

Kazimierz RDZANEK

STRATYGRAFIA PIASKOWCA PSTREGO
BRACHYANTYKLINY BUKOWIA
(NE OBRZEŻENIE GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH)
NA PODSTAWIE MEGASPOR

(Pl. I-II, 1 tab., i 4 fig.)

*Stratigraphy of the Bunter of the Bukowie brachyanticline
(NE margin of the Holy Cross Mts., Poland) on the basis
of megaspores*

(Pl. I-II, 1 Tab., and 4 Figs.)

Kazimierz Rdzanek: Stratigraphy of the Bunter of the Bukowie brachyanticline (NE margin of the Holy Cross Mts. Poland) on the basis of megaspores. *Ann. Soc. Geol. Poloniae*, 52-1/4: 211—230, 1982, Kraków.

Abstract: At Bukowie have been found megaspore assemblages of Middle Bunter and Roethian transition floristic zone, which contain such megaspores as *Pusulospores populosus* Fugl., *Echitriletes echinatus* Fugl., *Trileites* aff. *validus* Fugl., *Bacutritiletes* aff. *insolitus* Fugl. The author makes an introductory hypothesis that floristic changes in the Bunter has resultant upon the evolution of heterosporus plants within the Bunter basin during the continental periods after regressions of the sea. Within the Bukowie Roethian complex a stratigraphical break probably exists.

Key words: megaspores, stratigraphy, ecology, evolution, Bunter, Holy Cross Mts., Poland

Kazimierz Rdzanek: Instytut Geologii Podstawowej, Uniwersytet Warszawski, 02-089 Warszawa, Al. Żwirki i Wigury 93, Poland

manuscript received: February, 1980

accepted: May, 1981

Treść: W Bukowiu występują nieznane dotąd zespoły megaspor, przejściowe między środkowym piaskowcem pstrym i retem, zawierające m.in. gatunki *Pusulospores populosus* Fugl., *Echitriletes echinatus* Fugl., *Trileites* aff. *validus* Fugl., *Bacutritiletes* aff. *insolitus* Fugl. W oparciu o te zespoły autor wysunął roboczą hipotezę o ewolucji flory różnozarodnikowej w obrębie basenu środkowoeuropejskiego, odbywającej się w okresach kontynentalnych piaskowca pstrego. Wskazano na możliwość istnienia luki stratygraficznej w recie Bukowia.

WSTĘP

Litostratygrafia triasu brachyantykliny dzięki licznym odsłonięciom w wąwozie Bukowia została dość dobrze poznana (Samsonowicz 1929, Barczuk 1978, Rdzanek 1980). Jednakże podział piaskowca pstrego następcza wiele trudności, podobnie jak w pozostałej części obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, gdzie mikro- i makrofauna jest znajdowana tylko sporadycznie i ma niewielkie znaczenie praktyczne. W ostatnich latach doszło do odkrycia megaspor i nowoczesnego opracowania stratygrafii piaskowca pstrego na Nizinie Polskiej (Fuglewicz 1973, 1977a, b, 1979, 1980). Obecna praca przedstawia pierwszą próbę zastosowania megaspor do badań stratygraficznych piaskowca pstrego w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich.

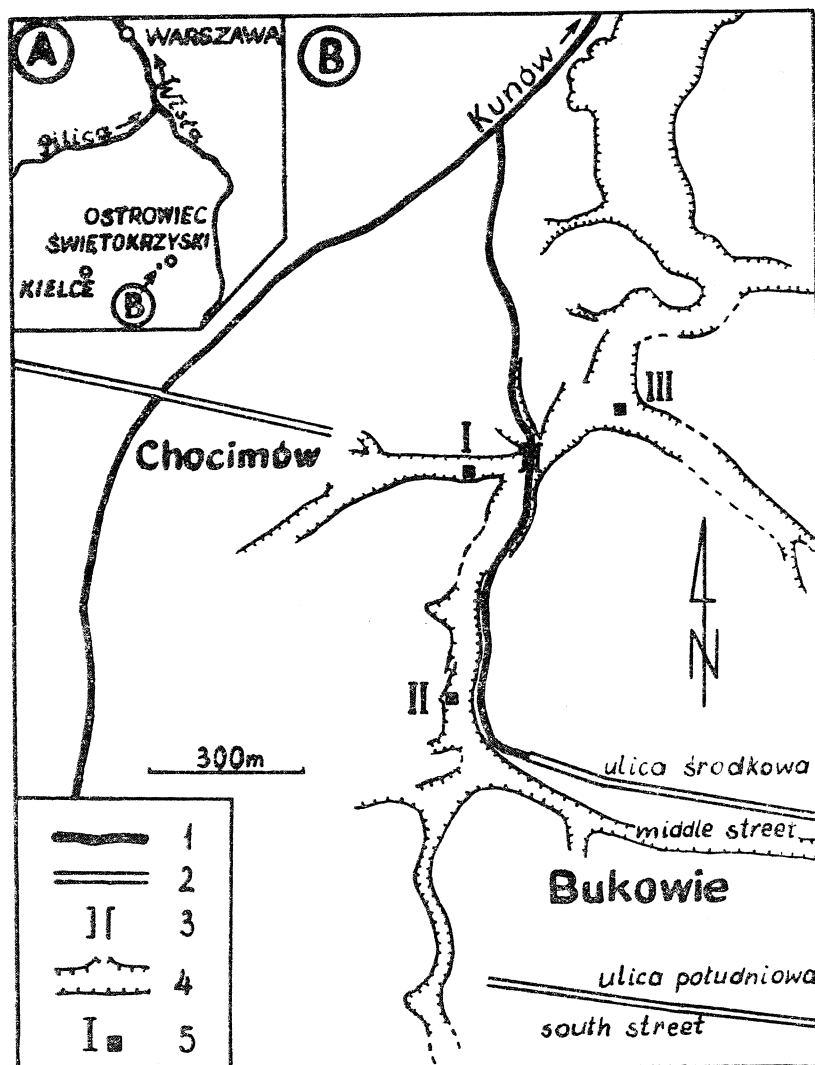


Fig. 1. Lokalizacja prób z megasporami: 1 — drogi; 2 — ulice wsi; 3 — mostek; 4 — krawędzie wąwozu Bukowia; 5 — lokalizacja prób i ich numery

Fig. 1. Location of megaspore bearing samples: 1 — roads; 2 — streets of villages; 3 — little bridge; 4 — verges of Bukowie gully; 5 — location of samples and their numbers

W trakcie badań oznaczono ponad 500 okazów należących do 8 rodzajów i 18 gatunków. Wyróżniono trzy zespoły megaspor: dwa nowe — zawierające jednocześnie gatunki charakterystyczne dla środkowego piaskowca pstrego oraz pierwsze gatunki charakterystyczne dla retu, a ponadto jeden zespół typowy dla retu dolnego. Znaleziono także nierozpoznane bliżej szczątki roślinne (Pl. I, fig. 5a, 5b, 6a, 6b) przypominające sporangia typu *Darneya peltata* (Schaarschmidt et Maubeuge) Grauvogel-Stamm z piaskowca pstrego Francji (Grauvogel-Stamm 1978).

Autor dziękuje drowi R. Fuglewiczowi za dyskusje i udostępnienie materiałów porównawczych oraz prof. S. Orłowskiemu i mgr. W. R. Kowalskiemu za krytyczne uwagi.

OPIS WYBRANYCH GATUNKÓW MEGASPOR

Spośród stwierdzonych w badanym profilu gatunków (Tabela 1) opisano jedynie te, które wykazywały cechy nietypowe w stosunku do dotychczas opisanych w literaturze i stanowią formy przejściowe pomiędzy różnymi gatunkami. Kierując się zasadą podawania tylko nowych informacji zrezygnowano z pełnych, standardowych opisów paleontologicznych.

Trileites vulgaris Fuglewicz, 1973

(Pl. I, Fig. 3)

Materiał: 288 okazów

Uwagi: W obrębie gatunku zwraca uwagę znacznie większa rozpiętość rozmiarów, aniżeli w zespołach opisanych przez Fuglewicza (1973): od 180 do 860 mikronów. Wielkie formy mają niekiedy ziarnistą powierzchnię egzyny i przypominają gatunek *Trileites grandis* Fugl. znany z retu. Powyższe cechy tych form oraz położenie w profilu (strop piaskowca pstrego środkowego) sugerują, że gatunek *T. grandis* Fugl. wywodzi się z gatunku *T. vulgaris* Fugl.

Trileites aff. validus Fuglewicz, 1973

(Pl. I, fig. 2a, 2b)

Materiał: 9 okazów

Wymiary (w mikronach):

średnica megaspor 230—517

wysokość ramion znaku Y 40—120

długość ramion znaku Y 0,85R—0,95R

szerokość ramion znaku Y (u podstawy) 10—20

O p i s: Zarys megaspor subtrójkątny. Jeden (duży) okaz jest w zarysie prawie okrągły. Ramiona znaku Y są proste, czasem jedno z nich jest faliste (prawdopodobnie wtórnie wskutek zgniecenia w osadzie) i mają postać cienkiej wysokiej wstęgi o ostrym grzbiecie i wąskiej podstawie łagodnie przechodzącej w powierzchnię pól kontaktowych.

U w a g i i w y s t ę p o w a n i e: Większość cech takich jak zarys subtrójkątny do okrągłego, błyszcząca egzyna, długość i wysokość ramion znaku Y, brak listew łukowatych, jest podobna, jak u *T. validus* Fuglewicz, 1973. Inny jest natomiast kształt poprzecznego przekroju ramion znaku Y. Zazwyczaj mniejsza jest też średnica megaspor.

Opisywane formy występują w Bukowiu w stropowym odcinku środkowego piaskowca pstrego, a także, wg dra R. Fuglewicza (inf. ustna 1980) lokalnie na Niżu w najniższym recie.

Biorąc pod uwagę wygląd megaspor oraz to, że pochodzą z osadów starszych od retu można przypuszczać, że formy te stanowią starszą odmianę gatunku *T. validus* Fugl. lub są odrębnym gatunkiem, z którego wywodzi się *T. validus* Fugl.

Trileites validus Fuglewicz, 1973

M a t e r i a ł: Z 2 metra (od spągu) profilu retu (próba nr III) pochodzi jeden okaz typowy (Pl. I, fig. 1) oraz dwa źle zachowane; te trzy okazy autor pozostawia bez opisu. Pozostałe pięć okazów znaleziono w próbie nr II ze środkowego piaskowca pstrego.

O p i s: W płaszczyźnie równikowej megaspory mają kształt trójkąta o wypukłych bokach. Ramiona znaku Y wysokie (40—85 mikronów) i dość wąskie u podstawy (15—25 mikronów), mają postać wstęgi, niekiedy gnącej się. Pola kontaktowe wraz ze znakiem Y tworzą piramidę. Listew łukowatych brak. Powierzchnia egzyny drobnoziarnista lub gładka, błyszcząca.

U w a g i: Opisywane okazy mają rozmiary mniejsze od rozmiarów podanych przez Fuglewicza (1973) przy definicji gatunku. Inny jest również kształt poprzecznego przekroju ramion znaku Y, podobnie, jak u form opisanych tu jako *T. aff. validus* Fugl. Pozostałe jednak cechy (patrz opis) są typowe dla *T. validus* Fuglewicz, 1973.

Bacutrilletes aff. insolitus Fuglewicz, 1973

(Pl. II, fig. 7a, 7b)

Materiał: 5 okazów

Wymiary (w mikronach):

średnica megaspor 184—270

wysokość ramion znaku Y 12—20

długość ramion znaku Y 0,8R—R

szerokość ramion znaku Y 10—20

długość wyrostków do 15

grubość wyrostków 3—11

Opis: Megaspory o zarysie subtrójkątnym lub okrągłym. Ramiona znaku Y na ogół proste. Listwy łukowate słabo zaznaczone. Powierzchnia egzyny pokryta gęsto wyrostkami w kształcie kolców cienkich, czasem (rzadko) na końcu rozszerzonych lub kolców grubych tępo ściętych. Egzyna ażurowa (bardzo małe otworki).

Uwagi: Grube wyrostki oraz niekiedy szerokie ramiona znaku Y i mała średnica okazów różnią te megaspory od form opisanych przez Fuglewicza (1973). Jednakże oznaczono je jako *B. aff. insolitus* Fugl. ze względu na zgodność pozostałych cech, w szczególności obecność kolczastych wyrostków o rozszerzanych końcach. Ponadto megaspory te mają taką samą ażurową egzynę jak *B. insolitus* Fugl., widoczną na dużych powiększeniach (Fuglewicz, fotografie niepublikowane). Opisywane megaspory wykazują największe podobieństwo do okazu *B. insolitus* Fugl. w pracy Fuglewicza 1977a. Pl. 1, Fig. 6a.

Istniejące różnice tłumaczy położenie megaspor w profilu — pochodzą one z zespołu starszego niż zespół z retu w pracach Fuglewicza (1973—1980) i prawdopodobnie reprezentują formy wyjściowe dla typowych megaspor *B. insolitus* Fugl.

STRATYGRAFIA

Stratygrafia dolnego triasu w Bukowiu nie jest do końca wyjaśniona (Rdzanek 1980). W ostatnich pracach na ten temat osady starsze od wapienia muszlowego albo w całości zaliczone są do retu (Barczuk 1979), albo pozostawione bez podziału po przedyskutowaniu kilku możliwości (Rdzanek op. cit.).

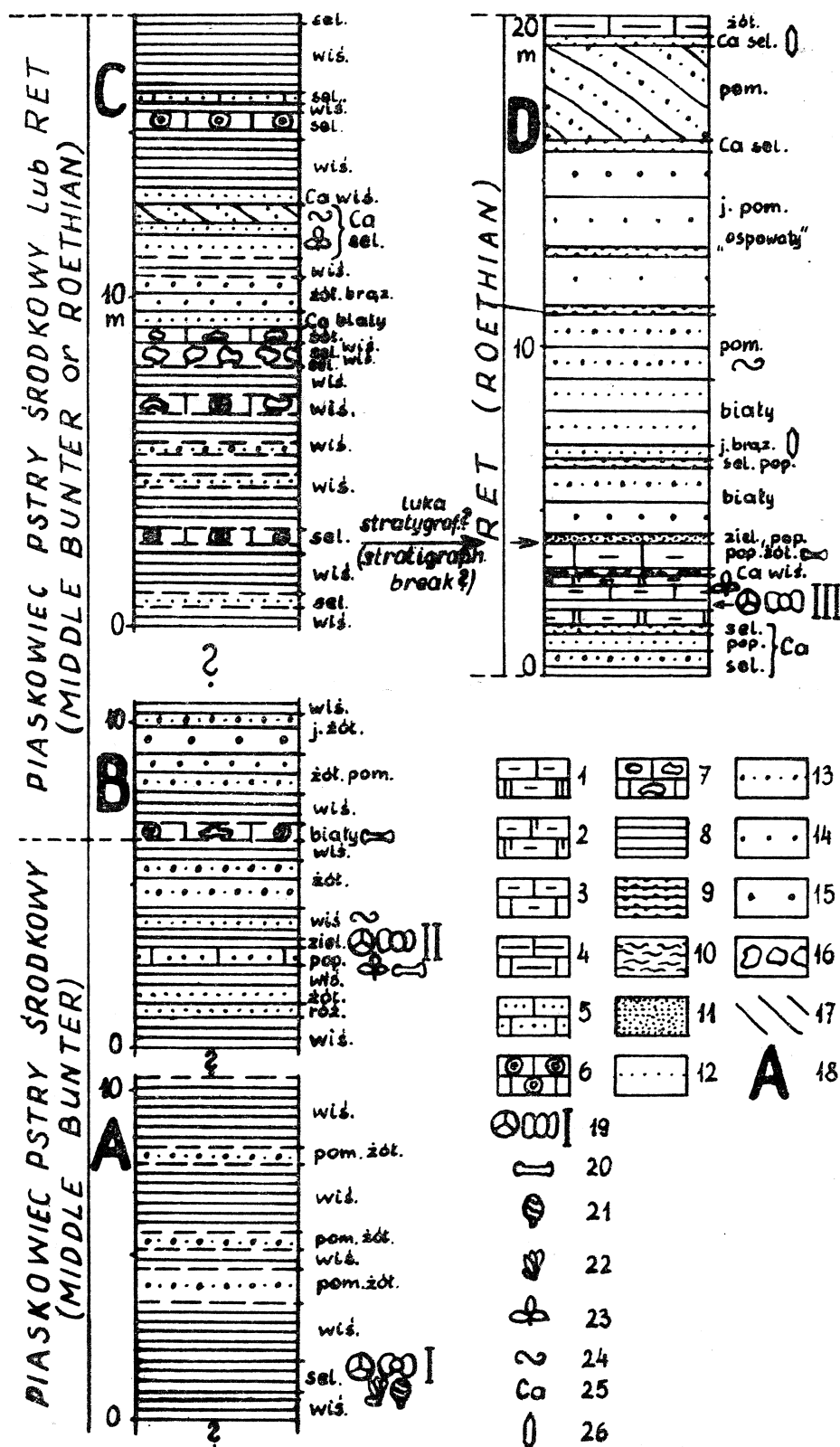
Nowe światło na to zagadnienie rzucają megaspory (tab. 7), które uzyskał autor z trzech różnych punktów piaskowca pstrego (fig. 2). Najniżej w profilu znaleziono zespół megaspor nr I; zbadany udział poszczególnych gatunków przedstawia fig. 3. Skład tego zespołu jest nietypowy, dotychczas nienotowany w Polsce. Stwierdzono tu megaspory, które w in-

Tab. 1

		Środkowy piaskowiec pstry Middle Bunter		Ret Roethian
Megaspory Megaspores	Próby Samples	I	II	III
Trileites aff. validus		x		
Bacutritetes aff. insolitus		x		
Hughesisporites variabilis		x		
Hughesisporites inflatus		x		
Trileites vulgaris		x	x	
Pusulosporites marginatus		x	x	
Pusulosporites inflatus		x	x	
Pusulosporites populosus		x	x	
Echitritetes echinatus		x	x	
Hughesisporites tumulosus		x	x	
Maexisporites parvus		x	x	x
Trileites polonicus			x	
Trileites sinuosus			x	
Trileites flexuosus			x	
Trileites validus			x	x
Bacutritetes insolitus			x	x
Trileites tenellus				x
Trileites grandis				x
Narkisporites brevispinosus				x
Erlansonisporites licheniformis				x

Fig. 2. Profil piaskowca pstrego Bukowia. Odcinki A i B pochodzą z zachodniego zbocza wąwozu, C i D ze wschodniego zbocza. 1 — dolomity margliste; 2 — wapienie dolomityczne margliste; 3 — wapienie margliste; 4 — margle piaszczyste; 5 — wapienie piaszczyste; 6 — wapienie onkoidowe („pseudoolity”); 7 — wapienie z otoczkami skał krzemionkowych; 8 — iłowce; 9 — iłowce piaszczyste; 10 — mułowce; 11 — piaski z ılem; 12 — piaskowce drobnoziarniste; 13 — piaskowce różnoziarniste; 14 — piaskowce średnioziarniste; 15 — piaskowce gruboziarniste; 16 — wapniste zlepienie krzemionkowe; 17 — skośne warstwowanie; 18 — odcinki profilu; 19 — megaspory, miospory i numer próby; 20 — szczątki kręgowców; 21 — łęgny ramienic; 22 — sporańgia?; 23 — makroszczątki roślin; 24 — hieroglify organiczne; 25 — wapnistość osadu; 26 — minerały ciężkie; barwy osadów: brąz. — brązowa; j. brąz. — jasnobrązowa; pom. — pomarańczowa; pop. — popielata; pop. żół. — popielatożółta; róż. — różowa; sel. — seledynowa; wiś. — wiśniowa; ziel. — zielona; żół. — żółta

Fig. 2. Sequence of Bukowie Bunter. Sections A and B of the profile comes from the west slope of the gully; sections C and D — from the east slope. 1 — marly dolomites; 2 — dolomitic marly limestones; 3 — marly limestones; 4 — sandy marls; 5 — sandy limestones; 6 — oncolithic limestones („pseudo-oolites”); 7 — limestones with pebbles of



silicic rocks; 11 — sands with clays; 12 — fine-grained sandstones; 13 — vari-grained sandstones; 14 — medium-grained sandstones; 15 — coarse-grained sandstones; 16 — limy siliceous conglomerates; 17 — inclined bedding; 18 — sections of the profil; 19 — megaspores, miospores and number of sample; 20 — vertebrate remains; 21 — stone-worts oogonium; 22 — sporangia?; 23 — plant macrofossils; 24 — organic hieroglyphs; 25 — limy content; 26 — heavy minerals; rocks colours: biała — white; brąz. — brown; j. brąz. — light-brown; pom. — orange; pop. — grey; pop. żół. — grey-yellow; róż. — pink; sel. — willow-green; wiś. — cherry-red; ziel. — green; żół. — yellow

Megaspory charakterystyczne
dla piaskowca pstrego
środkowego
/R.Fuglewicz 1977b/

Megaspory charakterystyczne
dla retu
/R.Fuglewicz 1977b/

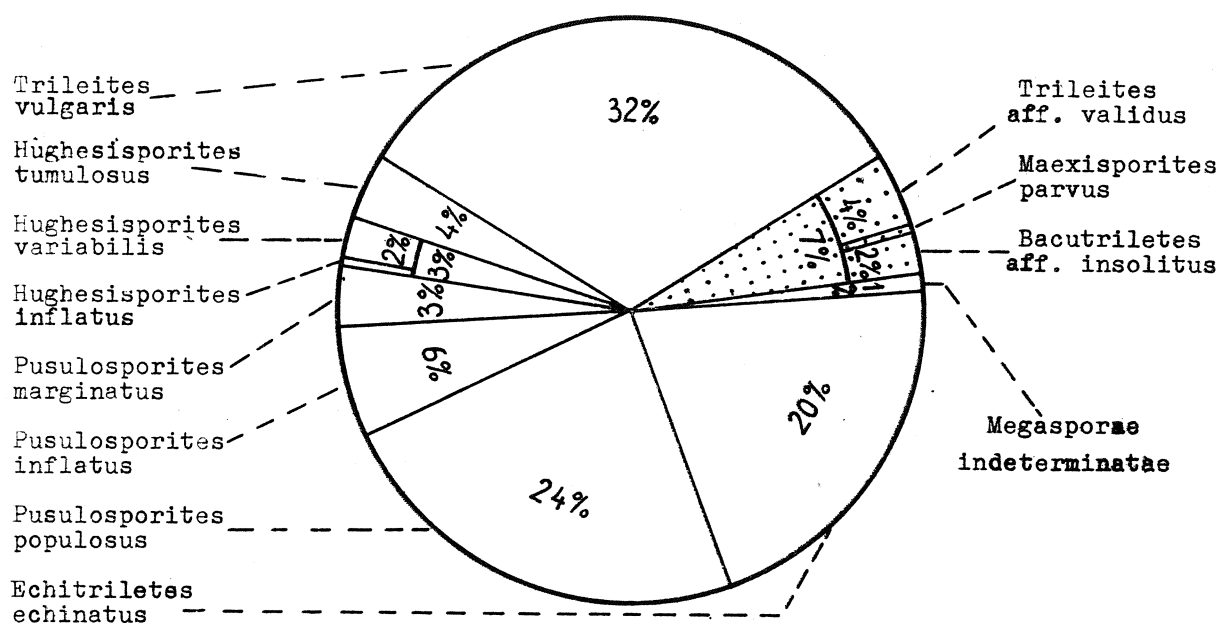


Fig. 3. Procentowy udział gatunków megaspor w próbie nr I (216 megaspor). Obszar zakropkowany oznacza gatunki charakterystyczne dla retu

Fig. 3. Percentage content of megaspore species in the sample no. I (216 megaspores). Left column — species typical for Middle Bunter; right column and pointed area — species typical for Roethian

nych profilach stanowią zawsze dwa odrębne zespoły, występujące osobno, stratygraficznie jeden nad drugim (Fuglewicz 1973—1980). Takie gatunki, jak na przykład *Trileites vulgaris* Fugl., *Pusulosporites populosus* Fugl., *P. inflatus* Fugl., *Hughesisporites tumulosus* Marc., *Echitriteles echinatus* Fugl. charakterystyczne są dla środkowego piaskowca pstrego (należy zaznaczyć, że występujące tu wielkie formy *T. vulgaris* Fugl. mają cechy przejściowe do *T. grandis* Fugl., znanego z retu — patrz opis).

Natomiast okazy oznaczone jako *Trileites aff. validus* Fugl., *Bacutriteles aff. insolitus* Fugl. i *Maexisporites parvus* Fugl. należą do gatunków charakterystycznych dla retu.

Wobec współwystępowania w jednym zespole tych dwóch grup megaspor można uznać, że cały zespół ma charakter przejściowy, jakkolwiek o wyraźnym jeszcze habitusie środkowego piaskowca pstrego.

Drugi zespół megaspor przewodni dla piaskowca pstrego (próba nr II, fig. 4) pochodzi z utworów, które do tej pory (Samsonowicz 1929, Daniec, Karaszewski 1976, Rdzanek 1977, 1980) zaliczono do kajpru, ponieważ leżą na przedłużeniu warstw tej formacji. Zespół ten ma również nietypowy skład, ale jeszcze silniej wyrażony przejściowy charakter. Wśród megaspor typowych dla środkowego piaskowca pstrego niepomniernie powięk-

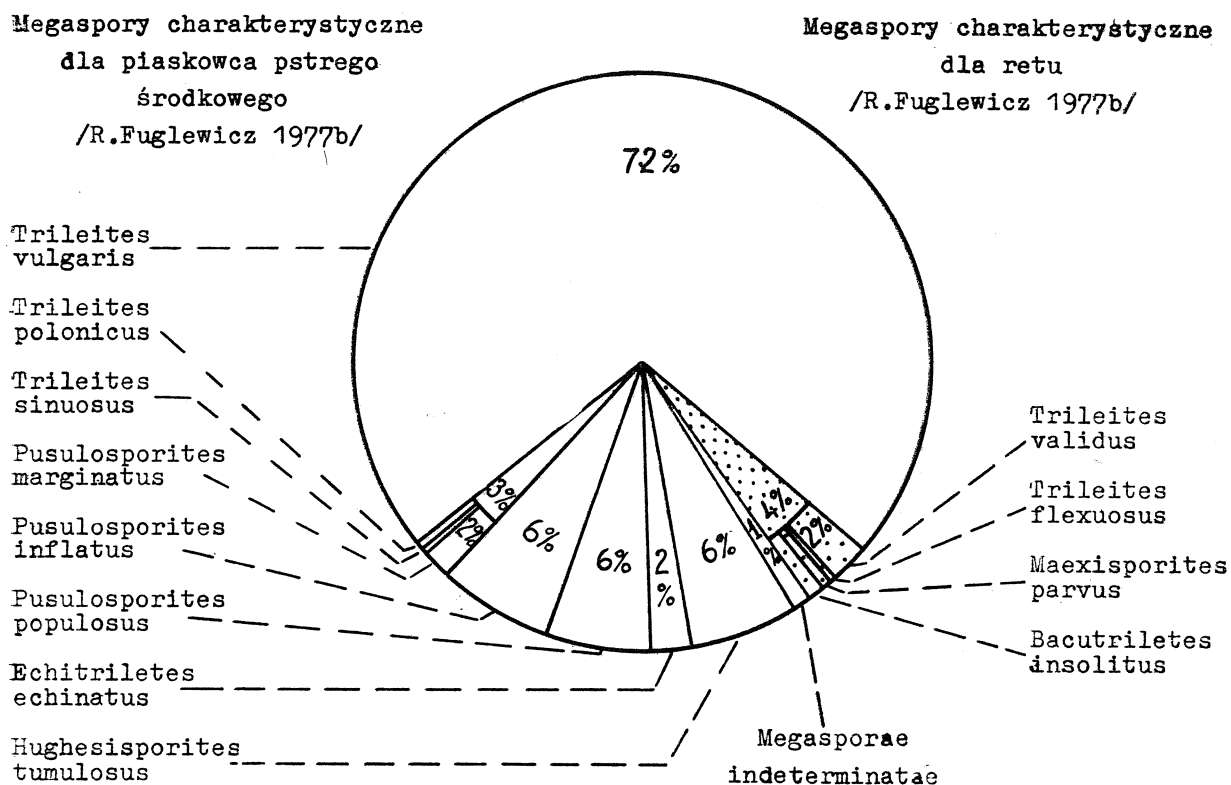


Fig. 4. Procentowy udział gatunków megaspor w próbie nr II (310 megaspor).
Objaśnienia — jak Fig. 3

Fig. 4. Percentage content of megaspore species in the sample no. II (310 megaspores).
Explanations — look Fig. 3

sza się ilościowy udział *T. vulgaris* Fugl. przy redukcji *P. populosus* Fugl. i *E. echinatus* Fugl. oraz podobnym udziale pozostałych gatunków. Jeszcze wyraźniej sytuacja zmienia się wśród megaspor charakterystycznych dla retu. Występują tu teraz: *T. validus* Fugl. (jakkolwiek nie są to jeszcze okazy całkiem typowe), *T. flexuosus* Fugl., *M. parvus* Fugl. i tym razem typowy *B. insolitus* Fugl. W zespole tym napotkano największy ze znalezionych okazów *T. vulgaris* Fugl., przypominających *T. grandis* Fugl. (Pl. I, fig. 3).

Pomimo charakterystycznych dla retu megaspor, z powodu ich nikłego udziału, cały zespół, podobnie jak poprzedni, posiada habitus środkowego piaskowca pstrego, chociaż już mniej wyraźny. Zatem jest to zespół młodszy.

Obydwa zespoły są pierwotne (nie wymieszane wskutek redepozycji). Wskazują na to następujące fakty: próby pochodzą z idealnie jednorodnych, pozbawionych intraklastów ilów; megaspory charakterystyczne dla środkowego piaskowca pstrego są świetnie zachowane (bez śladów redepozycji) i mają olbrzymią przewagę ilościową; megaspory charakterystyczne dla retu na ogół nie są jeszcze formami typowymi.

Najwyżej w profilu (fig. 2) napotkano trzeci, nieliczny zespół, złożony z 16 okazów (próba nr III):

<i>Trileites validus</i> Fugl.	3 okazy
<i>T. tenellus</i> Fugl.	1 okaz
<i>T. grandis</i> Fugl.	1 okaz
<i>Trileites</i> sp.	7 okazów
<i>Maexisporites parvus</i> Fugl.	1 okaz
<i>Bacutriteles insolitus</i> Fugl.	1 okaz
<i>Narkisporites brevispinosus</i> Fugl.	1 okaz
<i>Erlansonisporites licheniformis</i> Fugl.	1 okaz

Są to megaspory charakterystyczne dla retu, brak tu jakichkolwiek elementów starszych. Co więcej, występuje tutaj gatunek *E. licheniformis* Fugl., który jest znany dotychczas tylko z najniższego retu Polski (to jest z warstw podgipsowych) — z platformy wschodnioeuropejskiej — wiercenie Nidzica IG-1 i z monokliny przedsudeckiej (Fuglewicz 1977a, b, 1980 oraz inf. ustna 1980). Można więc sądzić, że zawierające ten zespół osady stanowią odpowiednik części warstw podgipsowych retu.

W Bukowiu daje się zatem prześledzić niemal ciągłą sukcesję flory różnozarodnikowej — od flory środkowego piaskowca pstrego do flory retu. Nie udało się jednak znaleźć takiego zespołu megaspor, w którym megaspory retu miałyby przewagę pod względem ilości gatunków i okazów nad megasporami środkowego piaskowca pstrego. Być może ten etap przebudowy flory przypadał na okres sedymentacji utworów pstrych, głównie wiśniowych, w jakich megaspory nie zachowują się. Rozdzielające III zespół megasporowy od zespołów I i II, osiągając miąższość ponad 27 m.

Zespoły przejściowe (I i II) odpowiadają prawdopodobnie warstwom nadoolitowym, wyróżnionym przez Fuglewicza (1973, 1977a, 1979, 1980). na Niziu Polskim. Za taką interpretacją przemawiają pewne względy teoretyczne, które autor, z powodu braku większej ilości danych, przedstawi w formie wstępnej hipotezy. Poza zaprezentowanymi przesłankami hipoteza ta opiera się na dotychczasowych wynikach prac Fuglewicza (op. cit.), który stwierdził cykliczność pojawiania się flory i „szarozielonkowej” barwy w osadach piaskowca pstrego i zjawiska te powiązał z oscylacjami klimatycznymi wynikającymi z transgresji i regresji.

Występowanie megaspor w środkowym piaskowcu pстрыm w obszarach badanych przez Fuglewicza (op. cit.) ściśle ograniczone jest do warstw oolitowych górnych i brak tam absolutnie megaspor retu. W warstwach nadoolitowych megaspory (jak i wszelkie inne skamieniałości) zupełnie znikają, by ponownie pojawić się dopiero w recie, ale już w całkowicie odmiennym składzie gatunkowym. Warstwy nadoolitowe są to osady czerwone, a więc silnie utlenione. Fakt ten łatwo nasuwał wniosek, że brak skamieniałości w tym odcinku profilu jest spowodowany pustynnymi, suchymi warunkami paleogeograficznymi, w których życie organiczne zanikało.

Jednak brak spor w osadzie nie może być dowodem braku wegetacji roślin w okresie jego sedymentacji. Mogą o tym świadczyć dwa przykłady stwierdzone przez dr M. Ziemińską-Tworzydło (inf. ustna 1979). W kredzie Mongolii, wśród czerwonych piaskowców z bardzo licznymi kośćmi gadów roślinożernych, wymagających dla odżywiania olbrzymiej fitomasy, spotyka się skalcyfikowane makroszczałki roślin lub ich odciski, lecz zupełnie brak spor. Podobnie iły pliocińskie na Niziu Polskim, pomimo doskonałego zachowania się w nich dużych fragmentów roślin, są także całkowicie spor pozbawione. Brak spor w tych przypadkach dr M. Ziemińska-Tworzydło tłumaczy utlenianiem lub zasadowym środowiskiem diagenety wapnistych skał — pod jego długotrwałym wpływem ulegają rozkładowi substancje budujące spory.

Dla obecnych rozważań jeszcze bardziej doniosłe są fakty znane z piaskowca pstrego Gór Świętokrzyskich. Występują tu osady o barwach zdradzających silne utlenienie — spor w nich nie ma. Co więcej — nie stwierdzono tu dotychczas także makroszczałków flory. A jednak istnieją dowody wegetacji roślin w czasie ich tworzenia się. Świadczą o niej tropy gadów w piaskowcach retu (Karaszewski 1966 oraz okazy w kolekcji autora), tropy gadów pośród wydmowych piaskowców tumlińskich (Gradziński i inni 1979), tropy znalezione w okolicy Boleszyna (Ptaszyński 1979) i liczne kości płazów bądź gadów w „warstwach labiryntodontowych” (Samsonowicz 1929, Senkowiczowa, Ślaczka 1962, Senkowiczowa 1970). Jak w kredzie Mongolii, tak i tutaj rośliny musiały być pokarmem dla tych zwierząt lub ich ofiar, a ponadto służyć im za schronienie w ówczesnym podzwrotnikowym klimacie. Do podobnych wniosków doszedł także Ptaszyński (1979). Przeciwno pustynnemu klimatowi wypowiedzieli się też Senkowiczowa i Ślaczka (1962). Autor uważa, że szczątki żyjących wówczas roślin nie zachowały się prawdopodobnie z powodu mechanicznego wietrzenia przy wielokrotnej redepozycji oraz intensywnego utleniania na powietrzu.

W innych miejscach w Polsce w równowiekowych osadach spory występują (tak w recie, jak i w utworach odpowiadających „warstwom labiryntodontowym”, gdyż „warstwy” te, ze względu na wapnistość osadu i zawartość fauny morskiej w korelowanych z nimi „warstwach z *Gervillia munchisoni*”, należy, wydaje się, wiązać z okresem warstw oolitowych górnych). Oznacza to, że w Górach Świętokrzyskich w trakcie sedymentacji wymienionych osadów nie było warunków sprzyjających fosylizacji spor mimo istnienia flory.

Ostatecznie więc nie można wykluczyć, że roślinność istniała na terenie basenu środkowoeuropejskiego również w okresach tworzenia się w nim wielkich kompleksów skał czerwonych (warstwy międzyoolitowe i warstwy nadoolitowe), grupując się wokół okresowych zbiorników wodnych. Stwierdzone przez Fuglewicza (1973—1980) przemiany flory polegały więc na jej ewolucji w obrębie basenu środkowoeuropejskiego.

Pogarszanie się warunków wegetacji podczas regresji mórz mogło stać się czynnikiem inicjującym przemiany ewolucyjne poszczególnych populacji roślin wskutek przesunięć w dotychczasowych kierunkach działania doboru naturalnego. Dodatkowo prawdopodobnie doszło do izolacji geograficznej poszczególnych siedlisk flory trzymającej się szczątkowych zbiorników wodnych. W tej sytuacji przemiany flory mogły iść w każdym siedlisku niezależną drogą, prowadząc do rozbicia dawnych populacji na szereg nowych odmian i gatunków. Stąd też, jeśli nawet część gatunków wymarła nie dając następców, całkowita ilość gatunków w basenie środkowoeuropejskim nie tylko nie zmalałaby w okresie kontynentalizacji środowiska, ale dzięki specjacji mogłaby się zwiększyć.

W jakiś czas po transgresji morza warunki kontynentalne zaczęły stopniowo zanikać. Należy oczekiwać, że gatunki i odmiany skrajnie przystosowane do tych warunków musiały wymrzeć. Być może tym trzeba tłumaczyć zanik *E. licheniformis* Fugl. w najniższym recie i podobny zasięg formy opisanej tu pod nazwą *T. aff. validus* Fugl. Wraz z rozpowszechnieniem nowych, łagodniejszych warunków, prawdopodobnie pojawiły się nowe, wolne nisze ekologiczne, a zetknięcie się odmian o podobnych wymaganiach środowiskowych po połączeniu izolowanych dotąd zbiorników stworzyło między tymi odmianami konkurencję o miejsce w środowisku. Była więc okazja do powstania dodatkowych gatunków. Fuglewicz (1980, str. 463) pisze, że „połączenie z morzem otwartym spowodowało pewien wzrost wilgotności klimatu, co sprzyjało ewolucji roślinności różnorodnikowej”, ale nie podaje dowodów tej ewolucji w postaci form przejściowych. Możliwe, że form takich już nie było, gdyż ewolucja odbyła się raczej przed ustąpieniem warunków kontynentalnych, w których spory nie mogły się zachować.

Poza wymienionymi przesłankami na ewolucję flory megasporowej w granicach basenu środkowoeuropejskiego wskazuje też spostrzeżenie Fuglewicza (1980 oraz inf. ustna 1980), że niektóre gatunki megaspor charakterystyczne dla retu wywodzą się z odpowiednich gatunków środkowego piaskowca pstrego. Natomiast pierwszym materiałem dowodowym zdają się być zespoły megaspor z Bukowia. Prześledzić można na ich przykładzie dwa procesy zmian ewolucyjnych (prof. A. Urbanek, inf. ustna 1980). Jeden z nich to stopniowe zmiany fenów, inaczej morf, w kolejnych poziomach stratygraficznych (zonal evolution). Zmianom wyglądu megaspor towarzyszy zjawisko zmiany struktury biocenozy na korzyść gatunków charakterystycznych dla retu, których jest coraz więcej.

Nie jest jasne, dlaczego tylko w Bukowiu zachowały się przejściowe zespoły megaspor. Mogło tu zaważyć kilka przyczyn, jak ograniczenie szaty roślinnej do szczątkowych zbiorników czy też brak w innych miejscach odpowiednich warunków fosylizacji. Być może tylko w południowo-wschodniej Polsce istniały okresowo zbiorniki wodne na tyle głębokie i trwałe, że na dnie wytwarzały się warunki redukcyjne, umożliwia-

jące zachowanie się spor. Mogła też być inna przyczyna, nie związana z warunkami paleohydrograficznymi — nie można wykluczyć, że tylko w Bukowiu zachowały się osady tego wieku.

Zgodnie z zarysowaną hipotezą, większość gatunków roślin różnorodnikowych retu powstała w okresie depozycji warstw nadoolitowych i co najwyżej w okresie transgresji morza retu. Oznacza to, że szereg gatunków spor charakterystycznych dla retu pojawiło się już przed retem. Ma to określone konsekwencje dla badań stratygraficznych.

Po przedyskutowaniu powyższych zagadnień można teraz wrócić do pozycji stratygraficznej osadów zawierających przejściowe zespoły (I i II) megaspor z Bukowia. Jak wspomniano, udział gatunków charakterystycznych dla retu i przypominających retowe w obydwu zespołach przejściowych jest jeszcze bardzo mały. Zespoły te reprezentują więc początkowy etap przemian flory, a zatem powstały w okresie kontynentalnym, w czasie sedymentacji warstw nadoolitowych.

Tym samym spąg retu leży w Bukowiu powyżej przejściowych zespołów megaspor, a jednocześnie poniżej zespołu megaspor wyłącznie retowych. Ponieważ ret jest facją morską, jego dolną granicę można by postawić w spągu występujących tu zlepieńców (fig. 2), jako ewentualnego wskaźnika momentu transgresji morza retu. Podobnie uczynił Fuglewicz (1973, 1977a, 1980) dla wielu profili w Polsce. Z takiej lokalizacji omawianej granicy wynikałoby, że występujące w Bukowiu tak zwane „warstwy pseudoolitowe” w dolnej części należą do środkowego piaskowca pstrego, a w górnej do retu. Jednak ze względów sedymentologicznych należałoby przyjmować, że tak charakterystyczne utwory jak „pseudoolity” (to jest wapienie onkoidowe — Barczuk 1979), tworzyły się raczej w jednym cyklu sedymentacyjnym — albo w warunkach kontynentalnych piaskowca pstrego, albo jako osad rozpoczynający cykl retu w warunkach transgresji). Jednak węglanowy skład i onkoidowa struktura „pseudoolitów” nie mogą świadczyć o morskim pochodzeniu (Barczuk 1979 nie podaje przekonujących dowodów „morskości” tych osadów, jakimi byłyby np. powszechna blasteza kwarcu z tendencją do tworzenia form automorficznych czy mikrofauna morska), a tym bardziej o retowym ich wieku. Utwory węglanowe, w tym oolity, znane są powszechnie w Polsce także z piaskowca pstrego środkowego i dolnego (na Niżu — warstwy oolitowe, w Górach Świętokrzyskich — wapniste „warstwy z Zagnańska”, „warstwy z Gervilleia” i „warstwy labiryntodontowe” — Senkowiczowa 1970). Ponadto kompleks „pseudoolitowy” w Bukowiu leży bezpośrednio nad warstwami zawierającymi przejściowe zespoły megaspor (fig. 2) „Pseudoolity” mogą więc wiekowo odpowiadać najważniejszemu etapowi wymiany flory na retową (obejmującemu między innymi wymarcie ostatnich gatunków starych); wymiana ta, zgodnie z przedstawioną wcześniej hipotezą nastąpiła generalnie przed retem. W związku z tym do niewątpliwego retu zaliczono skały nad kompleksem

„pseudoolitowym”, zawierają one III zespół megaspor i są węglanowe lub wapniste. Pojawienie się węglanu wapnia przyjęto warunkowo jako ewentualny wskaźnik morskiej facji, ponieważ wydaje się tu istnieć jeszcze jedna oznaka morza retu, o czym świadczą poniższe uwagi.

Fuglewicz (1977a) zwrócił uwagę na prawidłowość, że w osadach morskich retu masowo występują megaspory gładkie, w limnicznych zaś odpowiadających wiekowo retowi — ornamentowane. Związek gatunków z facją pośrednio wynika też z pracy Gajewskiej i Marcinkiewicz (1978), w której trzykrotnie podkreśla się (m.in. str. 519), że „megaspory występujące w kompleksach skalnych należy traktować jako szczątki napławione w pobliżu miejsc wegetacji ich roślin macierzystych”. Można więc wnioskować, że w osadach limnicznych powinny masowo występować megaspory roślin śródlądowych plus ewentualnie bardzo mały udział megaspor roślin nadmorskich przyniesionych przez podmuchy silnego wiatru, a w morskich osadach masowo megaspory roślin rosnących w strefie brzegowej morza plus pewien udział megaspor „śródlądowych”, przyniesionych tu przez rzeki i wiatr. Tak na przykład Marcinkiewicz (op. cit.) w ślad za Fuglewiczem (1977a) wysuwa przypuszczenie, że gładkie megaspory *Trileites validus* Fugl. wytworzyła roślina rosnąca blisko brzegu morskiego, gdyż w osadach morskich gatunek ten występuje masowo, a w limnicznych w ogóle nie występuje (por. Fuglewicz 1973). Warto nadmienić, że współcześnie namorzyny (na przykład *Rhizophora coniugata*) wytwarzają nasiona o takich kształtach, aby ruch wody nie wynosił nasion z optymalnej strefy wegetacji tych roślin. Po podkiełkowaniu na roślinie (charakterystyczne „żyworództwo” namorzynów, mające na celu jak najszybsze zakorzenienie po zasianiu) nasiona te w kształcie harpuna wbijają się w ilaste dno blisko rośliny macierzystej. Natomiast zarodniki tych roślin triasowych, które miały charakter namorzynowy, jak rodzina *Pleuromeiaceae* (Krassilov, Zakharov 1975, Retallack 1975), ze względu na małe rozmiary i ciężar w porównaniu z nasionami dzisiejszych namorzynów nie były w stanie zapadać w il dostatecznie głęboko. Przyklejone do łu mogły stosować jedynie bierny opór wobec siły wód i wiatru, wynoszącymi je z optymalnej strefy wegetacji w kierunku brzegu lub na otwarte wody. Dlatego też kształty megaspor musiały być opływowe a powierzchnia gładka, gdyż wszelka ornamentacja utrudnia zapadanie w il, a sprzyja wypłukiwaniu z łu i przenoszeniu przez wiatr i wodę. U namorzynowej rośliny *Pleuromeia olonekensis* Krassilov megaspory miały pewną ornamentację (niskie i rozmyte *muri* łączące się w niewyraźną siatkę), gdyż roślina ta prawdopodobnie nie rozsypywała pojedynczych megaspor, ale zrzucała całe sporofile ze sporangiami (Krassilov, Zakharov 1975). Nawet silniej rozwinięta ornamentacja megaspor nie miałaby wpływu na ich rozprzestrzenianie się. Dodać należy, że wszystkie pozostałe znane triasowe rośliny z rodziny *Pleuromeiaceae* wytwarzały megaspory prawie lub zupełnie pozbawione ornamentacji (Retallack

1975). Prawdopodobnie jednak namorzyny triasowe uzależnione były nie tyle od pływów, co od zasolenia wody. Mogły więc porastać brzegi również słonych zbiorników lądowych.

Skupiska triasowych roślin namorzynowych, podobnie jak współczesnych namorzynów, złożone były z przedstawicieli tylko jednego gatunku (Retallack 1975) i mogły pokrywać większe obszary wzdłuż strefy brzegowej. Dostarczały one do przybrzeżnych osadów słonowodnych olbrzymie ilości megaspor niemal zupełnie niezróżnicowanych morfologicznie. Natomiast megasporę roślin śródlądowych były znoszone do zbiorników przez rzeki i wiatr z różnych środowisk wegetacji, dzięki czemu ich skład gatunkowy w przybrzeżnym osadzie słonolubnych jest urozmaicony, ale pod względem ilości egzemplarzy muszą tu ustępować megasporom roślin słonolubnych. Dlatego wskaźnikiem morskiej przybrzeżnej facji nie może być stosunek ilości gatunków słonolubnych do ilości gatunków „śródlądowych” w próbie, lecz stosunek ilości egzemplarzy odpowiednich grup spor. Proporcje ilościowe prawdopodobnie mogą się znów odwrócić w osadach wód otwartych, gdzie gładkie megasporę już prawie nie docierają nie mając organów nośnych, gdy tymczasem mniej liczne megasporę ornamentowane mogą ulec tam ilościowemu wzbogaceniu. Ponieważ sedymentacja iłów w wodach otwartych przebiega powoli, te „rzadkie” megasporę mogą być w rozmacerowanej małej próbie bardzo liczne. Sytuację taką stwierdził autor w górnym wapieniu muszlowym w Bukowiu, w próbie z warstwy iłowca na kilkadziesiąt ornamentowanych megaspor było tylko kilka okazów gładkich (mających jednocześnie bardzo małą średnicę).

Kierując się podanym stosunkiem ilościowym i pomijając możliwe odstępstwa od reguły wypadałoby uznać, że próba II, zawierająca 81% gładkich megaspor wskazuje środowisko przybrzeżne (próbę pobrano z jednocentymetrowej warstewki ciemnozielonego iłowca, leżącej na piaszczystym wapieniu ze szczątkami ryb *Ceratodus serratus* Agass.), natomiast próba I (43% egzemplarzy bez ornamentacji) może wskazywać środowisko przejściowe (1 m seledynowego iłowca wśród iłowców wiśniowych), panujące np. bliżej centrum zbiornika.

Także interpretacja facjalna megaspor z próby III, uzyskanej z warstewki iłowca w utworach leżących bezpośrednio na omawianym wcześniej kompleksie „pseudoolitowym”, jest jednoznaczna pomimo małej ilości okazów. Na 16 megaspor tylko trzy są ornamentowane, jedna o powierzchni ziarnistej, a pozostałe (to jest 75%) są gładkie. Szale wydaje się przeważać występowanie *T. validus* Fugl. (3 okazy), gatunek ten, jak podano wyżej, jest powszechnie uznany za wskaźnik morskiej facji (wskaźnik retu).

Wszystkie przedstawione fakty wskazują, że osady leżące nad kompleksem „pseudoolitowym” należą do retu, a ze względu na obecność *E. licheniformis* Fugl. i prawdopodobne sedymentacyjne powiązanie z tym

kompleksem (Rdzanek 1980), może być to ret najniższy. O ile wapienie margliste, zawierające ten gatunek, odpowiadają wiekowo również marglistym „warstwom z Młodzaw” Senkowiczowej (1966a), to „warstwy” te należałoby korelować nie z serią międzygipsową na Niżu, jak figuruje w wymienionej pracy, lecz z górną częścią serii podgipsowej („warstw z Radoszyc”).

Przedstawiona interpretacja dolnej granicy retu odbiega nieco od wniosków Senkowiczowej (1966a, b, 1970) i Barczuka (1979). Senkowiczowa (op. cit.) pisze, że we wschodniej części Gór Świętokrzyskich albo występuje luka sedymentacyjna pomiędzy środkowym piaskowcem pstrym i retem, obejmująca ret dolny (lub cały ret — jak w Szewnej koło Ostrowca), albo cały ret dolny zawarty jest w pstrych łach powyżej „pseudoolitów”. Natomiast Barczuk (1979) przyjmuje pierwszą z tych wersji. Ponieważ do retu przyłącza on kompleks „pseudoolitowy” traktując go jako ret dolny (czego jednak nie uzasadnia i co nie wynika z przedstawionych przez niego danych), w konkluzji pisze o luce między dolnym retem (utożsamianym z kompleksem „pseudoolitowym”) i retem górnym. Luka w Bukowiu wydaje się istnieć, ale jak wynikałoby z obecności *E. licheniiformis* Fugl. i prawdopodobnej ciągłości sedymentacji z kompleksem „pseudoolitowym” nie pod wapieniami, a nad nimi. Spoczywają tam piaskowce miąższości ok. 15 m (fig. 2), które mogą stanowić odpowiednik dopiero retu najwyższego. W wypadku, gdyby to był odpowiednik całego retu górnego i wyższej części dolnego, jego wykształcenie byłoby nietypowe, odbiegałoby od wykształcenia podanego przez Senkowiczową (1966a, 1970) jako charakterystyczne dla tej strefy północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Do najwyższego retu Senkowiczowa (1970) zaliczyła też analogiczne piaskowce (odsłonięte w górnej części) w Dołach Biskupich (4 km na NW od Bukowia). Tak więc luka stratygraficzna przebiegałaby między wapieniami z *E. licheniiformis* Fugl. a piaskowcami.

Luka ta mogła być odbiciem szerszych ruchów w środkowej Europie, których skutkiem była faza regresyjna morza retu na Niżu i ewaporaty — warstwy gipsowe, a także kompensacyjne obniżenie na południowym wschodzie — brama polskich Karpat wschodnich. Przez tę bramę transgresja z mórz południowych postępowała właśnie dopiero w recie górnym (Senkowiczowa 1962). Być może brama ta była pierwszym etapem tworzenia się południowo-wschodniego odcinka bruzdy polsko-duńskiej, który później (w jurze?) połączył się z głównym odcinkiem północno-zachodnim. Na ogólnie triasowy wiek przedłużenia „aulakogenu środkowopolskiego” ku SE i jego połączenia z geosynkliną karpacką wskazywał też Pożaryski (1975).

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Barczuk A. (1979), Studium petrograficzne utworów pstrego piaskowca w północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Petrographic study of the Buntsandstein sediments from the north-eastern border of the Holy Cross Mts (Central Poland). *Arch. Miner.* 35, 2: 87—155, Warszawa.
- Daniec J., Karaszewski W. (1976), Wykształcenie, tektonika i surowce mineralne wybranych ogniw starszego mezozoiku północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Przewodnik 48 zjazdu Pol. Tow. Geol. Starachowice*: 158—181, Warszawa.
- Fuglewicz R. (1973), Megaspores of Polish Buntersandstein and their stratigraphical significance. *Acta palaeont. pol.* 18, 4: 401—453, Warszawa.
- Fuglewicz R. (1977a), Stratygrafia pstrego piaskowca na południowo-zachodnim brzegu monokliny przedsudeckiej. Stratigraphy of the Bunter in the SW margin of the Fore-Sudetic Monocline. *Acta geol. pol.* 27, 4: 471—479, Warszawa.
- Fuglewicz R. (1977b), New species of megaspores from the Trias of Poland. *Acta palaeont. pol.* 22, 4: 405—431, Warszawa.
- Fuglewicz R. (1979), Stratygrafia pstrego piaskowca w wierceniu Otyń IG-1 (monoklina przedsudecka). Stratigraphy of Buntsandstein in the borehole Otyń IG-1 (Fore-Sudetic Monocline, Poland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 49, 3: 277—286, Warszawa—Kraków.
- Fuglewicz R. (1980), Stratigraphy and palaeogeography of Lower Triassic in Poland on the basis of megaspores. *Acta geol. pol.* 30, 4: 417—470, Warszawa.
- Gajewska I., Marcinkiewicz T. (1978), O megasporach i litostratygrafii pstrego piaskowca SW obszaru monokliny przedsudeckiej. On megaspores and litostratigraphy of the Bunter in the SW part of the Foresudetic Monocline. *Acta geol. pol.* 28, 4: 517—523, Warszawa.
- Gradziński R., Gągor J., Ślaczka A. (1979), The Tumlin Sandstone (Holy Cross Mts, Central Poland): Lower Triassic deposits of aeolian dunes and interdune areas. *Acta geol. pol.* 29, 2: 151—175, Warszawa.
- Grauvogel-Stamm L. (1978), La flore du Grès à Voltzia (Buntsandstein Supérieur) des Vosges du Nord (France). Morphologie, anatomie, interprétations phylogénique et paléogéographique. *Mém. Sci. Géol.* 50: 3—225, Strasbourg.
- Karaszewski W. (1966), Tropy gadów i ślady wleczenia na powierzchni piaskowca retu z Jarug pod Ostrowcem Świętokrzyskim. Reptile tracks and dragging traces on the Rhoethian sandstone surface observed in Jarugi near Ostrowiec Świętokrzyski (Central Poland). *Kwart. Geol.* 10: 327—333, Warszawa.
- Krassilov V. A., Zakharov Yu. D. (1975), Pleuromeia from the Lower Triassic of the Far East of the USSR. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 19, 3: 221—232, Amsterdam.
- Pożaryski W. (1975), Pozycja tektoniczna Polski w świetle wyników badań Morza Północnego. *Przegl. Geol.* 12: 575—584, Warszawa.
- Ptaszyński T. J. (1979), Budowa geologiczna okolic Nietuliska koło Ostrowca Świętokrzyskiego. (niepublikowane — unpublished), *Archiwum Inst. Geol. Podst. Uniw. Warsz.*: 1—177, Warszawa.
- Rdzanek K. (1977), Trias brachyantykliny Bukowia — litologia i stratygrafia na podstawie mikroflory. (niepublikowane — unpublished), *Archiwum Inst. Geol. Podst. Uniw. Warsz.*: 1—73, Warszawa.
- Rdzanek K. (1980), Uwagi o litostratygrafii triasu wąwozu Bukowia (Góry Świętokrzyskie). *Przegl. Geol.* 1: 24—31, (oraz uzupełnienia — *Przegl. Geol.* 3: 197), Warszawa.
- Retallack G. (1975), The life and times of a Triassic lycopod. *Alcheringa* 1, 1: 3—29, Adelaide.

- Samsonowicz J. (1929), Cechsztyń, trias i lias na północnym zboczu Łysogór. Le Zechstein, le Trias et le Liasique sur le versant nord du Massif de S-te Croix. *Spraw. Pol. Inst. Geol.* 5, 1—2: 1—281, Warszawa.
- Senkowiczowa H. (1962), Wpływy fauny alpejskiej w osadach retu i wapienia muszlowego na obszarze Polski. Alpine fauna in the Röt and Muschelkalk sediments of Poland. In: *Księga pamiątkowa ku czci prof. J. Samsonowicza*. Pol. Akad. Nauk: 239—275, Warszawa.
- Senkowiczowa H. (1966a), Podział i rozwój facjalny retu w Górach Świętokrzyskich. Subdivision and facial development of Roethian in the Święty Krzyż Mts. *Kwart. Geol.* 10, 3: 769—785, Warszawa.
- Senkowiczowa H. (1966b), Wpływ budowy strukturalnej i morfologii paleozoiku Gór Świętokrzyskich na rozwój osadów triasowych. Influence of Palaeozoic structure and morphology of the Święty Krzyż Mts. area upon the development of Triassic deposits. *Kwart. Geol.* 10, 4: 986—1002, Warszawa.
- Senkowiczowa H. (1970), Trias (bez utworów retyku). W: *Stratygrafia mezozoiku obrzeżenia Gór Świętokrzyskich*. Triassic (without Rhaetian deposits). In: *The stratigraphy of the Mesozoic in the margin of the Góry Świętokrzyskie*. *Prace Inst. Geol.* 56: 7—48, Warszawa.
- Senkowiczowa H., Ślaczka A. (1962), Pstry piaskowiec na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. The Bunter on the Northern Border of the Holy Cross Mts. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 32, 3: 313—338, Warszawa—Kraków.

SUMMARY

In the present study, typical (transitional) specimens of some megaspore species (particulary *Trileites* aff. *validus* Fugl., *T. vulgaris* Fugl. and *Bacutritiles* aff. *insolitus* Fugl.) are described. These megaspores belong to three assemblages. Two lower ones (Fig. 3 and 4, Tab. 1) have transitional features but due to the insignificant content of Roethian specimens and their non-typical appearance, both assemblages possess a habitus of Middle Bunter. Only the youngest megaspore assemblage contains species that are typical for the Roethian. In this assemblage there is *Erlansonisporites licheniformis* Fugl., found up to date only in the lowermost Roethian i.e. in the so called sub-gypsum beds (Fuglewicz 1977a, b, 1980).

Fuglewicz (1973—1980) has proposed the following subdivision of the Bunter: greenish-grey sediments with abundant megaspores as the lower- and upper oolitic beds and red sediments without megaspores as the sub-, inter- and supraoolitic beds. Some red sediments barren of spores contain many bones of tracks of amphibians and reptiles. Therefore plants had to exist there, also. It is possible that plant assemblages existed during the sedimentation of the red inter- and supra-oolitic Bunter beds, but were not preserved in the rocks. During these continental periods, floral evolution probably took place due to the geographical isolation of plant communities and new environmental conditions within the Bunter basin.

Transitional features of the two lower megaspore assemblages and the

third, Lower Roethian assemblage show an almost continuous floristic succession at Bukowie. On the other hand, in the Polish Lowlands there is always a break in the palaeontological record between the flora of the Middle Bunter and Roethian (Fuglewicz 1973—1980). A discontinuous surface arrangement of vegetation growing in a probably dry environment could be a primary reason for this situation. Weathering and oxidizing of sediments (and spores) deposited by seasonal rivers and reservoirs could be a secondary cause. A stratigraphical hiatus can be another reason.

As the process of vegetational succession exchange of a Middle Bunter type into a Roethian one had started before the Tethys ingression, the presence of the first Roethiantype species in transitional megaspore assemblages could not be basis for fixing the base of the Roethian.

The Roethian Lower boundary at Bukowie can be fixed at the bottom of the „pseudo-oolites”. Such specific sediments as „pseudo-oolites” (oncolithic limestones — Barczuk 1979) can be used as an indicator of the Roethian transgression. This boundary can likewise be fixed at the top of variegated rocks with "pseudo-oolites". These separate the megaspore assemblages of the Middle Bunter environment and the Roethian megaspore assemblage. The marine origin of sediments with the youngest megaspore assemblage is also proved by lithology (Fig. 2), by presence of *T. validus* Fugl. (Fuglewicz 1977a; Gajewska and Marcinkiewicz 1978) and by the predominance of specimens without ornamentation. Parent plants of smooth (unornamented) megaspores had mangrove features (*Pleuromeiaceae* family — Krassilov, and Zakharov 1975; Retallack 1975). They prevented their megaspores from being carried away from an optimal environmental (nearshore) zone by producing smooth megaspores; any ornamentation causes spores to be picked up from clay and transported by wind and water (*Pleuromeia olonekensis* Krassilov produced slightly ornamented megaspores but it shed whole megasporophylls — Krassilov and Zakharov 1975). Present mangroves (as *Rhizophore coniugata*) make that defence more perfect. Their seeds sprout already at the parent plant (which allows them to take root as soon as possible) and due to their harpoon-like structure they stick deeply into the clayey bottom close to the plant. Some ornamented megaspores were carried by rivers and wind away from shore, but these were less frequent than smooth megaspores in the nearshore zone. For from shore, however, they could probably be more frequent, since smooth megaspores are not transported there. The author observed such a situation in the Upper Muschelkalk of Bukowie. Hence smooth megaspores indicate a near-shore environment.

The sediments of probably lowermost Roethian are overlain at Bukowie by sandstones that can be an equivalent of the uppermost Roethian (Rdzanek 1980). This indicates a non-conformity at Bukowie. This break

could have been caused by large-scale tectonic movements in Central Europe that resulted in a regressive phase of the Roethian sea (evaporites) as well as in a connection with the Tethys ocean through the Polish Eastern Carpathian Gate, as that connection occurred not before the Upper Roethian (Senkowiczowa 1962).

OBJAŚNIENIA PLANSZ — EXPLANATION OF PLATES

Plansza I — Plate I

- Fig. 1. *Trileites validus* Fugl., $\times 100$, ret, próba III — Roethian, sample III
Fig. 2a, 2b. *Trileites* aff. *validus* Fugl., $\times 100$, ten sam okaz w różnych oświetleniach, piaskowiec pstry środkowy, próba I — the same specimen at various expositions, Middle Bunter, sample I
Fig. 3. *Trileites vulgaris* Fugl., $\times 100$, piaskowiec pstry środkowy, próba II — Middle Bunter, sample II
Fig. 4. *Pusulospirites populosus* Fugl., $\times 100$, piaskowiec pstry środkowy, próba II — Middle Bunter, sample II
Fig. 5a, 5b. Sporangia ?, $\times 60$, ten sam okaz z dwóch stron, piaskowiec pstry środkowy, próba I — Sporangia ?, two sides of the same specimen, Middle Bunter, sample I
Fig. 6a, 6b. Sporangia?, $\times 60$, drugi okaz z dwóch stron, piaskowiec pstry środkowy, próba I — Sporangia ?, two sides of another specimen, Middle Bunter, sample I

Plansza II — Plate II

- Fig. 1. *Erlansonisporites licheniformis* Fugl., $\times 190$ — SEM, ret, próba III — Roethian, sample III
Fig. 2. *Echitriletes echinatus* Fugl., $\times 100$, piaskowiec pstry środkowy, próba II — Middle Bunter, sample II
Fig. 3. *Hughesisporites tumulosus* Marc., $\times 100$, piaskowiec pstry środkowy, próba II — Middle Bunter, sample II
Fig. 4. *Pusulospirites marginatus* Fugl., $\times 100$, piaskowiec pstry środkowy, próba II — Middle Bunter, sample II
Fig. 5. *Pusulospirites inflatus* Fugl., $\times 100$, piaskowiec pstry środkowy, próba II — Middle Bunter, sample II
Fig. 6. *Bacutriteles insolitus* Fugl., $\times 200$ — SEM, ret, próba III — Roethian, sample III
Fig. 7a, 7b. *Bacutriteles* aff. *insolitus* Fugl., SEM: 7a — $\times 200$; 7b — $\times 600$ (fragment okazu 7a — fragment of the specimen 7a), piaskowiec pstry środkowy, próba I — Middle Bunter, sample I

Pl. I i Pl. II (okazy 2, 3, 4, 5) fot. L. Łuszczewska

Pl. I and Pl. II (specimens 2, 3, 4, 5) phot. by L. Łuszczewska

