

JERZY MROCZKOWSKI

## Sedimentacja pstrego piaskowca w niecce północnosudeckiej

SEDIMENTATION OF THE BUNTER IN THE NORTHSUDETIC BASIN

**STRESZCZENIE:** W pracy przedstawiono wyniki badań piaskowca pstrego niecki północnosudeckiej. Analizie poddano: skład piaskowca, pochodzenie materiału klastycznego i kierunki jego transportu oraz środowisko sedymentacyjne. Stwierdzono, że piaskowiec pstry reprezentują głównie piaskowce kwarcowe, zawierające niewielkie domieszki niestabilnych minerałów i fragmenty skał. Materiał pochodzi w znacznej części z przeróbki osadów cechsztynu oraz z krystalicznych skał bloku Karkonoszy i masywu strzegomskiego. Był on transportowany na północ po łagodnie nachylonej równinie, przez potoki typu roztok. Zmiany w składzie piaskowców nie są związane z przynależnością do różnych poziomów stratygraficznych czy też różnych facji, lecz wynikają z ich położenia względem obszaru źródłowego.

### (WSTĘP

Osady triasu w niecce północnosudeckiej wykształcone są w facji środkowoeuropejskiej. Dolny trias obejmuje piaszczystą część dolną i środkową — piaskowiec pstry, oraz wapienno-marglistą górną — ret. Dla piaskowca pstrego niecki północnosudeckiej przyjmuje się podział wprowadzony przez H. Scupina (1933). Wykazuje on wyraźne analogie do podziału dolnego triasu w Turyngii.

Wychodnie pstrego piaskowca pojawiają się wzdłuż brzegów niecki, w pasie ciągnącym się od Żarskiej Wsi przez Gościszów, Niwnice, Radłówkę, Lwówek, Mojesz, Płakowice, Czaple, Pielgrzymkę, Nowy Kościół, Wilków, Jerzmanice, Raciborowice i Niwnice w kierunku Bolesławca, oraz w rowie Wlenia (fig. 1). Odsłonięcia rozrzucone są na dosyć znacznej przestrzeni, ale w sumie jest ich zaledwie około stu.

Piaskowiec pstry leży w niecce północnosudeckiej prawie poziomo, kąty upadu rzadko przekraczają 10–25°, a jedynie w strefach fleksuralnych rowu Wlenia obserwuje się upady w granicach 40–90°.

Maksymalne miąższości rzędu 500 m stwierdzono w środkowej części niecki. Na południu natomiast, w rejonie Gródka Wleńskiego, notuje się miąższości od kilku do kilkunastu metrów.

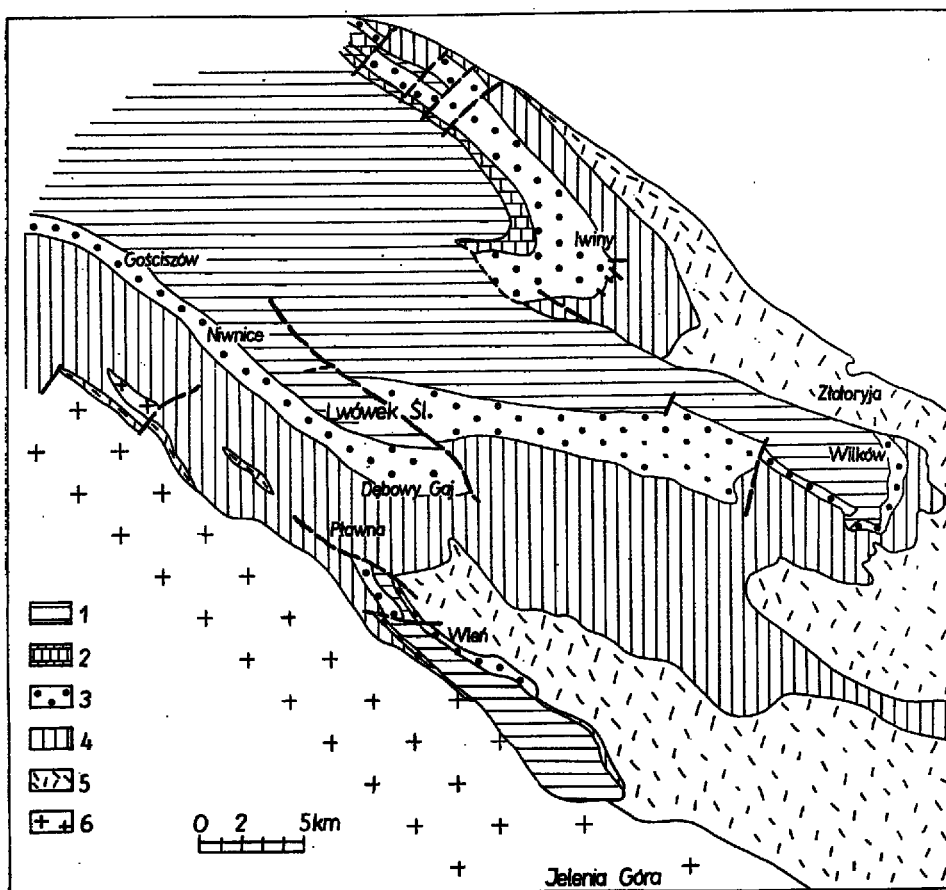


Fig. 1

Mapa geologiczna niecki północnosudeckiej  
(zgeneralizowany fragment Mapy Geologicznej Regionu Dolnośląskiego 1:200 000  
(1966), wykonanej pod redakcją L. Sawickiego)

1 kreda, 2 wapień muszlowy, 3 piaskowiec pstry, 4 perm i karbon, 5 utwory kaledoniku kaczawskiego, 6 krystaliczne skały Bloku Karkonosko-Izerskiego

Geological map of the Northsudetic Basin  
(a simplified fragment of the Geological Map of the Lower Silesia Region 1:200 000,  
after L. Sawicki (1966))

1 Cretaceous, 2 Muschelkalk, 3 Bunter, 4 Permian and Carboniferous, 5 epimetamorphic rocks of the Kaczawa caledoniticum, 6 crystalline rocks of the Karkonosze-Izera Block

Głównym celem niniejszej pracy jest analiza warunków sedymentacji piaskowca pstrego, z wyłączeniem utworów retu, charakteru petrograficznego, kierunków transportu i obszarów źródłowych. Ponadto rozważono także granice stratygraficzne, a szczególnie dolną, oddzielającą piaskowiec pstry od osadów powstałych w innym reżimie sedymentacyjnym.

Z uwagi na makroskopowo monotonne wykształcenie piaskowca pstrego, główną uwagę w czasie badań terenowych zwrócono na struktury sedymentacyjne, a szczególnie kierunkowe. Uzyskane wyniki posłużyły do wyznaczenia na mapie średnich geometrycznych kierunków paleoprądów. Taka metoda interpretacji wyników, aczkolwiek graficznie przejrzysta, jest obciążona błędem. Teoretycznie bowiem można otrzymać jako średni kierunek taki, którego nie było w ogóle w pomiarach. Nie wiadomo ona także rozrzutu pomiarów. Mając powyższe na uwadze, pomiary przedstawiono także w diagramach procentowych.

Polowe obserwacje makroskopowe cech litologicznych piaskowca pstrego nie dały zadowalających wyników, uwzględniono więc tylko najbardziej wiarygodne, odnoszące się głównie do sporadycznie występujących otoczków. Badania głównej piaszczystej masy osadów oparto na obserwacjach mikroskopowych. Do analizy źródeł materiału i kierunków transportu najbardziej przydatne okazały się składniki niestabilne, których procentowe zmiany przedstawiono na mapie oraz na profilach wierceń.

Badania uziarnienia, wykonane głównie w płytkach cienkich, uzupełniono przesiewami z mniej zwięzłych partii piaskowca. Wobec braku wyraźnych konsekwencji w zmianach teksturalnych, efekty tych badań przedstawiono jedynie poglądowo na mapie i na profilach wierceń, rezygnując z obszerniejszej ich interpretacji.

Obserwacje terenowe zebrane zostały w latach 1968—1970 w odsłonięciach oraz w sztolni na terenie kopalni Lena. Uzupełniono je danymi z wierceń wykonanych w rejonie Raciborowic dla kopalni Konrad.

Badania prowadzono w ramach prac planowych Pracowni Geologii Starych Struktur Zakładu Nauk Geologicznych PAN, pod naukowym kierunkiem Prof. Henryka Teisseyre'a.

W trakcie zbierania materiałów wielkim ułatwieniem dla autora była życzliwa i bezinteresowna pomoc pracowników obsługi geologicznej Zakładów Górniczych LENA i KONRAD oraz Zakładów R-1 w Kowarach, a szczególnie mgr Czesława Skowronka z ZG LENA.

W rozwiązaniu wielu problemów pomogły także autorowi rady i dyskusje kolegów z Pracowni Geologii Starych Struktur ZNG PAN oraz z Zakładów Geologii Ogólnej i Stratygraficznej Uniwersytetu Wrocławskiego. Spośród nich dr Tomasz Jerzykiewicz dopomógł przy opracowaniu niektórych zagadnień technicznych, a mgr Zdzisław Urbanek sprawdziła szereg prób na mikrofaunę.

Wszystkim wymienionym pragnę złożyć serdeczne podziękowanie. Szczególne

wyrazy wdzięczności za dyskusję w terenie, oraz wszechstronną pomoc w czasie wykonywania niniejszej pracy oraz uwagi krytyczne autor składa Prof. Stanisławowi Dżużyńskiemu, a Dr Jerzemu Donowi dziękuję za krytyczną analizę manuskryptu.

### LITOLOGIA PIASKOWCA PSTREGO

Piaskowiec pstry reprezentowany jest głównie przez piaskowce, z rzadkimi przejściami do mułowców i piaskowców zwirowych. W niektórych odsłonięciach obserwuje się otoczaki sporadycznie rozrzucone w piaszczystym tle. Bardzo charakterystyczne dla prawie całego profilu piaskowca pstrego, lecz dosyć rzadko obserwowane, są cienkie kilkucentymetrowe warstewki czerwono-brunatnych ilów. Częściej ily te występują w postaci redeponowanych fragmentów w piaskowcu. Nie spotyka się natomiast warstw ilastych ani porwaków w szarobiałych, szaroróżowych i czasami prawie białych piaskowcach występujących poniżej spągu piaskowca cenomańskiego w rejonie Lwówka, Mojesza i Płakowic.

### Skład

W południowej części niecki północnosudeckiej piaskowiec pstry reprezentowany jest głównie przez piaskowce kwarcowe, waki i arenity z bardzo rzadkimi odchyleniami w kierunku litycznych i subskaleniowych arenitów (Mroczkowski 1969). W wyniku badań przeprowadzonych na całym obszarze występowania dolnego triasu w niecce północnosudeckiej można stwierdzić, że jest on reprezentowany w swojej głównej masie przez piaskowce, które według klasyfikacji Gilberta (Williams, Turner & Gilbert 1955) należą do następujących typów skalnych:

waki kwarcowe	— 78,1%
arenity kwarcowe	— 12,7
waki skaleniowe	6,4
arenity skaleniowe	
waki lityczne subskaleniowe	— 4,8
waki arkozowe	

Podane procenty odnoszą się do ilości badanych prób, co jednak w ogólnym zarysie odpowiada procentowemu udziałowi wymienionych typów skalnych w obrębie piaskowca pstrego omawianego obszaru (fig. 2).

Zdaniem Scupina (1933), piaskowiec pstry, a szczególnie jego dolna część — poziom Kaczawy — reprezentowana jest głównie przez piaskowce arkozowe. Ten tradycyjny pogląd utrwalił się w niektórych późniejszych publikacjach i arkozość uważano niekiedy za cechę odróżniającą piaskowce dolnotriasowe od cech-szyńskich.

Na podstawie badań przeprowadzonych przez autora, można stwierdzić, że do arkoz i skał o zbliżonym do nich składzie daje się zaliczyć tylko niewielki procent opisywanych piaskowców. Zaklasyfikowanie jednak znacznej części piaskowców do wak może budzić pewne wątpliwości i wymaga wyjaśnienia. W omawianych skałach w wielu przypadkach nie można oddzielić drobnego materiału detrytycz-



nego od spoiwa, które może mieć charakter wtórny. Z materiałem tym jest często wymieszana substancja ilasta, reprezentowana prawie wyłącznie przez kaolinit (Mazij & Mroczkowski 1971), która prawdopodobnie już w tej formie została zdeponowana. Wskazuje na to fakt, że pseudomorfozy kaolinitu po innych minerałach są prawie niespotykane i że kaolinit towarzyszy w piaskowcu najdrobniejszej frakcji materiału detrytycznego, z którą był prawdopodobnie razem transportowany i deponowany. Taki transportowany kaolinit opisał Kohls (1967).

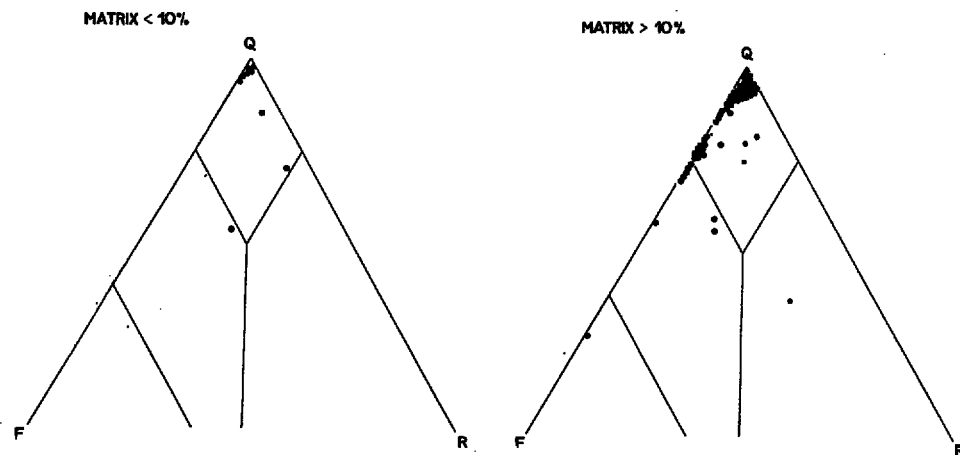


Fig. 2

Projekcja badanych piaskowców na diagramie Gilberta  
Projection of the sandstones onto Gilbert's diagram

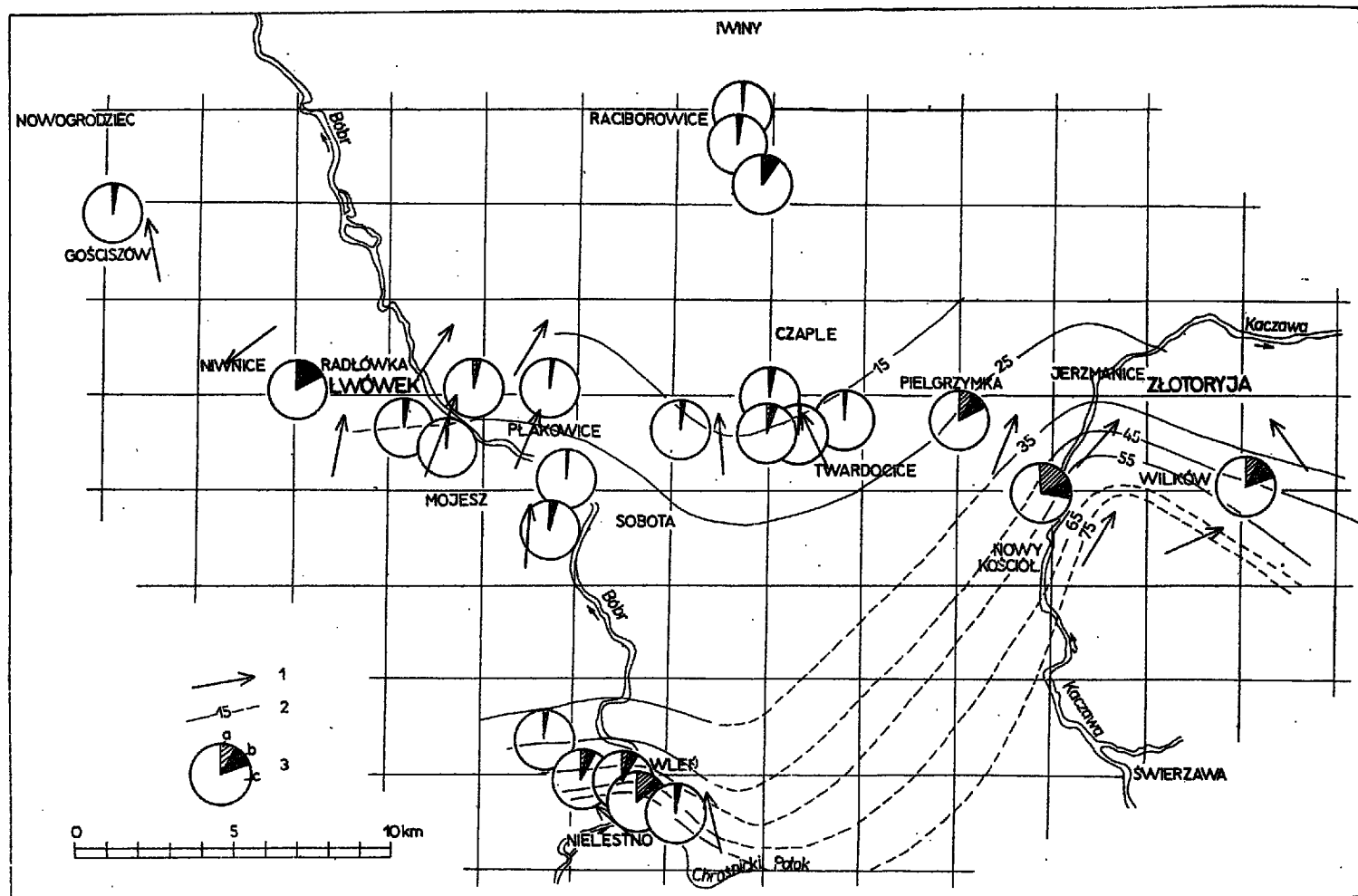
Ilość kaolinitu w skale jest zazwyczaj odwrotnie proporcjonalna do ilości minerałów niestabilnych, a jego nagromadzenia są czasami bardzo znaczne i dochodzą w niektórych przypadkach do 1/4 objętości skały.

Zmiany w składzie petrograficznym piaskowców dolnotriasowych ilustrują figury 2 i 3.

Pomimo wykazanych odchyień, piaskowiec pstry jest ogniwem dość jednorodnym pod względem składu petrograficznego, a pewne zmiany są głównie funkcją odległości od obszaru źródłowego. Wyrażają się one w przejściu od piaskowców zawierających niewielkie ilości skałeni, łuszczyków oraz okruchów skał metamorficznych i granitoidowych do walc kwarcowych i arenitów kwarcowych. Przyczyną odchyień od tej prawidłowości może być:

- a) różnorodność skał obszaru źródłowego,
- b) pochodzenie materiału częściowo z resedymentacji,
- c) nierównomierność obróbki i dojrzewania materiału w transporcie okresowym (Ruchin 1969).

W takim rodzaju transportu jedna część materiału może być przeniesiona przy okazji jednej powodzi daleko od źródła i będzie zawierała stosunkowo dużo składników niestabilnych, podczas gdy inna porzucona i osadzona w kilku etapach rozdzielonych długimi okresami czasu będzie ulegała wietrzeniu i osiągnie wysoki stopień dojrzałości po przebyciu tak samo długiej drogi.



Mapa średnich kierunków paleoprądów, zasięgów największych otoczaków i udziału składników niestabilnych w piaskowcu pstrym i średni, otrzymany z dodawania wektorów, kierunek paleoprądu w danym kwadracie; 2 izoliny zasięgu największych znalezionych otoczaków w piaskowcu pstrym. Długość osi A podano w milimetrach. 3 procentowy skład piaskowca (a niestabilne okruchy skał, b niestabilne minerały, c kwarc, kwarcyty)

Sketch of the mean directions of paleocurrents, of the limits of distribution of largest pebbles and the participation in the Bunter of non-stable components

1 mean direction of paleocurrent in a given quadrant, determined by the addition of vectors; 2 isolines of the distribution of the largest pebbles found in the Bunter. Length of A axis given in millimetres. 3 composition of sandstone in per cents (a non-stable rock fragments, b non-stable minerals, c quartz, quartzites)

### Uziarnienie

Analizowane piaskowce są na ogół dosyć zwięzłe, w związku z czym badania granulometryczne oparto w większości przypadków na obserwacjach w płytkach cienkich. Aby uzyskać wyniki porównywalne z analizami sitowymi, wprowadzono poprawkę Friedmana (1958).

Z przeprowadzonych analiz wynika, że piaskowce wykazują bardzo duże rozbieżności w stopniu wysortowania ( $S_o$ ). Najgorzej wysortowane piaskowce spotyka się, zgodnie z przewidywaniami, w strefach zbliżonych do hipotetycznych obszarów źródłowych. Poza tym jednak brak wyraźnej prawidłowości zmian stopnia wysortowania tak w pionie jak i w poziomie (fig. 4).

Brak także konsekwentnych zmian mediany ( $M_d$ ) piaskowców, a podobne zjawisko zaobserwował także Grumbt (1969) w Turyni. Nie uwidacznia się również zależność pomiędzy medianą a stopniem wysortowania.

Powyższe uwagi odnoszą się do głównej masy piaskowców, którą z dużym przybliżeniem można uważać za subfację równiny zalewowej (flood plain), a częściowo za subfację mielizn i wałów odsypowych (point bar) piaskowca pstrego. Uwagi te nie dotyczą wypełnień kanałów erozyjnych, które stanowią tak niewielką część formacji, że trudno je uznać za reprezentatywne.

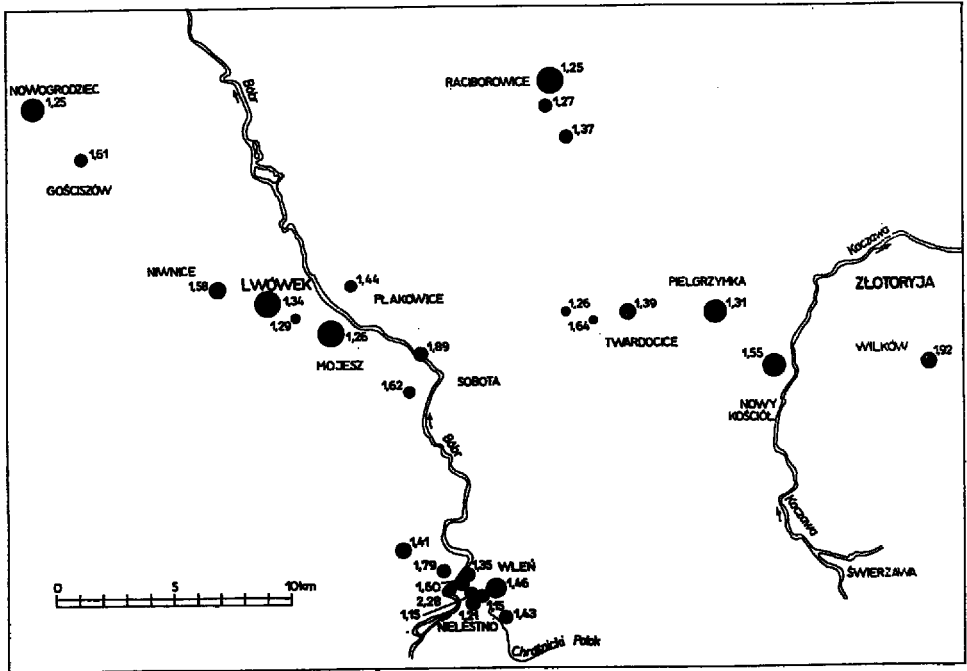


Fig. 4

#### Mapa tekstur analizowanych piaskowców

Kółka symbolizują wielkość mediany piaskowca (poza kanałami erozyjnymi) w powiększeniu. Liczby obok oznaczają wielkość współczynnika wysortowania

#### Sketch of textures in the analysed sandstones

Circles indicate the size of the sandstone mediana (the erosive channels excepted) under magnification. The adjacent figures represent the sorting coefficient

### Otoczaki

Otoczaki w piaskowcu pstry występują sporadycznie i są zazwyczaj bezładnie rozmieszczone w piaszczystym tle. Jedynie niewielka ich ilość gromadzi się w spągu piaszczystej warstwy. Otoczaki pochodzą z bliżej nie określonych łupków metamorficznych i skał granitoidowych, a najczęściej z kwarcytów i kwarców. Składy procentowe otoczków przedstawiono na tabeli 1. Procent otoczków skał mniej odpornych na wietrzenie, jak i ich wielkość, maleje w kierunku południowym. Zasięg maksymalnych wielkości otoczków przedstawiono na figurze 3.

Tabela (Table) 1

Procentowy skład otoczków w poszczególnych odsłonięciach  
Percentage of pebbles in various exposures

Rodzaj otoczków	Rejon Nietestna (dolina Chróśnickiego Potoku)		Rejon Lwówka (zachodnie przedmieście miasta)	Rejon Złotorzy (sztolnia kopalni WLENIA)	
	I	II		I	II
kwarc, kwarcyty, łupki kwarcytowe, hornfelsy	78	80	98	60	52
granity, gnejsy	2	4		34	42
łupki łyszczkowe, fylity	6	10	2	2	4
piaskowce, konglomeraty	12	6	—	2	—
niezidentyfikowane łupki metamorficzne	2	—	—	2	2
	100	100	100	100	100

### Struktury sedymentacyjne

Piaskowiec pstry jest na ogół osadem dobrze warstwowanym, najczęściej skośnie, a rzadziej równolegle. Skośne warstwowanie jest zwykle reprezentowane w małej skali (pl. 1 i 2) i nie przekracza kilkudziesięciu centymetrów. Wyjątkowo w dolinie Chróśnickiego Potoku obserwowane były skośne warstwy sięgające ponad 3 m (pl. 3). Obserwuje się również warstwowanie frakcyjne.

Obecność ripplemarków zanotowano w kilku miejscach: w dolinie Chróśnickiego Potoku (pl. 5), na południe od Wlenia (pl. 6) w rejonie Mojesza, koło Twardocic i koło Czapl. Koło Gródka Wleńskiego w wykopach pod wodociąg znaleziono ripplemarki językowate (pl. 6).

Ripplemarki są niewielkie, o amplitudach nie przekraczających kilku centymetrów, a ich indeksy wahają się w granicach od 6,6 do 7,1.

Kanały erozyjne obserwuje się w ograniczonej ilości, ale występują one prawie na całym badanym obszarze. Najlepiej widoczne i największe z nich znaleziono w dolinie Chróśnickiego Potoku (pl. 4). Głębokość największych kanałów wynosi 0,5 i 0,3 m, szerokość odpowiednio 4 i 1 m. Pierwszy z nich zasypany jest bez-

ładnie piaskiem z domieszką żwiru i otoczków, drugi — wypełniony słośnie warstwowanym piaskiem.

Szczeliny z wysychania znaleziono dotąd jedynie w dolinie Chróśnickiego Potoku, na południe od Wlenia (pl. 7) i w okolicy Wleńskiego Gródka.

### Struktury organiczne

Noetling (1880) wspomina o prawdopodobnych śladach *Chirotherium* w piaskowcu pstrym z rejonu Twardocic. Brak jest jednak dokładniejszego ich opisu. Po tym badaczu nikt dotychczas nie potwierdził występowania *Chirotherium* i nie wspomina o innych śladach organicznych w piaskowcu pstrym w niecce północnosudeckiej. Jedyny wyjątek stanowi Kühn i Zimmermann (1918), którzy opierając się na stwierdzeniach Noetlinga określili te ślady jako rzekome.

Autor w trakcie badań terenowych zaobserwował nieliczne i niezbyt dobrze wykształcone struktury organiczne w dwóch odsłonięciach — przy drodze Nieleśno-Wleń i na południe od Czapl. W ich obrębie można wyróżnić:

a) ślady żerowania mułofagów/wieloszczetów? podobne do opisanych przez Roniewicza (1966) w łazie tatrzańskim;

b) ślady poruszania się nie zidentyfikowanych organizmów (pl. 8) w formie charakterystycznego podwójnego wałka;

c) problematyczne ślady organiczne, które mogą także być strukturami pochodzenia nieorganicznego, np. drobną siatką szczelin z wysychania lub drobnych żył piaszczystych.

Oprócz powyższych struktur organicznych o dosyć wyraźnej formie zewnętrznej, można także obserwować ślady działalności organizmów w postaci bioturbacyjnie zaburzonych warstw piaskowca.

### Barwa piaskowca

Barwa piaskowców dolnotriasowych w dotychczasowych pracach (Scupin 1933, Kühn & Zimmermann 1918, Milewicz 1966, i in.) uważana była za ważny czynnik rozpoznawczy. Opierając się głównie na zmianie zabarwienia i różnicach w związku skały wydzielono w obrębie piaskowca pstręgo facje, którym przypisywano także różną pozycję stratygraficzną. Czerwona barwa osadu miała też świadczyć o panowaniu w dolnym łazie bądź pustynnego, a w każdym razie suchego klimatu. Nie wyjaśniono jednakże dotąd ani charakteru pigmentu nadającego części piaskowców czerwoną barwę, ani jego pochodzenia.

Czerwoną barwę piaskowców, zdaniem autora, przypisywać należy związkom żelaza, tworzącym bądź otoczki ziarn klastycznych, bądź też występującym w postaci rozproszonej w tle skalnym. Zwraca uwagę koncentracja pigmentu w drobniejszych frakcjach piaskowców i ogólnie nierównomierne jego rozproszenie w skale.

Makroskopowe obserwacje piaskowca pstręgo pozwalają stwierdzić, że w jednym nawet niewielkim odsłonięciu mogą wystąpić przełamujące się warstwy białego, żółtego i czerwonego piaskowca. Piaskowce białe i szaroróżowe w większej masie często spotyka się pod spągłem kredy, co było prawdopodobnie jedną z przyczyn podzielenia piaskowca pstręgo omawianego obszaru na facje i piętra.

W piaskowcach czerwonych i różowych spotyka się czasem smugi białego piaskowca sprawiające, na pierwszy rzut oka, wrażenie przewarstwień, które jednakże przebiegają pod kątem 80—90° w stosunku do uławicenia (pl. 1). Smugi takie towarzyszą czasem spękanom, lecz często nie wykazują związku z żadnymi z widocznych elementów strukturalnych czy teksturalnych.

W kilku miejscach znaleziono w piaskowcu koncentracje ciemnobrunatnych tlenków żelaza tworzące warstewki o miąższości kilku centymetrów i leżące mniej więcej poziomo.

Obserwacje makro- i mikroskopowe skłaniają do następujących wniosków:

a) Czerwona barwa piaskowców dolnotriasowych spowodowana obecnością tlenków żelaza może być przynajmniej w części postsedymentacyjna i związana jest z krążeniem wód w skale.

b) Obecność białych piaskowców w obrębie piaskowca pstręgo może być efektem bądź niezabarwienia ich od początku, bądź też ich odbarwienia w okresie późniejszym. Wpływać na to mogły lokalnie: wyższy współczynnik filtracji, gęstsza sieć spękań, a także wegetacja roślinna.

c) Procesowi wymywania związków żelaza towarzyszyło również zjawisko odwrotne, a mianowicie ich koncentracja w innych partiach skały, a szczególnie tych o niższych współczynnikach filtracji. To mogło być przyczyną tworzenia się twardej żelazistej przewarstwień.

Zdaniem Kryniina (1949), czerwone skały mogą powstawać praktycznie w każdym klimacie, a między innymi w drodze przeróbki starszych skał o tej barwie. Gdyby więc przyjąć nawet wyłącznie synsedymentacyjne pochodzenie czerwonego zabarwienia osadów, to wyciąganie na tej podstawie wniosków co do klimatu wydaje się mało przekonujące, a wydzielenie facji słabo uzasadnione. Jeżeli weźmie się ponadto pod uwagę możliwość migracji czerwonego pigmentu za pośrednictwem wód gruntowych z niżej leżących czerwonych osadów cechsztynu lub czerwonego spągowca do piaskowca pstręgo, a także możliwość odbarwień skały, to dotychczasowe poglądy na klimat i facje w piaskowcu pstrym należałoby poddać ponownej analizie.

#### ŹRÓDŁA MATERIAŁU KLASTYCZNEGO

Pochodzenie materiału, z którego zbudowany jest piaskowiec pstry w niecce północnosudeckiej, wiązano zawsze z jej południowym obrzeżeniem. Scupin (1933) uważał, że materiału dostarczyły krystaliczne skały Karkonoszy, Gór Izerskich i Masywu Czeskiego. Podobne wnioski można wyciągnąć z pracy Beyera (1933), który ponadto podkreśla, że piaskowiec pstry nie pochodzi z przerobienia osadowych utworów permu. Milewicz (1962, 1968) natomiast stwierdza, bardziej ogólnie, że materiał napływał z dźwigającego się południowego obrzeżenia basenu.

Wyniki obserwacji terenowych autora, a szczególnie badania mikroskopowe i analiza otoczków oraz sposób ich rozmieszczenia w piaskowcu, pozwalają wyodrębnić szereg cech rzutujących na pochodzenie materiału. I tak:

1. Piaskowiec pstry, poza stosunkowo nielicznymi wyjątkami, jest osadem o przeciętnie dość dużej dojrzałości.

2. Niewielkie zmiany w dojrzałości materiału (fig. 2) są niezbyt zrozumiałe, jeżeli przyjmujemy za Scupinem (1933) koncepcję rozprzestrzenienia się materiału z jednego kierunku, tj. z rejonu bloku Karkonoszy.

3. Stopień obtoczenia ziarn kwarcu zmienia się od 1 do 5 w skali 5-stopniowej, ale dosyć znaczna ilość ziarn wykazuje obtoczenie dobre. Obok ziarn o stopniu obtoczenia 4 a nawet 5 spotyka się nieliczne ziarna zupełnie nie obtoczone.

4. Stopień wysortowania materiału waha się w granicach od 1,15 do 2,28, przy czym nie widać wyraźnych zmian w jakimś określonym kierunku, jak również nie widać konsekwencji w zmianach mediany (fig. 4).

5. Otoczaki rozrzucone luźno w piaszczystym tle są zjawiskiem sporadycznym, ale wykazują konsekwentne, zgodne w ogólnym zarysie z kierunkami transportu, zmniejszanie się średnicy (fig. 3) i spadek udziału skał mało odpornych.

6. Piaszkowiec o znacznej ilości składników niestabilnych stwierdzono w odsłonięciach w rejonie Wlenia i Złoboryi, a w mniejszej ilości na zachód od Lwówka. Ponadto, w tych samych odsłonięciach obserwuje się w piaszkowcu otoczaki. Ponadto, w tych samych wymiarach, jakie można spotkać w opisywanych utworach, i o największych wymiarach, jakie można spotkać w opisywanych utworach, i o najwyższym procencie skał nieodpornych, między innymi granitu i łupku łyszczykowego. Nie udało się niestety określić dokładniej skał macierzystych, z których pochodzą otoczaki. Różnią się one od skał, które dziś można obserwować w najbliższym sąsiedztwie — w Górach Kaczawskich, a wykazują duże podobieństwo do występujących w marginalnych strefach bloku Karkonoszy i w masywie strzegomskim.

Zmiany powyższe występują na tle dosyć konsekwentnie utrzymującego się północnego kierunku transportu.

Zestawienie powyższych cech pozwala przypuszczać że:

- a) Istniały 2 obszary źródłowe — blok Karkonoszy i masyw strzegomski.
- b) Znaczna ilość materiału w piaszkowcu pstrym pochodzi z przeróbki starszych skał osadowych, prawdopodobnie brzeżnych stref północnosudeckiego cechsztynu, co tłumaczyłoby brak zależności stopnia wysortowania i mediany uziarnienia od położenia względem obszarów źródłowych, oraz dobre na ogół obtoczenie ziarn i znaczną przeważnie dojrzałość piaszkowca. W inny sposób trudno wyjaśnić te cechy zważywszy niewielką, około 20-kilometrową odległość od obszarów źródłowych.

Dla porównania autor zbadał kilka prób ze współczesnych aluwii Kaczawy, płynącej po trasie zblizzonej do hipotetycznej drogi wód płynących w okresie sedimentacji piaszkowca pstręgo. Okazało się, że ta wolno płynąca rzeka jeszcze przy ujściu do Odry niesie materiał o wiele grubszy i gorzej wysortowany niż spotyka się w piaszkowcu pstrym. Podobnie wygląda porównanie ze współczesnymi aluwiami Bobru (Kostrzewski 1970).

- c) Oprócz przerobienia osadów cechsztyńskich, mogła zachodzić re-sedymentacja wcześniej osadzonych piaszkowców triasowych.
- d) Do dobrze obróbianych i wysortowanych osadów dosypywany był w niezbyt dużych ilościach materiał pochodzący bezpośrednio ze skał krystalicznych bloku Karkonoszy i masywu strzegomskiego, dzięki czemu w piaszkowcu pojawiają się otoczaki i okruchy skał oraz minerały niestabilne, czasem kaolinit i ziarna kwarcu o niskim stopniu obróbki.

#### KIERUNKI TRANSPORTU

Kierunki paleoprądów w piaszkowcu pstrym niecki północnosudeckiej określono na podstawie pomiarów struktur kierunkowych i zasięgu maksymalnej wielkości otoczek oraz zmian w składzie petrograficznym piaszkowca. Uzyskane wyniki ilustrują figury 3 i 5.

### Struktury kierunkowe

Najbardziej rozpowszechnionymi spośród struktur kierunkowych są skośne warstwowania, i na nich głównie oparto badania kierunków paleopądów. Typy skośnych warstwowań (pl. 1—3) opisano już wcześniej (Mroczkowski 1969). Poza powszechnym ich występowaniem, charakterystyczny jest stosunkowo niewielki rozrzut ich nachylenia (fig. 5).

Mniej rozpowszechnioną strukturą kierunkową są ripplemarki (pl. 5 i 6), których grzbiety wyznaczają kierunek prostopadły do kierunku prądu, a asymetria — kierunek przepływu. Ułożenie osi grzbietów ripplemarków zaznaczono jako osobny wskaźnik kierunku na figurze 5.

Kanały erozyjne obserwuje się niezbyt często, są one jednak bardzo charakterystycznymi strukturami kierunkowymi. Kierunki kanałów zaznaczono łącznie z kierunkami skośnych warstwowań (fig. 5), przy czym nie padają one w kierunku maksimum pomiarów tych ostatnich. W niniejszej pracy kierunki kanałów potraktowane są jako drugorzędny wskaźnik kierunku, gdyż kanał erozyjny jest w omawianym osadzie elementem w pewnym sensie nietypowym i pojawia się stosunkowo rzadko. W analizowanym typie osadu kanał erozyjny funkcjonujący podczas niskiego stanu wody wykazuje skłonność do meandrowania, przy wysokim natomiast — jest śladem drogi głównego nurtu, który również nie jest skłonny do obierania najkrótszej drogi (por. Williams & al. 1969). Powodzie natomiast i spływy wody o podobnym charakterze mają tendencję do „prostowania” meandrów (por. np. Baulig 1958, Schumm 1968a). Powyższe skłania do uznania kierunków skośnych warstwowań, poza kanałami erozyjnymi, za bardziej wiarygodne dla ustalenia kierunku transportu, aniżeli same kanały. Taki skośnie warstwowany osad piaszczysty odpowiadałby subfacji równiny zalewowej (flood plain).

Na podstawie pomiarów struktur kierunkowych stwierdzono, że transport materiału klastycznego odbywał się z południa na północ z lokalnymi odchyleniami na zachód i wschód.

### Inne wskaźniki kierunku transportu

W piaskowcu pstrym nie udało się stwierdzić innych zależności zmian teksturalnych piaskowca od kierunków transportu, poza spadkiem wielkości otoczków postępującym zgodnie z kierunkiem transportu, określonym na podstawie pomiarów struktur.

Wydaje się istnieć dosyć duża zależność pomiędzy składem mineralnym piaskowca i zmianami tego składu a kierunkiem transportu.

Korelacje trzech elementów pozostających w związku z kierunkiem transportu, tj. struktur kierunkowych, zasięgu maksymalnych wielkości otoczków i składu mineralnego, przedstawiono na figurze 3.



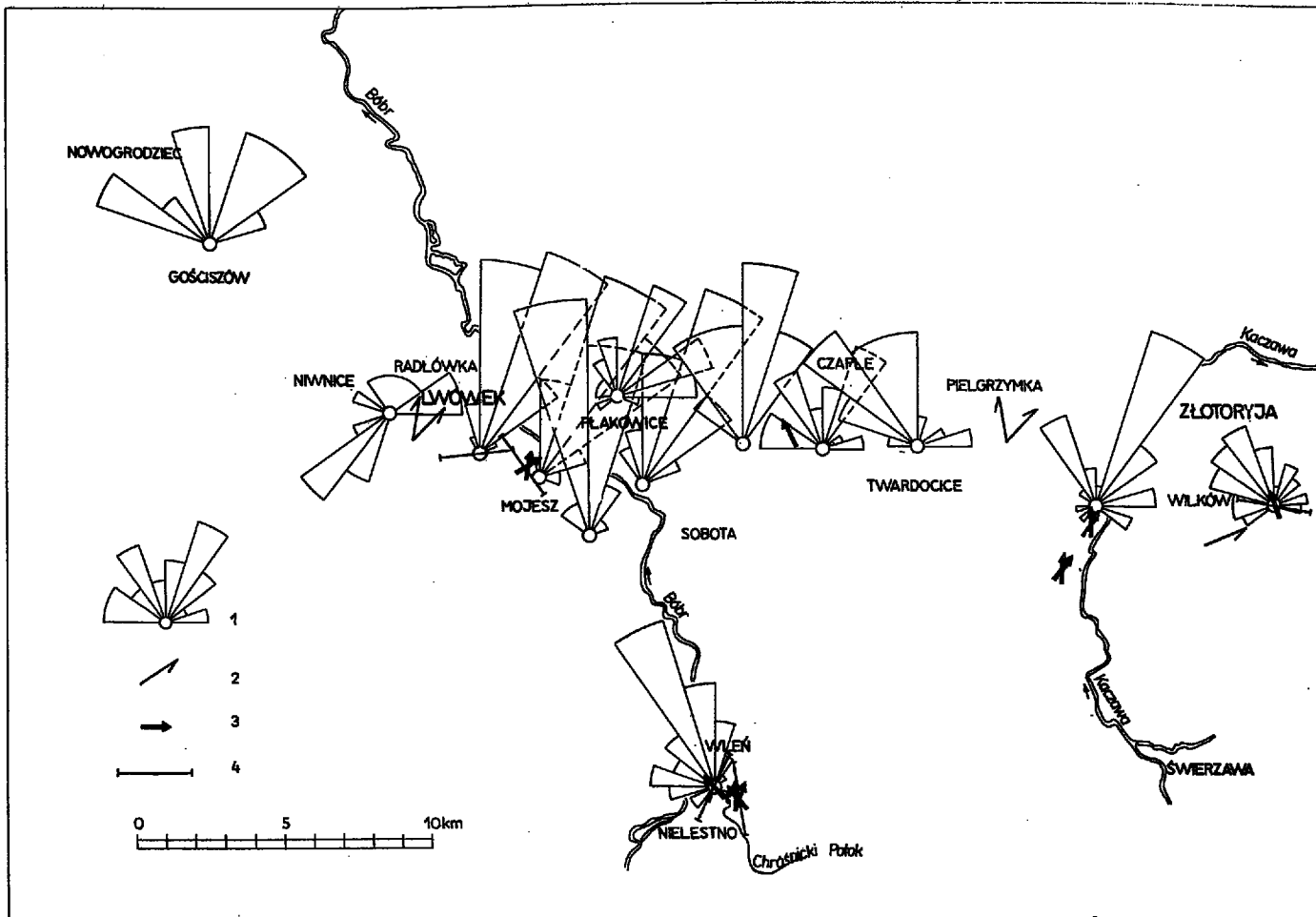


Fig. 5

Mapa rozkładu struktur kierunkowych

1 procentowy diagram kierunków nachylenia skośnych warstw, 2 pojedyncze pomiary, 3 kierunki kanałów erozyjnych, 4 osie grzbietów rypplamarków

Sketch of the distribution of directional structures

1 per cent diagram of the dip directions of cross beds, 2 single measurements, 3 directions of erosive channels, 4 axes of the ridges of

Należy również wspomnieć, że udział skał niestabilnych w składzie otoczków maleje w kierunku północnym (tab. 1).

Jak więc widać, kierunek transportu z południa na północ, odczytany z pomiarów struktur kierunkowych, potwierdza także obserwacje zmian w składzie litologicznym piaskowca.

#### ŚRODOWISKO SEDYMENTACYJNE

Dotychczasowe poglądy na środowisko sedymentacyjne piaskowca pstrego przeszły dosyć znaczną ewolucję. Zdaniem Scupina (1933), piaskowiec pstry tworzył się kolejno w kilku zupełnie odmiennych środowiskach. Osady wydzielonego przez tego badacza *poziomu Kączawy* miały powstać w środowisku eolicznym w klimacie suchym z okresowymi ulewami. W *poziomie Bobru*, *warstwy z Radłówki* miałyby być osadem morskim, a *lwówecki piaskowiec budowlany* — znowu eolicznym. Beyer (1933) podaje podobny schemat zmian środowiska, ale wyklucza morskie pochodzenie *warstw z Radłówki*, uważając je za jeziorne względnie lagunowe. Po raz pierwszy więc cały piaskowiec pstry (z wyjątkiem retu) potraktowany jest jako osad kontynentalny. Teisseyre (1957) podaje wprawdzie podział Scupina, ale traktuje cały piaskowiec pstry jako osad lądowy. Podobnie Milewicz (1968), nie rezygnując z dzielenia piaskowca pstrego, uważa go w całości za osad kontynentalny pochodzenia torencjalnego, utworzony w klimacie najpierw ciepłym lub subtropikalnym z przeważającymi okresami suchymi, a później w nieco bardziej umiarkowanym i wilgotnym.

Piaskowiec pstry w niecce północnosudeckiej wykazuje duże podobieństwo zewnętrzne do równowiekowych osadów Gór Świętokrzyskich. Senkowiczowa i Ślaczka (1962) przyjmują dla tych osadów środowisko głównie rzeczne i subkontynentalne, o klimacie półsuchym. Podrzedną rolę mają w Górach Świętokrzyskich odgrywać osady lagunowe i płytkomorskie.

W piaskowcu pstrym niecki północnosudeckiej nie znaleziono dotychczas żadnych śladów nieorganicznych czy też organicznych, które wskazywałyby na sedymentację w środowisku morskim. Wiele natomiast faktów wskazuje, że całą piaszczystą część piaskowca pstrego można uznać za osad lądowy. Należą do nich między innymi: szczeliny z wysychania (pl. 7), obecność kaolinitu przy braku innych minerałów ilastych, oraz brak mikrofauny w przewarstwieniach ilastych. Na niemożliwość powstania osadów w środowisku eolicznym wskazuje uziarnienie, skośne warstwowanie o niewielkim rozrzucie kierunków oraz indeksy ripplemarkowe (por. Książkiewicz 1968).

Dokonane obserwacje struktur sedymentacyjnych, a szczególnie skośnych warstwowań, ripplemarków, kanałów erozyjnych i tekstur piaskowca, skłaniają do wniosku, że środowiskiem sedymentacyjnym mogły być wody płynące.

Autor wyraził pogląd (Mroczkowski 1969), że ubóstwo lub zupełny brak żwiru i otoczków w piaskowcu pstrym nasuwa skojarzenia z bardzo wolno płynącą rzeką. Po ponownym przeanalizowaniu sprawy pochodzenia materiału klastycznego wydaje się jednak, że szybkość wody mogła być okresowo nawet znaczna. Wynika to z faktu, że nawet bardzo szybko płynąca woda będzie niosła głównie materiał drobny, jeżeli grubszy dostarczany jest w znikomych ilościach. Kąty nachylenia skośnych warstwowań, wynoszące od  $10^\circ$  do ok.  $30^\circ$ , wskazują na możliwość powstania tych struktur zarówno w dolnym jak i górnym ustroju prądowym (por. Harms & Fahnestock 1965), a wielkość ripplemarków odpowiada ustrojowi przejściowemu (por. Simons, Richardson & Nording 1965).

Piaskowiec pstry zbudowany jest głównie ze skośnie warstwowanego piasku, w którym z rzadka obserwuje się niewielkie kanały erozyjne lub przewarstwienia ilasto-mułowcowe kilkucentymetrowej miąższości. Kierunki paleoprądów, wyznaczone głównie przez skośne warstwowania, wykazują dużą stałość i niewielki rozrzut na całym obszarze. Obraz taki najbardziej odpowiada łagodnie nachylonej aluwialnej równinie, po której płyną niewielkie potoki, podobne do opisanych przez Williama i Rusta (1969) jako „braided”. Dla tego typu potoków brak jest w nazewnictwie polskim terminu i najodpowiedniejszym wydaje się autorowi termin „roztoki” — zaproponowany przez S. Dżułyńskiego (informacja ustna).

Schumm (1968b) zestawił cechy charakteryzujące poszczególne typy kanałów rzecznych i ich systemów. Większości tych cech, np. krętość (sinuosity), stosunek długości kanału pomiędzy dwoma punktami do odległości pomiędzy tymi punktami w linii prostej, stosunek szerokości do głębokości (width/depth ratio) — nie da się ustalić w piaskowcu pstrym z uwagi na fragmentaryczne odsłonięcie. Warto jednak podkreślić, że dla równin aluwialnych (alluvial plain), w których mogą także występować kanały typu roztok (braided) — procent drobnego materiału mułowo-ilastego wynosi 5—20. Jak wynika z wykonanych przez autora analiz granulometrycznych, ilość materiału o średnicy ziarn poniżej 0,07 mm wynosi od 0 do około 20%, przy czym najczęściej waha się w granicach 5—15%. Można zatem przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że w piaskowcu pstrym panowały warunki charakterystyczne dla równiny aluwialnej (alluvial plain) z rozwiniętym systemem roztok (braided channels), którym odpowiadają takie cechy jak: umiarkowany spadek i krętość (sinuosity) nie przekraczająca 2,0.

## KLIMAT

Poglądy na klimat piaskowca pstrego zawsze oscylowały wokół suchego i ciepłego. Niemalą rolę odegrały tu spekulacje oparte na czerwonej barwie znacznej części osadów. Jak wynika z prac Krynina (1949) i Van Houtena (1968), wyciąganie wniosków co do klimatu tylko na podstawie samej barwy skał osadowych jest bardzo ryzykowne (por. s. 358). Jeżeli w rozważaniach pominąć czerwoną barwę piaskowca, to właściwie brak innych konkretnych dowodów na panowanie klimatu suchego. Należy zatem zestawić i przeanalizować wszystkie te obserwacje, które mogą pomóc przy rekonstrukcji klimatu panującego w czasie sedymentacji piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej. I tak:

1. Nie znaleziono dotychczas żadnych śladów roślinności. Fakt ten przemawia za suchym, pustynnym środowiskiem.

2. W niektórych miejscach zostały stwierdzone niewątpliwe ślady działalności organizmów. Dowodzi to o istnieniu małych lokalnych zbiorników z wodą, które mogły, lecz nie musiały, okresowo wysychać.

3. Obecność kaolinitu wydaje się wskazywać na klimat wilgotny i ciepły przy łagodnym reliefie terenu (Ruchlin 1969).

4. W piaskowcu pstrym na obszarze niecki północnosudeckiej nie stwierdzono osadów typowych dla akumulacji pustyń podzwrotnikowych jak: ewaporyty, polewy pustynne, ślady kryształów soli, bruku pustyniowego, fanglomeratów itp. Obserwowane kanały erozyjne nie przypominają swym przekrojem np. sajrów pustyń azjatyckich.

5. Ewapority górnego cechsztynu mogły powstawać w wysychających zbiornikach typu lagunowego w klimacie suchym i ciepłym (Teisseyre 1957). Stopniowe wypieranie ewaporatów przez osady klastyczne na przełomie cechsztynu i triasu wskazywać może na rosnącą efektywność transportu materiału z lądu lub też na zanik warunków umożliwiających ich powstanie. Zjawisko to mogło być wywołane przez ochłodzenie się klimatu, a tym samym zmniejszone parowanie, lub też przez wzrost wilgotności, co spowodowało zwiększony transport materiału klastycznego. Śladów znaczniejszych ruchów tektonicznych między cechsztynem a triasem, które mogłyby w zasadniczy sposób wpłynąć na zmianę sedymentacji, jak dotąd nie znaleziono.

Reasumując wydaje się, że piaskowiec pstry w niecce północnosudeckiej nie jest produktem warunków pustynnych. Obserwacje wskazują raczej na klimat umiarkowanie wilgotny, z okresowymi opadami wywołującymi powodzie. Brak śladów roślinności może być wywołany bądź przez niedostatecznie wysoką średnią temperaturę roczną, bądź też przez warunki nie sprzyjające zachowaniu się szczątków organicznych. Ochłodzenie i zwilgotnienie klimatu w Europie na granicy cechsztyń/trias należy do poglądów uznawanych (Książkiewicz, Samsonowicz & Rühle 1965). Zmiana warunków klimatycznych znajdująca odbicie w charakterze sedymentacji piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej jest jednym z niewielu akcentów podkreślających granicę stratygraficzną.

## STRATYGRAFIA

Pozycję stratygraficzną piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej, którego miąższość dochodzi do ponad 500 metrów, określa się na podstawie występowania nad nim faunistycznie udokumentowanych wapienno-marglistych utworów retu i wapienia muszlowego, oraz litologicznego podobieństwa do piaskowca pstrego Turynгии.

*Dolna granica*

Granica pomiędzy płonnym paleontologicznie cechsztynem górnym a piaskowcem pstrym jest dosyć dowolnie przesuwana przez geologów. Noetling (1880) za strop cechsztynu uważał dolomit płytowy. Scupin (1933) przesuwa tę granicę wyżej, zaliczając do górnego cechsztynu czerwone piaskowce z przeławiczeniami ilów i ily septariowe uważane dawniej za triasowe. Pogląd ten, znajdujący odbicie w mapach geologicznych Kühna i Zimmermanna (1918, 1919), utrzymał się do czasów obecnych. Gunia i Milewicz (1962) określili położenie granicy cechsztyń/trias w niecce północnosudeckiej w tym miejscu, *gdzie zanikają wkładki ilaste a pojawiają się pstre piaskowce*, z zastrzeżeniem, że granica ta nie jest wyraźna. W analogiczny sposób stawia się granicę w dokumentacjach wierceń wykonywanych dla celów poszukiwawczych.

Niezbyt dokładnie sprecyzowana różnica litologiczna między osadami cechsztynu i triasu sprawia dosyć istotne trudności przy określaniu przynależności wiekowej skał w terenie, tym bardziej że typowe rzekomo dla cechsztynu warstwy ilów spotyka się i w piaskowcach triasowych. Można je obserwować w sztolni na terenie kopalni Lena i przy drodze Sobota-Lwówek.

Przy obecnym stanie odkrycia terenu bardzo mało jest miejsc, gdzie można śledzić i badać przejście od utworów cechsztynu do triasu. W tej sytuacji bardzo cenna była możliwość uzupełnienia obserwacji terenowych badaniami rdzeni z kilku otworów odwierconych w rejonie Racibórowic (fig. 6). Z zestawienia trzech profilów wynika, że, mimo pewnych wahań w granulometrii i składzie mineralnym osadu na samej rzekomej granicy stratygraficznej, uziarnienie oraz skład poniżej i powyżej linii granicznej nie wykazują istotnych różnic. Podobne rezultaty uzyskano po zbadaniu piaskowców z odsłonięcia przy drodze Łupki-Pławna, gdzie na podstawie obserwacji terenowych podejrzewano granicę między cechsztynem a triasem (fig. 6A).

Z przedstawionych danych wnioskować można, że ostatnią warstwą, której cechsztyński wiek nie budzi zastrzeżeń, jest wapień. Na podstawie własnych obserwacji oraz dostępnych dokumentacji otworów wiertni-

czych wykonanych przez kopalnie Konrad i Lena oraz Zakłady R-1 w Kowarach, można stwierdzić, że pod koniec cechsztynu w niecce północnosudeckiej osadzają się coraz cieńsze warstwy wapieni przelawicane utworami klastycznymi od ilów do piasków, których przewaga w stosunku do wapieni rośnie stopniowo. Po osadzeniu ostatniej warstewki wapieni stałą przewagę uzyskuje sedymentacja utworów klastycznych, przy czym nie wydaje się możliwe określenie miejsca, gdzie kończy się osadzanie materiału w zasypywanym zbiorniku typu lagunowego (*sensu lato*), a zaczyna sedymentacja w środowisku wód płynących.

Ponieważ granica stratygraficzna między cechsztynem a triasem stawiana jest na podstawie litologicznej, wydaje się, że należy ją postawić tam, gdzie istnieje niewątpliwa zmiana jakościowa sedymentu, tj. w stropie najwyższej warstwy wapieni lub gipsów z zastrzeżeniem, że jest ona w niecce północnosudeckiej nieostra.

#### *Podział piaskowca pstrego*

Próby podziału piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej dokonywane były przez różnych badaczy w oparciu o różnice litologiczne (Noetling 1880, Kühn & Zimmermann 1918, Scupin 1933, Beyer 1933). W użyciu pozostał jednak podział zaproponowany przez Scupina (1933), wykazujący duże podobieństwo do stosowanego dla analogicznych osadów środkowych Niemiec. Obecnie dla celów kartograficznych podział ten jest nieznacznie zmodyfikowany (Milewicz 1968).

Zdaniem Eisentrauta (por. Teisseyre 1957) natomiast, piaskowiec pstry jest tak monotonnym osadem, że nie można go rozdzielić nawet w otworach wiertniczych. Także Oberc (1966) stwierdza, że brak wystarczająco przekonywających przesłanek, które by upoważniały do podziału części piaszczystej piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej.

Te dwa ostatnie poglądy wydają się pokrywać z obserwacjami autora. Istniejących podziałów nie potwierdza natomiast zmienność składu petrograficznego i granulometrycznego, a różnice w udziale elementów niestabilnych i w uziarnieniu są tak samo duże wewnątrz wydzielonych poziomów, jak i pomiędzy nimi. Kierunki paleoprądów i typy struktur sedymentacyjnych natomiast wskazują raczej na jednorodne wykształcenie całej piaszczystej części dolnego triasu.

Porównanie np. piaskowca występującego w sztolni kopalni Lena, mającego reprezentować poziom *Kaczawy*, tj. dolną część piaskowca pstrego, z piaskowcem w dolinie Chróśnickiego Potoku, należącym zdaniem Scupina (1933) do *lwóweckiego piaskowca budowlanego*, czyli do

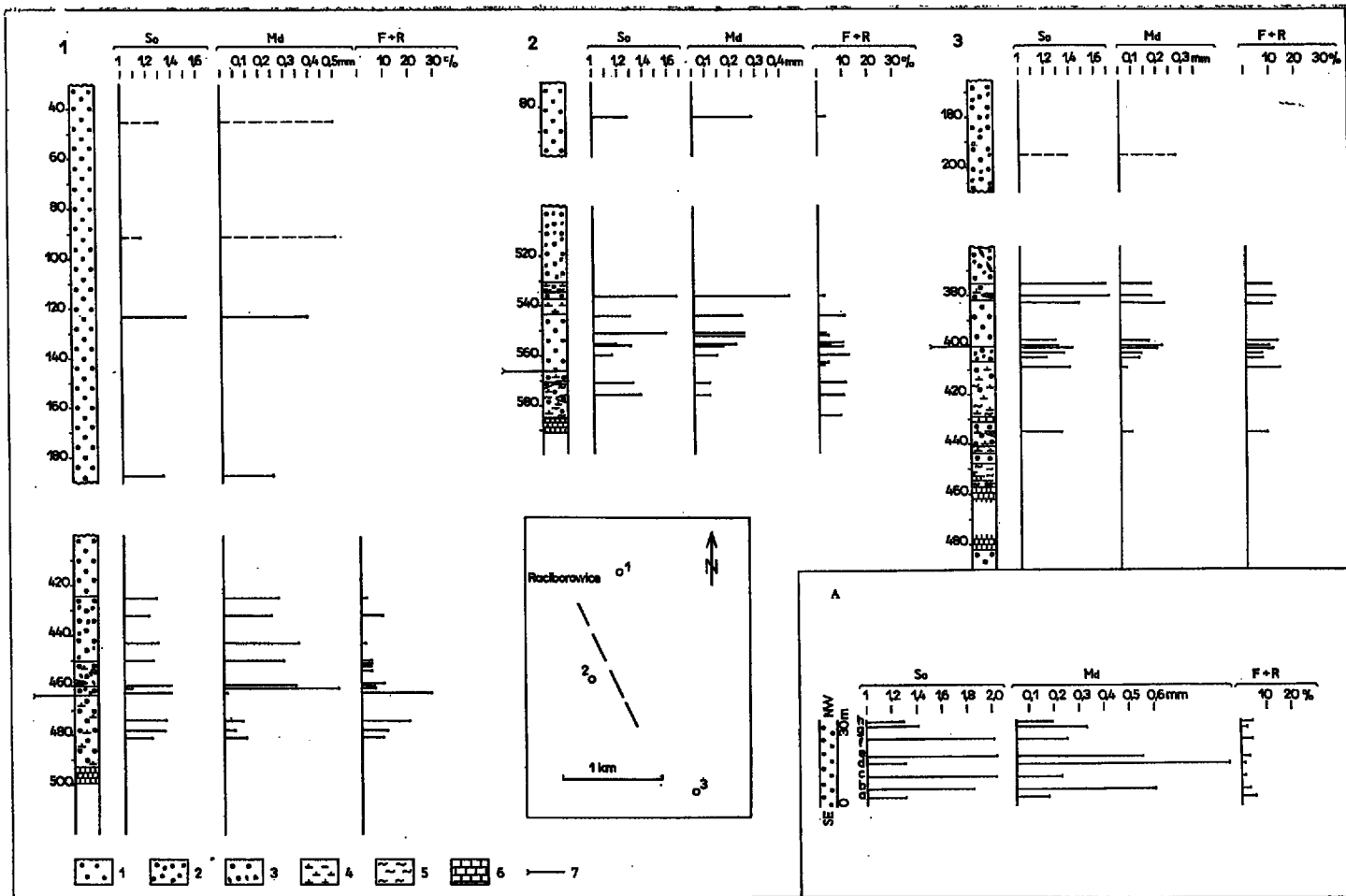


Fig. 6.

górnjej części osadów piaszczystych dolnego triasu, prowadzi do następujących wniosków:

a) Wygląd makroskopowy piaskowca, flość, średnica i rodzaj tkwiących w nim otoczków, w obydwu odsłonięciach, są uderzająco podobne.

b) Takie struktury sedymentacyjne, jak skośne warstwowania oraz kanały erozyjne, wyglądają tak samo i wskazują na zbliżone w obu przypadkach kierunki paleoprądów.

c) Skład petrograficzny piaskowców z obu wymienionych miejsc odróżnia je od pozostałej masy piaskowców kwarcowych stosunkowo znacznym udziałem składników niestabilnych.

d) Jedyną istotną cechą różniącą piaskowiec w obu odsłonięciach jest jego znacznie większa zwięzłość z doliny Chróśnickiego Potoku.

W obrębie warstw z Radłówki, mających reprezentować zdaniem Scupina (1933) środkowy piaskowiec pstry, można znaleźć odsłonięcia, z których próby wykazują skład petrograficzny bardzo zbliżony do piaskowców ze sztolni kopalni Lena, a które ponadto nie różnią się od nich zwięzłością.

Podane przykłady są charakterystyczne dla piaskowców należących do różnych wydzielanych ogniwi piaskowca pstrego i, jak można zauważyć, brak jest rzeczywiście dostatecznie przekonywających kryteriów stosowanego podziału. Uwzględniając przytoczone fakty w niniejszej pracy piaskowiec pstry uznany został za jedną jednostkę litostratygraficzną, oczywiście z wyłączeniem retu.

Pewną odrębność przypisać można jedynie części piaskowców zaliczanych dawniej do *lwóweckich*, a występujących bezpośrednio pod kredą w rejonie Lwówka, Soboty, Mojeszowa i Płakowic (por. s. 354). Beyer (1933) sugerował możliwość zaliczenia części tych piaskowców do kredy. Jednakże i w tym przypadku brak dotychczas dostatecznie przekonywającej różnicy w ich wykształceniu, by można je było wyodrębnić jako osobny poziom od reszty piaskowca pstrego.

Fig. 6

#### Profile wierceń z rejonu Iwin

1 wiercenie U93, 2 wiercenie U95, 3 wiercenie U97. Obok profilu ustalonego na podstawie obserwacji makroskopowych zestawiono dane uzyskane z badań mikroskopowych. So stopień wysortowania, Md mediana, F+R procent składników niestabilnych. Legenda oznaczeń makroskopowych: 1 piaskowce, 2 piaskowce ze żwirami, 3 piaskowce z fragmentami łowca, 4 mułowce, 5 ilowce, 6 wapień i dolomity, 7 rzekoma granica cechsztyń/trias

A — Profil odsłonięcia piaskowców przy zrosie Łupki-Mojesz

#### Borehole profiles of the Iwin area

1 borehole U93, 2 borehole U95, 3 borehole U97. Side by side are shown data obtained by macroscopic and microscopic observations. (So) sorting coefficient, (F + R) the per cent content of non-stable components and (Md) the mediana. Legend for macroscopic identifications: 1 sandstones, 2 sandstones with gravel, 3 sandstones with clay fragments, 4 mudstones, 5 claystones, 6 limestones and dolomites, 7 supposed Zechstein/Triassic boundary

A — Profile of a sandstone outcrop along the Łupki-Mojesz road



### Górna granica

Na piaskowcu pstrym leży udokumentowany faunistycznie ret i wapień muszlowy. Z pięter tych zachowały się na powierzchni jedynie nieliczne izolowane fragmenty w okolicy Twardocic, Jerzmanic, Warty Bolesławieckiej, Raciborowic i Niwnic. Na przeważającej części terenu jednakże na różnych ogniwach triasu leży przekraczająco piaskowiec ceno-mański, którego zewnętrzny wygląd oraz skład mineralogiczny wykazują tak dalekie podobieństwo do piaskowca pstrego, że rozdzielenie tych formacji następuje bardzo wiele trudności. W terenie, gdzie obserwuje się z reguły tylko izolowane odsłonięcia piaskowców, nie można bezspornie ustalić ich pozycji stratygraficznej. Cechy zewnętrzne, a szczególnie barwa, są bardzo zawodne i były przyczyną omyłkowego zaliczenia do piaskowca pstrego czerwonych piaskowców kredowych w rejonie Nielestna przez Zimmermanna (1937). Pomyłkę tę sprostowała dopiero Gorczyca-Skałowa (1967), znajdując faunę kredową.

Granicą między piaskowcem pstrym a kredą zajmowali się Scupin (1933), Beyer (1933), Milewicz (1968), Chorowska (1962), Gorczyca-Skałowa (1967) i inni.

Za spąg kredy w niecce północnosudeckiej na ogół przyjmuje się piaskowiec, w którym tkwią dosyć liczne, dobrze obtoczone otoczaki kwarcowe. Tworzą one cienką, kilkudziesięciocentymetrową warstwę zlepienia podstawowego. Zdaniem Beyera (1933), poniżej tego zlepienia podstawowego mogą także występować transgresywne osady kredy, i za takie autor ten uznawał jasnoszare, skośnie warstwowane piaskowce występujące w okolicy Lwówka, które Scupin (1933) wyróżnia jako *lwówecki piaskowiec budowlany* triasu.

Chorowska (1962) podjęła próbę odróżnienia piaskowców triasowych od kredowych na podstawie analizy minerałów ciężkich. Uchwyczone zmiany ilościowe stanowią istotny krok naprzód, jednakże użyteczność tej metody w pracy terenowej jest ograniczona.

Autor niniejszego, jako metodę roboczą odróżniania w terenie piaskowca pstrego od kredy, przyjął obserwacje struktur sedymentacyjnych, a szczególnie skośnego warstwowania. Punktem wyjścia było założenie, że spąg kredy wyznacza zlepienie podstawowy.

W nieczynnym kamieniołomie na przedmieściach Lwówka obserwuje się następującą kolejność warstw (od spągu do stropu):

piaskowiec biały do białozółtego i różowego o doskonale widocznych warstwowaniach skośnych;

piaskowiec kwarcowy ze znaczną ilością kaolinu, biały i białoróżowy, nie-warstwowany;

piaskowiec szarobiały, bez widocznego warstwowania, zawierający w spągu znaczną ilość otoczków kwarcowych — zlepienie podstawowy.

Podobne następstwo można zauważyć także w innych odsłonięciach w okolicy

Lwówka, Mojesza, Soboty, z tym że nigdzie nie widać tak dobrze wyodrębnionej warstwy piaskowców kaoliinowych o kilkudziesięciocentymetrowej miąższości, leżącej poniżej zlepieńca podstawowego.

Powtarzająca się obecność wyraźnie zarysowanego skośnego warstwowania (czasami równoległego) w piaskowcach poniżej zlepieńca podstawowego i braku takich struktur powyżej wskazują na pewną prawidłowość, którą można wykorzystać w terenie przy odróżnianiu piaskowców triasowych od dolnocenomańskich. Stwierdzenia te podbudowuje także fakt znalezienia przez autora w piaskowcach pozbawionych śladów skośnego warstwowania, a zaliczanych do triasu, fauny kredowej z *Pecten* sp. Znaleźisko to pochodzi z nieczynnego łomu położonego na zachód od Pielgrzymki na wzgórzu 270.

Należy także dodać, że w piaskowcach leżących powyżej zlepieńca podstawowego spotyka się czasem niewyraźne ślady warstwowania w postaci wyługowań na ścianie skalnej, lub pęknięć. Odróżnienie ich jednak od doskonale widocznych i wyraźnych w rysunku warstwowań piaskowców triasowych nie następuje na ogół trudności.

Biorąc pod uwagę poczynione obserwacje wydaje się prawdopodobne, że znaczna część piaskowców zaliczanych dotychczas za Scupinem do poziomu *lwóweckiego piaskowca budowlanego*, których wychodnie ciągną się od Lwówka na północny zachód w kierunku Nowogrodźca, faktycznie nie należy już do triasu.

Dosyć szczególna jest natomiast sytuacja piaskowców kaoliinowych występujących poniżej zlepieńca podstawowego w kamieniołomie na zachodnim przedmieściu Lwówka. Leżą one na skośnie warstwowanych piaskowcach dolntriasowych, ale poniżej spągu cenomanu, a ich wiek jest trudny do określenia i mieści się prawdopodobnie w przedziale od piaskowca pstrego do cenomanu.

#### UWAGI KOŃCOWE

Sedymentacja piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej nie wykraczała prawdopodobnie poza obszar występowania cechsztynu. Trudno sobie w tej chwili dokładnie wyobrazić cechsztyńską morfologię, co wynika ze skomplikowanej budowy geologicznej rozpatrywanego obszaru (Gunia 1962; Gunia & Milewicz 1962; Krasoń 1964, 1967). W dużym uproszczeniu można przyjąć za punkt wyjścia następującą sytuację z końcem cechsztynu górnego. Na obszarze niecki północnosudeckiej, z wyjątkiem jej brzegu południowego, trwała powoli zanikająca sedymentacja ewaporytów, których coraz drobniejsze warstewki przedzielane są osadami klastycznymi (fig. 7). Zasięg osadów węglanowych w kierunku południowym kończy się na północ od miejscowości Wleń, w rejonie wsi

Klecza i Łupki (Gorczyca-Skałowa — informacja ustna). Na południe od tych miejscowości górny cechsztyń reprezentują wyłącznie osady klastyczne. Tego typu asymetria basenu sedymentacyjnego wynika prawdopodobnie wskutek obecności na południu lądu dostarczającego materiału klastycznego i jest analogiczna do obserwowanej współcześnie w Morzu Kaspijskim (Ruchin 1969).

Pod koniec cechsztyń nastąpiła zmiana klimatu, prawdopodobnie w kierunku zwilgotnienia lub jego ochłodzenia. Definitywnie zakończyło się powstawanie ewaporytów, a sedymentacja materiału klastycznego dzięki zwiększonej ilości wód płynących objęła cały obszar niecki północnosudeckiej.

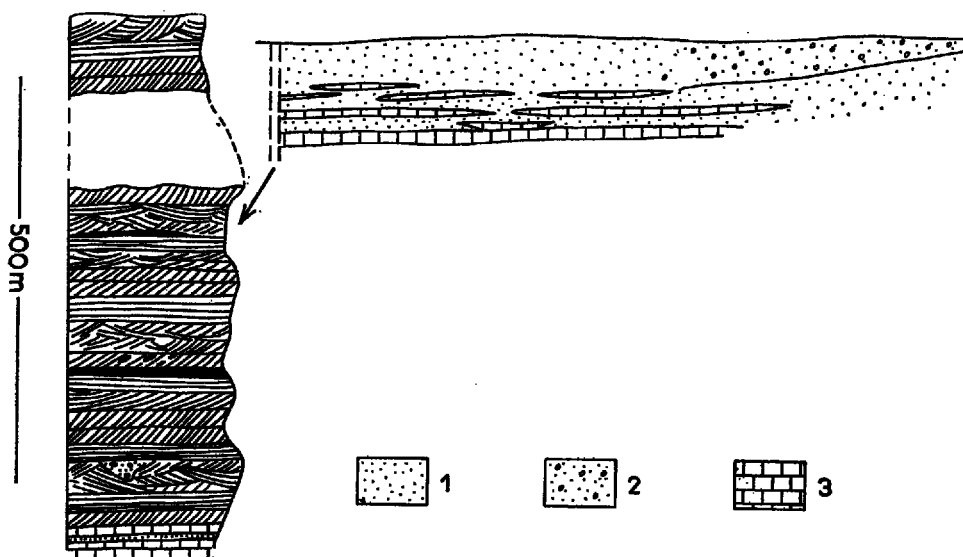


Fig. 7

Schematyczny przekrój przez basen sedymentacyjny piaskowca pstręgo w niecce północnosudeckiej oraz powiększony wycinek tego przekroju ilustrujący udział najczęściej występujących struktur sedymentacyjnych

1 piaskowce, 2 piaskowce ze żwirrem i otoczkami, 3 wapienie

Diagrammatic section through the sedimentary basin of the Bunter in the Northsudetetic Basin, also a magnified fragment of that section showing the occurrence of the most common sedimentary structures

1 sandstones, 2 sandstones with gravel and pebbles, 3 limestones

Materiału klastycznego dostarczały częściowo utworzone wcześniej skały osadowe, częściowo zaś krystaliczne skały bloku Karkonoszy i masywu strzegomskiego, przy czym skały osadowe, sądząc po ubóstwie grubszej frakcji w piaskowcu pstrym, należy raczej wiązać z marginalnymi strefami cechsztyń, aniżeli z utworami czerwonego spagowca.

Sedymentacja piaskowca pstrego odbywała się w warunkach *powolnego obniżania basenu i powolnego zasypywania* (por. Sloss & al. 1949). Cechami charakterystycznymi takiego układu są: redepozycja osadów w trakcie sedymentacji, odprowadzenie minerałów niestabilnych i materiału organicznego, dobre sortowanie osadu i często skośne warstwowanie.

Obszar sedymentacji piaskowca pstrego był równiną nachyloną ku północy, pokrytą siecią potoków typu roztek (braided) i zalewaną okresowo przez powódzie. Nie musiały one być wynikiem długotrwałych opadów. Brak roślin trawiastych i retencji leśnej działającej regulująco w warunkach współczesnych (Dębski 1970) sprzyjał częstemu zalewaniu całej równiny. Klimat można określić jako umiarkowanie wilgotny, z okresowymi przejściami do półsuchego, a przynajmniej okresowo ciepły.

Badania prowadzone w niecce północnosudeckiej potwierdzają w najbardziej ogólnym zarysie podobieństwo piaskowca pstrego do osadów tego samego wieku z innych obszarów środkowej Europy. Istnieje jednak wiele cech odróżniających go od piaskowca pstrego monokliny przedsudeckiej, obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (brak m.in. ingresji morskich) oraz Turynii (ubóstwo typów arkozowych piaskowca). W chwili obecnej nie jest jeszcze wiadomo, czy te odrębności są specyficzną cechą dolnego triasu niecki północnosudeckiej czy też całych Sudetów.

Pracownia Geologii Starych Struktur  
Zakładu Nauk Geologicznych PAN  
Wrocław, ul. Cybulskiego 30  
Wrocław, w listopadzie 1971 r.

#### LITERATURA CYTOWANA

- BAULIG H. 1958. *Studia Geomorfologiczne (Essais de géomorphologie)*. Warszawa.
- BEYER K. 1933. *Das Liegende der Kreide in den Nordsudeten*. — N. Jb. Miner. Geol. Abh., Abt. B, Beil.-Bd. 69. Stuttgart.
- CHOROŃSKA M. 1962. Uwagi o minerałach ciężkich utworów górnej kredy i triasu w niecce północnosudeckiej (Comment on heavy minerals of Upper Cretaceous and Triassic sediments found in the north Sudetic trough). — *Kwartalnik Geol.*, t. 6. Warszawa.
- DĘBSKI K. 1970. *Hydrologia*. Wydawn. „Arkady”. Warszawa.
- FRIEDMAN G. M. 1958. Determination of sieve-size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies. — *J. Sedim. Petrol.*, vol. 68. Menasha.
- GORCZYCA-SKAŁA J. 1967. Kreda wschodniej części rowu Wlenia (The Cretaceous of the eastern part of the Wleń graben). — *Przegląd Geol.*, nr 6. Warszawa.
- GRÜMBT E. 1969. Beziehungen zwischen Korngröße, Schichtung, Materialbestand und anderen sedimentologischen Merkmalen in feinklastischen Sedimenten. — *Geologie*, Jg. 18, H. 2. Berlin.
- GUNIA T. 1962. Cechsztyń synkliny leszczyńskiej (The Zechstein of Leszczyna syncline). — *Biul. Inst. Geol.* 173, Warszawa.

Sedymentacja piaskowca pstrego odbywała się w warunkach *powolnego obniżania basenu i powolnego zasypywania* (por. Sloss & al. 1949). Cechami charakterystycznymi takiego układu są: redepozycja osadów w trakcie sedymentacji, odprowadzenie minerałów niestabilnych i materiału organicznego, dobre sortowanie osadu i często skośne warstwowanie.

Obszar sedymentacji piaskowca pstrego był równiną nachyloną ku północy, pokrytą siecią potoków typu roztok (braided) i zalewaną okresowo przez powodzie. Nie musiały one być wynikiem długotrwałych opadów. Brak roślin trawiastych i retencji leśnej działającej regulująco w warunkach współczesnych (Dębski 1970) sprzyjał częstemu zalewaniu całej równiny. Klimat można określić jako umiarkowanie wilgotny, z okresowymi przejściami do półsuchego, a przynajmniej okresowo ciepły.

Badania prowadzone w niecce północnosudeckiej potwierdzają w najbardziej ogólnym zarysie podobieństwo piaskowca pstrego do osadów tego samego wieku z innych obszarów środkowej Europy. Istnieje jednak wiele cech odróżniających go od piaskowca pstrego monokliny przedsudeckiej, obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (brak m.in. ingresji morskich) oraz Turynii (ubóstwo typów arkozowych piaskowca). W chwili obecnej nie jest jeszcze wiadomo, czy te odrębności są specyficzną cechą dolnego triasu niecki północnosudeckiej czy też całych Sudetów.

*Pracownia Geologii Starych Struktur  
Zakładu Nauk Geologicznych PAN  
Wrocław, ul. Cybulskiego 30  
Wrocław, w listopadzie 1971 r.*

#### LITERATURA CYTOWANA

- BAULIG H. 1956. *Studia Geomorfologiczne (Essais de géomorphologie)*. Warszawa.
- BEYER K. 1933. *Das Liegende der Kreide in den Nordsudeten*. — N. Jb. Miner. Geol. Abh., Abt. B, Beil.-Bd. 69. Stuttgart.
- CHOROWSKA M. 1962. *Uwagi o minerałach ciężkich utworów górnej kredy i triasu w niecce północnosudeckiej (Comment on heavy minerals of Upper Cretaceous and Triassic sediments found in the north Sudetic trough)*. — *Kwartalnik Geol.*, t. 6. Warszawa.
- DĘBSKI K. 1970. *Hydrologia*. Wydawn. „Arkady”. Warszawa.
- FRIEDMAN G. M. 1958. *Determination of sieve-size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies*. — *J. Sedim. Petrol.*, vol. 66. Menasha.
- GORCZYCA-SKAŁA J. 1967. *Kreda wschodniej części rowu Wlenia (The Cretaceous of the eastern part of the Wlenia graben)*. — *Przegląd Geol.*, nr 6. Warszawa.
- GRUMBT E. 1969. *Beziehungen zwischen Korngröße, Schichtung, Materialbestand und anderen sedimentologischen Merkmalen in feinklastischen Sedimenten*. — *Geologie*, Jg. 18, H. 2. Berlin.
- GUNIA T. 1962. *Cechsztyń synkliny leszczyńskiej (The Zechstein of Leszczyna syncline)*. — *Biul. Inst. Geol.* 173. Warszawa.

- & MILEWICZ J. 1962. Wykształcenie facjalne cechsztynu niecki północnosudeckiej (Development of the Zechstein in the North-Sudeten basin). — *Ibidem*.
- HARMS J. C. & FAHNESTOCK R. K. 1965. Stratification, bed forms and flow phenomena. — *Primary Sedimentary*, no. 12. Tulsa — Menasha.
- KOHLIS D. W. 1967. Petrology of the Simsboro Formation of Northeast Central Texas. — *J. Sedim. Petrol.*, vol. 37, no. 1. Menasha.
- KOSTRZIEWSKI A. 1970. Uziarnienie i obróbka współczesnych aluwów Bobru jako wyraz dynamiki rzecznej środowiska sedymentacyjnego (Graining and abrasion of the Bóbr contemporary alluvia as reflection of the dynamics of river sedimentary environment). — *Prace Komis. Geogr.-Geol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk*, t. 8, z. 4. Poznań.
- KRASON J. 1964. Podział stratygraficzny cechsztynu północnosudeckiego w świetle badań facjalnych (Stratigraphic division of North-Sudetic Zechstein in the light of facial investigations). — *Geologia Sudetica*, vol. 1. Warszawa.
- 1967. Perm synkliny bolesławieckiej (The Permian of the Bolesławiec syncline, Lower Silesia). — *Prace Wrocł. Tow. Nauk.*, Ser. B, Nr 133. Wrocław.
- KRYNIN P. D. 1949. The origin of red beds. — *Trans. New York Acad. Sci.*, ser. 2, vol. 11, no. 3. New York.
- KSIAŻKIEWICZ M. 1968. Geologia dynamiczna. Warszawa.
- , SAMSONOWICZ J. & RÜHLE E. 1965. *Zarys geologii Polski*. Warszawa.
- KÜHN B. & ZIMMERMANN E. 1918. *Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen. Blatt Groditzberg*. Berlin.
- & — 1919. *Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen. Blatt Lähn*. Berlin.
- MAZŁY W. & MROCZKOWSKI J. 1971. Występowanie kaolinitu w utworach piaskowca pstrego niecki północnosudeckiej i perspektywy jego wykorzystania (Appearance of the kaolinite in the Buntersandstein formation in the North-sudetic Basin and perspective its advantage). — *Zesz. Nauk. Politechn. Wrocł.* (w druku). Wrocław.
- MILEWICZ J. 1962. Próba opracowania tektofacji Sudetów na przykładzie Sudetów Zachodnich (Attempt on elaboration of tectofacies on the example of the West Sudeten area). — *Przegląd Geol.*, nr 4/5. Warszawa.
- 1968. O piaskowcu pstrym rowu Lwówka na tle regionów przyległych (On the Buntersandstein deposits in the Lwówek graben and in the adjacent areas). — *Kwartalnik Geol.*, t. 12, nr 3. Warszawa.
- MROCZKOWSKI J. 1969. Paleocurrents in the Lower Triassic deposits of the southern part of the Northsudetic Basin. — *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Géol. Géogr.*, vol. 17, no. 3/4. Varsovie.
- NOETTLING F. 1880. *Die Entwicklung der Trias in Niederschlesien*. — *Z. Deutsch. Geol. Ges.* Berlin.
- OBERC J. 1966. Ewolucja Sudetów w świetle teorii geosynklin (Evolution of the Sudetes in the light of geosyncline theory). — *Prace Inst. Geol.*, t. 47. Warszawa.
- RONIEWICZ P. 1966. Klastyczne osady dolnego wierzenu (seisu) w Tatrach (Lower Werfenian — Seisian — clastics in the Tatra Mts.). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 16, no. 1. Warszawa.
- RUCHIN L. B. 1969. *Osnovy litologii*. Leningrad.
- SCHUMM S. A. 1968a. River adjustment to altered hydrologic regimen. Murrumbidgee river and paleochannels, Australia. — *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 598. Washington.
- 1968b. Speculations concerning paleohydrologic controls of terrestrial sedimentation. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 79. New York.

- SCUPIN H. 1833. Der Buntsandstein der Nordsudeten. — Z. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 85. Berlin.
- SENKOWICZOWA H. & ŚLĄCZKA A. 1962. Pstry piaskowiec na północnym obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich (The Bunter on the northern border of the Holy Cross Mts.). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 32, z. 3. Kraków.
- SIMON D. B., RICHARDSON E. V. & NORDIN Jr. C. F. 1965. Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels. Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. — Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner., vol. 12. Tulsa.
- SLOSS L. L., KIRUMBETIN W. C. & DAPPLES E. C. 1940. Sedimentary facies in geologic history. Integrated facies analysis. — Geol. Soc. Amer., Memoir 39. New York.
- TEISSEYRE H. 1957. Regionalna Geologia Polski, T. 3, „Sudety”, z. 1. Kraków.
- VAN HOUTEN F. B. 1968. Iron oxides in beds. — Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 79, no. 4. New York.
- WILLIAMS H., TURNER F. & GILBERT CH. M. 1955. Petrography. San Francisco.
- WILLIAMS P. F. & RUST B. R. 1969. The sedimentology of a braided river. — J. Sedim. Petrol., vol. 39, no. 2. Menasha.
- ZIMMERMANN E. 1937. Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen. Blatt Hirschberg. Berlin.

### SUMMARY

**ABSTRACT:** An account is here given of the results of investigations of the Bunter in the Northsudetic Basin. The analyses comprised the composition of the Bunter, the origin of the detrital material, its transport directions and sedimentary environment. Observations show the Bunter to be represented mainly by quartz sandstones with slight admixtures of non-stable minerals and rock fragments. This material is largely due to the reworking of Zechstein deposits and comes from the crystalline rocks of the Karkonosze block and the Strzegom massif. It had been transported northwards by streams of the braided river type down a gently sloping plain. Changes in the composition of the Bunter sandstones are not connected with the various lithostratigraphic horizons or various facies to which they belonged but were caused by their position in relation to the source area.

In the Northsudetic Basin, the Bunter is represented chiefly by sandstones which sometimes pass into mudstones and gravelly sandstones. Thin layers of red-brownish clays or their re-deposited fragments are less frequent. The mineral composition of the sandstones is shown in Gilbert's classification triangles (Fig. 2). They are mainly quartz wackes. In the composition of the matrix, besides fine detrital material, there occurs a clayey substance, represented almost exclusively by kaolinite. In spite of certain deviations (Fig. 3) the Bunter is petrographically rather homogeneous. The sorting coefficient ( $S_o$ ) and the mediana ( $M_d$ ) display strong vertical and horizontal oscillations, without, however, any distinct regularities (Fig. 4). A regularity has, however, been observed in the northward decrease

of the diameter of pebbles, sporadically scattered over the sandy groundmass (Fig. 3). The per cent amount of pebbles of the rocks less resistant to weathering (Table 1) decreases in the same direction. The Bunter is well stratified, in most cases cross-bedded, less often horizontally-bedded (Pls 1, 3). The sedimentary structures there encountered are: ripplemarks with amplitudes of the order of several centimetres and ripple index ranging from 6.6 to 7.1 (Pls 5, 6), also erosive channels (Pl 7). Burrows of slimeeaters or traces of some unidentified organisms (Pl 8) and bioturbated layers are not frequent. The red colour of the sandstone, due to iron oxides, has so far been considered a proof of dry climate, while differences in the colouration served as criterions in the classification of the Bunter in this region. The interbedding of the red and white sandstones, the decoloured white streaks occurring at an angle to the bedding plane and the dependence of the intensity of colouring on the graininess suggest that the colouration and decolouration of the rocks may at least partly be post-sedimentary.

Such characters as the maturity of the material (Fig. 3) and the roundness, occurrence, size and composition of pebbles, also the direction of paleocurrents, suggest the existence of two source areas: the Karkonosze block and the Strzegom massif, as well as the fact that a considerable part of the material is due to the re-working of older sedimentary rocks, probably of the Northsudetic Zechstein.

The directions of paleocurrents have been determined by measurements of the directional structures (Fig. 5), mainly cross-bedding, the range of the largest pebbles (Fig. 3) and changes in the petrographic composition of the sandstones. They show the transport of the detrital material to have been effected S-N, with local E and W deviations.

The presence of mud-cracks (Pl. 7) of kaolinite and the absence of microfauna in the clay intercalations suggest continental conditions of sedimentation, while the graininess, the cross-bedding showing slight dispersion of directions, and the ripple indexes exclude their eolian character. The type and dip of the crossbeds, the size of the ripplemarks and of the erosive channels, the sandstone textures, the per cent amounts (5—20%) of the silt material in the sediment, the stability of the transport directions and the dispersion of the directional structures allow the sedimentary conditions to be reconstructed as a gently sloping plain drained by streams of the braided rivers type.

The presence of burrows and traces of unidentified organisms, the occurrence of kaolinite, the lack in the Bunter of relict structures typical of the sedimentation in subtropical deserts, as compared with the presence of evaporites in the Upper Zechstein, suggest a humid or cool oscillation of the climate — possibly both — at the Zechstein/Triassic boundary. The prevailing climate was consequently moderately with seasonal rainfalls causing floods.

In the lack of paleontological evidence, the stratigraphic position of the Bunter has been determined on the occurrence of the overlying, faunistically proved, Roethic. The position of the Bunter/Zechstein boundary is controversial as it is based on lithological differences. Since the petrographic composition of the Triassic sandstones and that of the supposedly Upper Zechstein ones does not display any essential differences (Fig. 6), the writer postulates that this boundary be fixed where the sedimentation of the lagoon-like deposits is replaced by the sedimentation of running waters, i.e. in the top surface of the uppermost evaporite layer. In the writer's opinion, the attempts so far undertaken at the subdivision of the Bunter itself on lithological criterions (Noetling 1880, Scupin 1933, Beyer 1933, Milewicz 1968) have not as yet been confirmed. The lithological differences do not seem to proceed from the various stratigraphic members to which the sandstones belong but from their distance from the source areas, and the sandy part of the Bunter has been treated

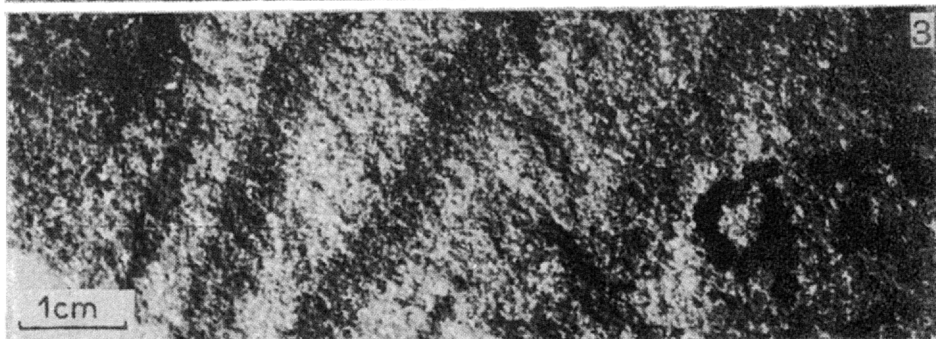
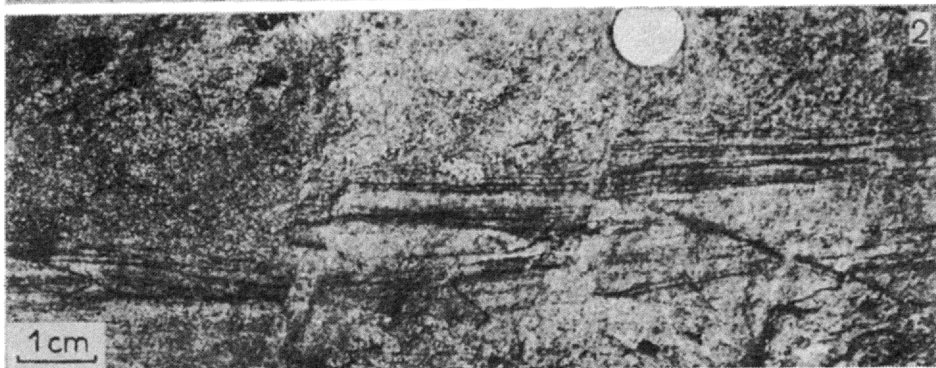
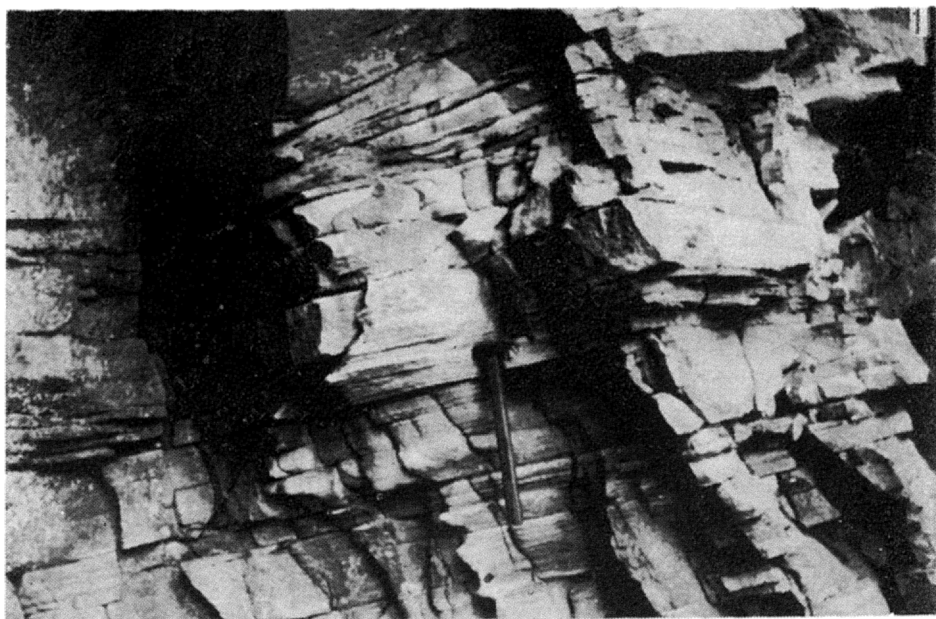


as one lithostratigraphic unit. Over the greatest part of the area here considered, the Bunter is overlain by Cretaceous sandstones, while only isolated patches have persisted of the Roethic and the Muschelkalk. In the outcrops it is difficult to distinguish the sandstones of the Lower Triassic from those of the Cretaceous. The presence in the former of a distinct cross- or horizontal bedding has been accepted as a for the assignment of the stratigraphic position of sandstones.

The writer's investigations suggest the following tentative reconstruction of sedimentary conditions. Towards the close of the Zechstein, in result of climatic changes, the sedimentation of evaporites within the Northsudetic Basin — its southern margin excepted — disappeared. The progressively thinner evaporite layers, now alternate with detrital deposits (Fig. 7). Within the Bunter, the sedimentation of the detrital material brought from the south by the braided rivers, and the seasonal floods, involve the whole area of the Northsudetic Basin.

*Laboratory of Old Structures  
of the Institute of Geological Sciences  
Polish Academy of Sciences  
Wrocław, ul. Cybulskiego 30  
Wrocław, November 1971*

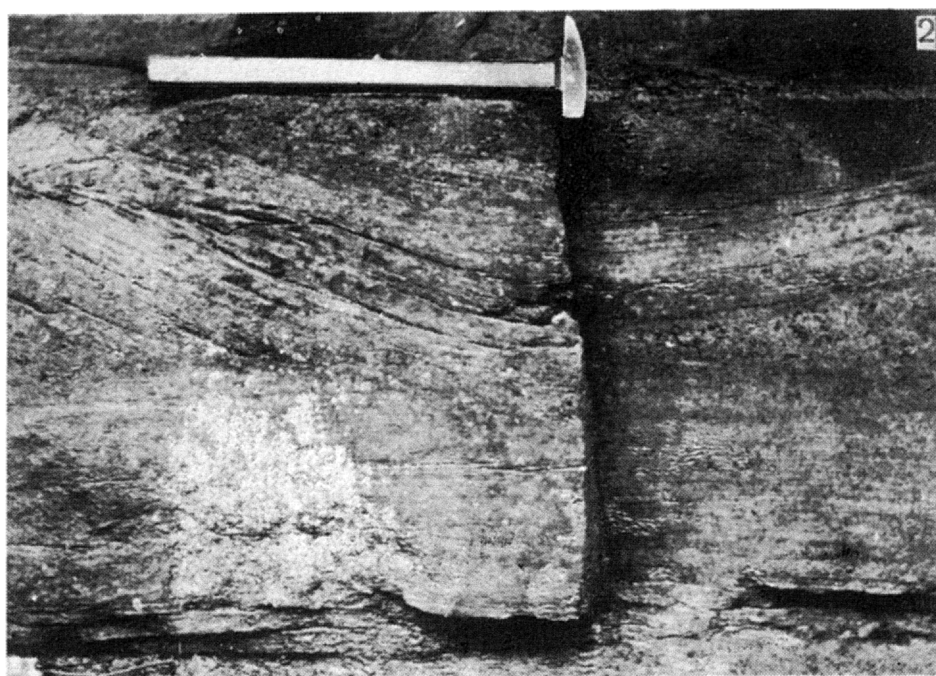
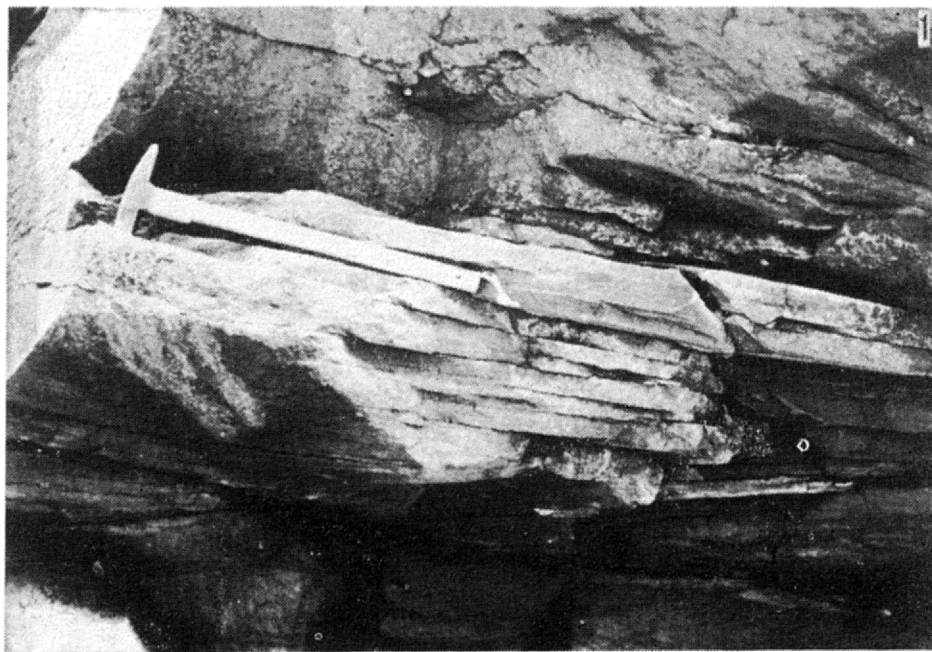
---



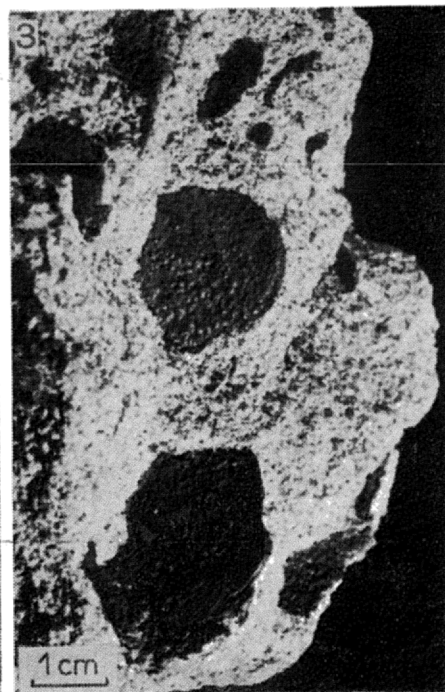
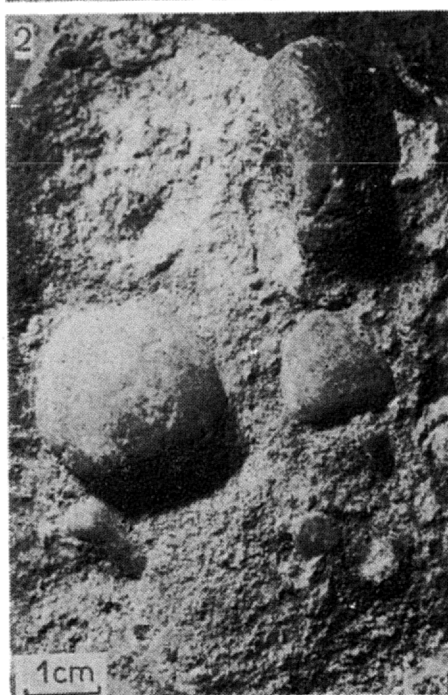
- 1 — Typowe odsłonięcie piaskowca pstrego w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Typical outcrop of the Bunter in the Chróśnicki Potok Valley.
- 2 — Uskoki synsedymantacyjne w piaskowcu z rejonu Krzeniowa.  
Synsedimentary faults in sandstone from the Krzeniów area.
- 3 — Odbarwione smugi w różowym piaskowcu przebiegające pod kątem do uławicenia w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Decoloured streaks in pink sandstone at an angle to the bedding plane in the Chróśnicki Potok Valley.



1-2 — Skośne warstwowanie w piaskowcu pstrym. 1 odsłonięcie w rejonie Mojesza, 2 odsłonięcie w rejonie Lwówka.  
Cross-bedding in the Bunter. 1 outcrop in the Mojesz area, 2 outcrop in the Lwówek area.

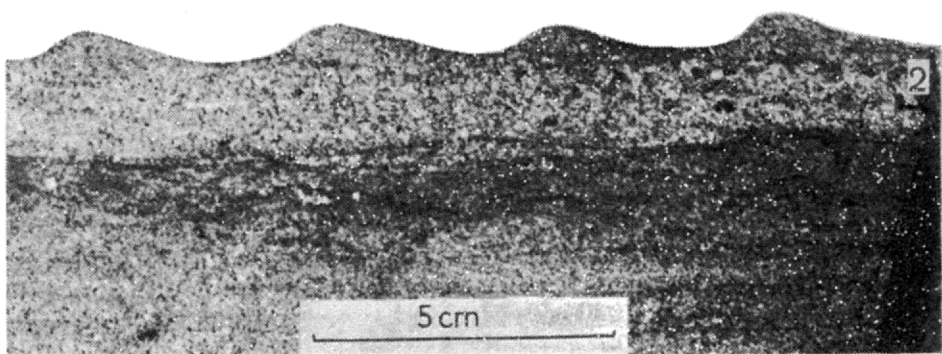
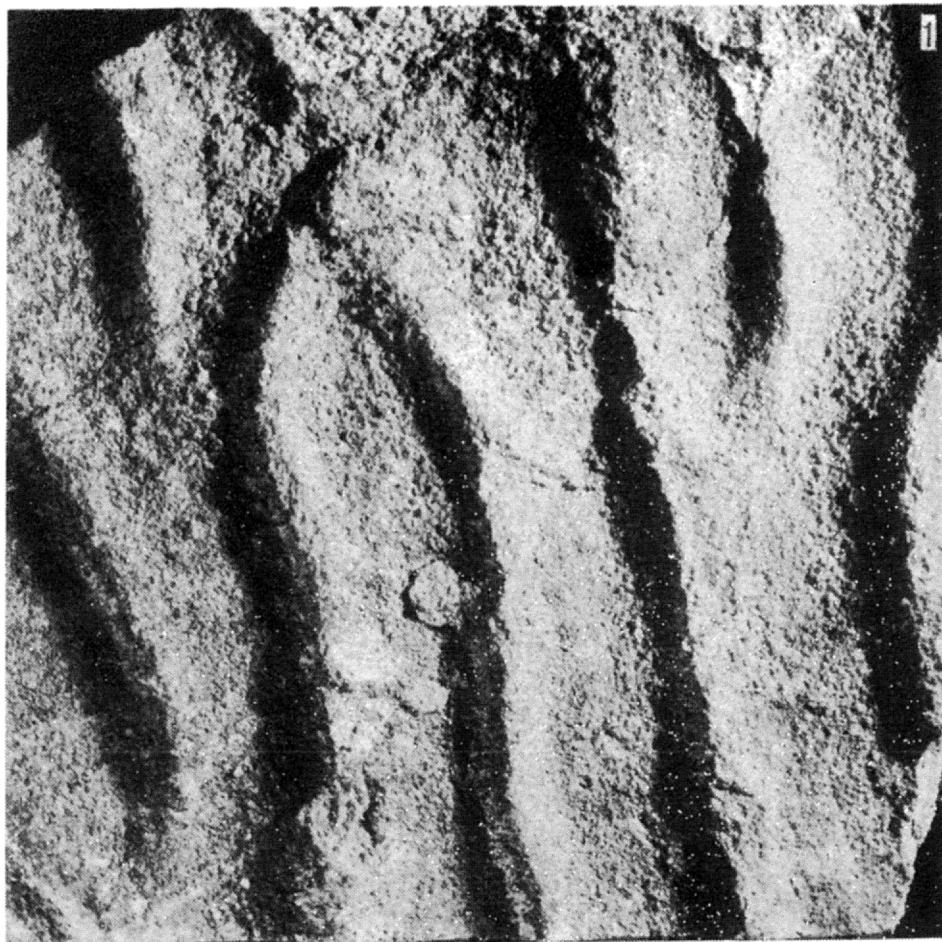


- 1 — Skośne warstwowania w dużej skali w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Large-scale cross-bedding in the Chróśnicki Potok Valley.
- 2 — Skośne warstwowania wypełniające rozmycie erozyjne w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Cross-bedding filling in the erosive outwash in the Chróśnicki Potok Valley.

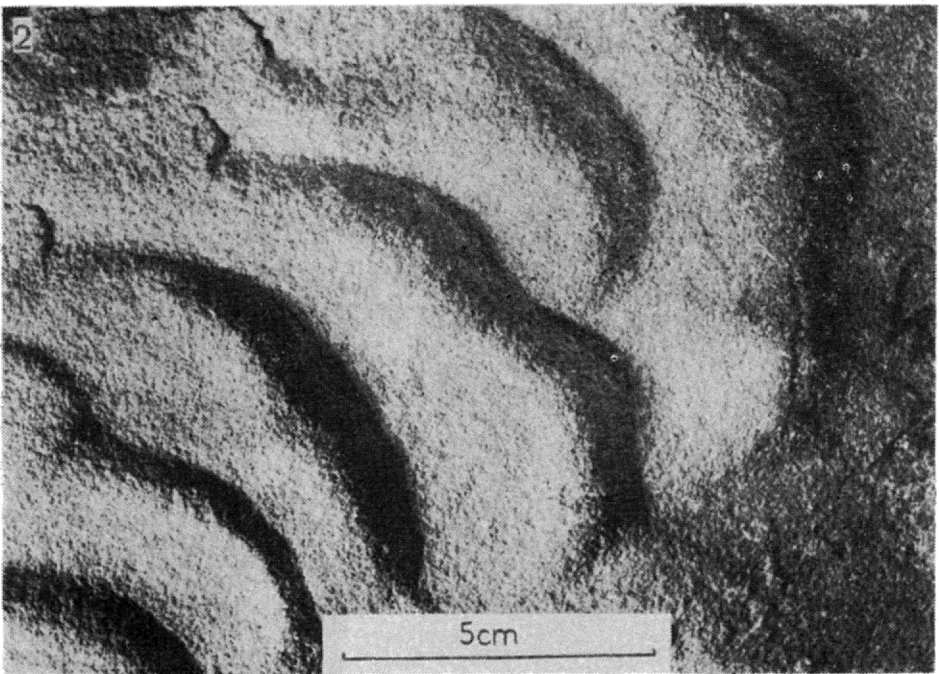
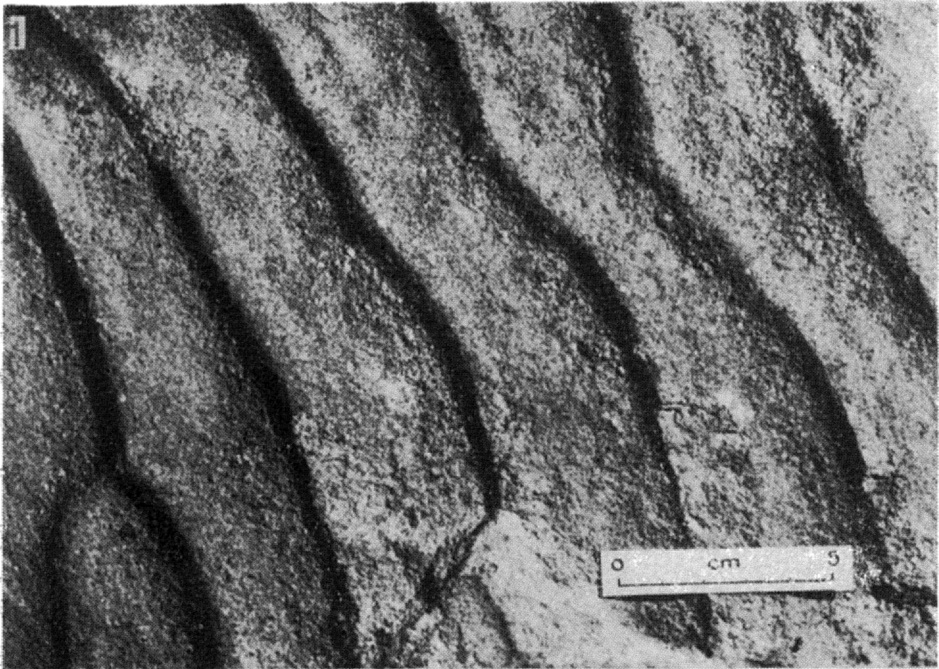


- 1 — Kanał erozyjny wypełniony beładnie osadzonym piaskiem z otoczkami. Odślonięcie w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Erosive channel filled in with haphazardly deposited sand containing pebbles. Outcrop in the Chróśnicki Potok Valley.
- 2 — Fragment piaskowca z otoczkami z doliny Chróśnickiego Potoku.  
Fragment of sandstone with pebbles from the Chróśnicki Potok Valley.
- 3 — Piaskowiec z redeponowanymi fragmentami ilowców. Okolice Wlenia.  
Sandstone with re-deposited clay fragments in the vicinity of Wleń.





Ripplemarki: 1 w planie, 2 w przekroju. Odslonięcia w dolinie Chróśnickiego Potoku  
 Ripplemarks: 1 horizontal, 2 in section. Outcrops in the Chróśnicki Potok Valley



1-2 — Ripplemarki: 1 odsłonięcie przy drodze Wleń-Nielestno, 2 szurfy koło Gródka Wleńskiego.

Ripplemarks: 1 outcrop along the Wleń-Nielestno road, 2 test pits near Gródek Wleński.



- 1 — Szczelinowy z wysychania, widok ogólny spągu warstwy. Odsłonięcie przy drodze Nielestno-Wleń.  
Mud-cracks, general view of the underside of layer. Outcrop along the Nielestno-Wleń road.
- 2 — Szczeliny z wysychania, fragment spągu warstwy. Między poligonami widoczne wypełnienia drobnym materiałem. Odsłonięcie w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Mud-cracks, fragment of the underside of layer showing fine material fillings between the polygons. Outcrop in the Chróśnicki Potok Valley.
- 3 — Szczeliny z wysychania. Widok poligону z pęknięciami II rzędu. Spąg warstwy. Odsłonięcie w dolinie Chróśnickiego Potoku.  
Mud-cracks. View of the polygon with minor cracks. Underside of layer. Outcrop in the Chróśnicki Potok Valley.





- 1 — Hieroglif organiczny na spągu warstwy. Ślad poruszania się niezidentyfikowanego organizmu. Odsłonięcie przy drodze Wleń-Nielestno.  
Organic hieroglyph on the underside of layer. Traces of an unidentified organism. Outcrop along the Wleń-Nielestno road.
- 2 — Hieroglif organiczny na spągu warstwy. Podwójny ślad poruszania się niezidentyfikowanego organizmu. *Ibidem*.  
Organic hieroglyph on the underside of layer. Double traces of an unidentified organism. *Ibidem*.
- 3 — Hieroglif organiczny na spągu warstwy. Rozwidlony ślad poruszania się niezidentyfikowanego organizmu. *Ibidem*.  
Organic hieroglyph on the underside of layer. Forked trace of an unidentified organism. *Ibidem*.