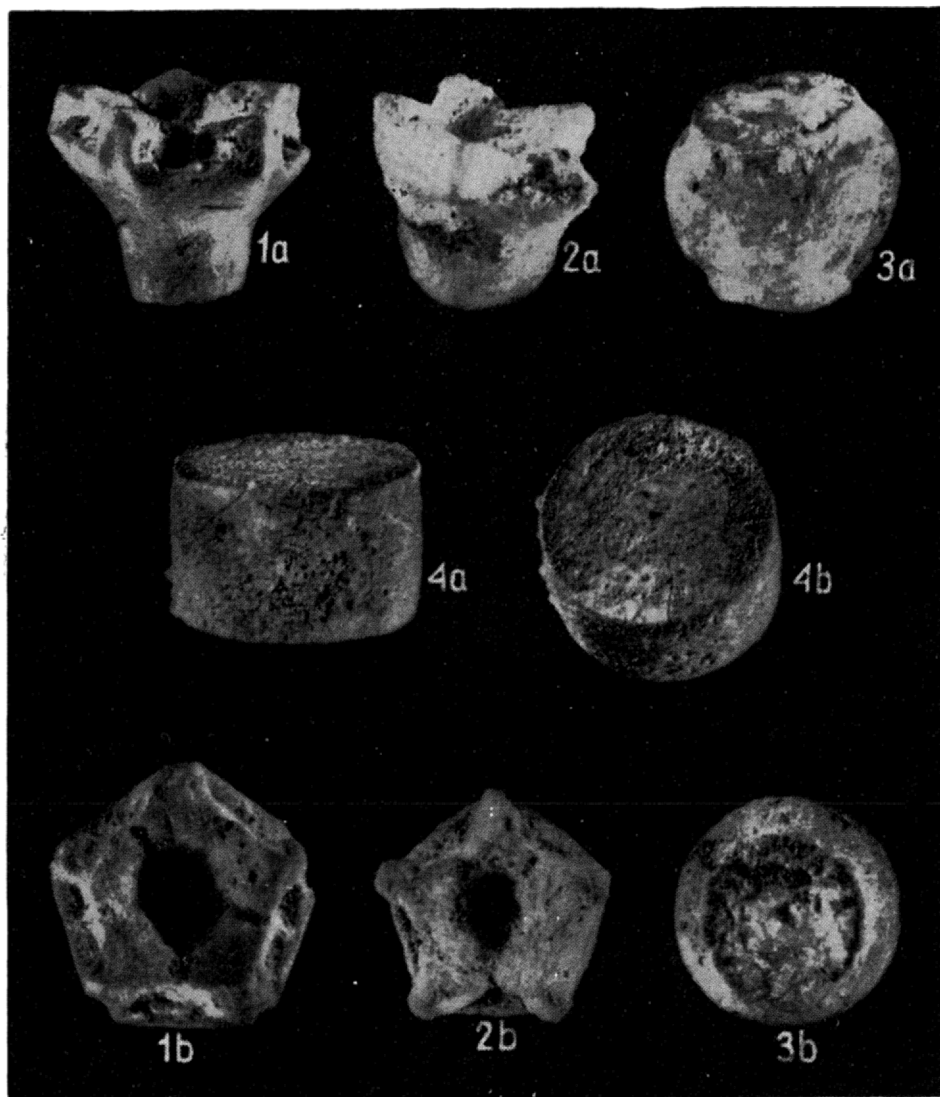
- 1 — Gąbka płózca *Proseliscothon cracoviense* Siem. z wapieni gąbkowych (kamieniołom „Na Skale”); $\times 4$.
 - 2 — Mikrofacja grudkowo-organodetrytyczna w wapieniach kredowatych (kam. „Na Skale”); widoczna koncentracja różnych składników ziarnistych (mikroonkolity, grudki agregacyjne i sinicowe); $\times 12$.
 - 3 — Mikrofacja onkolitowa w wapieniach kredowatych (kam. „Na Skale”); mikroonkolity i grudki agregacyjne spójone mikrytowym, miejscami mikrytowo-sparytowym spoiwem; $\times 12$.
- Onkolitic microfacies from the chalky limestones; microonkolites and aggregation grains in micritic, in places micritic-sparry matrix; $\times 12$.



- 1 — Mikrofacja grudkowo-organodetrytyczna w wapieniach kredowych (kam. „Na Górkach”); w przedstawionej partii przeważają szczątki organiczne (spikule gąbek, pokruszone muszle mięczaków); $\times 12$.
 Lump-skeletal microfacies from the chalky limestones; in the viewed part the organic debris predominates (sponge spicules, crushed shells of molluscs); $\times 12$.
- 2 — Ta sama mikrofacja w wapieniach kredowych (kam. „Pod Wapiennikami”) — partia z przeważającymi grudkami i intraklastami; $\times 12$.
- 3 — Mikrofacja gruzelkowa w wapieniach gąbkowych (kam. „Na Skale”); widoczny drobny detrytus organiczny spojony mikrytem; $\times 12$.
 Pellet microfacies from the spongy limestones; fine organic debris in micritic matrix is visible; $\times 12$.
- 4—6 — Kręgi wężowideł w wapieniach kredowych w kam. „Na Skale” (4 oraz 5 — kręgi powleczone powłoką onkolitową, 6 — krąg bez powłoki); nikile skrzyżowane, $\times 50$.
 Brittle sar vertebrae in the chalky limestones (4 and 5 — vertebrae coated by oncolitic envelope, 6 — vertebra without coating); nicols crossed, $\times 50$.



- 1 — Kolonia mszywiola przesycona chalcedonem; wapienie gąbkowe (kam. „Przy Starostwie”);
 × 30.
 Bryozoan colony impregnated by chalcedony; spongy limestones; × 30.
- 2 — Płytki (głównie brzeżne ramieniowe) rozsypanego szkieletu rozgwiazdy; wapienie kredowate (kam. „Pod Wapiennikami”); × 8.
 Starfish plates (mostly marginalia) belonging to the disseminated skeleton; chalky limestones; × 8.



Liliowce z wapieni opoczyńskich (wapień kredowate, kam. „Na Górkach”)

Crinoids from the chalky limestones at Opoczno

- 1 — Kielich *Eugeniocrinus caryophyllatus* (Goldfuss); a widok z boku, b z góry; $\times 6$.
Calyx of *Eugeniocrinus caryophyllatus* (Goldfuss); a side view, b top view; $\times 6$.
- 2 — Inny kielich *Eugeniocrinus caryophyllatus* (Goldfuss) w tych samych ujęciach (a, b); $\times 6$.
Another calyx of *Eugeniocrinus caryophyllatus* (Goldfuss); the same views (a, b); $\times 6$.
- 3 — Człon łodygi *Eugeniocrinus moussoni* Desor; a widok z boku, b z góry; $\times 5$.
Stem ossicle (trochite) of *Eugeniocrinus moussoni* Desor; a side view, b top view; $\times 5$.
- 4 — Człon łodygi *Cyclocrinus areolatus* (Moesch); a widok z boku, b z góry; $\times 2$.
Stem ossicle (trochite) of *Cyclocrinus areolatus* (Moesch); a side view, b top view; $\times 2$.

Zdjęcia wykonała Mgr B. Drozd

All photos taken by B. Drozd, M. Sc.