

Jerzy MROCKOWSKI

PIASKOWCE DOLNOTRIASOWE  
W PÓLNOCNEJ CZĘŚCI NIECKI ŚRÓDSUDECKIEJ

(10 fig.)

*Lower Triassic sandstones in the northern part  
of the Intra-Sudetic trough*

(10 Figs.)

**Treść.** Dolny trias w niecce śródsudeckiej reprezentowany jest przez piaskowce kwarcowe z niewielką ilością skaleni i fragmentów skał. W piaskowcach tych powszechnie występuje skośne warstwowanie. Materiał klastyczny transportowany był z południa, ale lokalne kierunki transportu stosują się do zarysów basenu. Piaskowce te osadzały się w środowisku rzeczonym w warunkach intensywnej redepozycji. Porównanie piaskowców dolnego triasu niecki śródsudeckiej i niecki północnosudeckiej wskazuje, że powstały one w podobnych warunkach, jednakże w niecce śródsudeckiej energia środowiska była wyższa.

WSTĘP

Dolny trias w Sudetach wykształcony jest w facji środkowoeuropejskiej i z reguły opisywany w literaturze pod nazwą piaskowca pstrego. W niecce śródsudeckiej, której znaczna część leży na terytorium Czechosłowacji, piaskowiec pstry osiąga miąższość około 100 m. Badaniami relacjonowanymi w tej pracy objęto północną, polską część niecki śródsudeckiej. W polskiej części tej jednostki najlepiej odsłonięty jest piaskowiec pstry w rejonie Chełmska, Łącznej i Kochanowa (fig. 1). Celem niniejszej pracy jest przedstawienie charakterystyki litologicznej piaskowców dolnotriasowych tego obszaru i próba rekonstrukcji środowiska, w którym powstały, ze szczególnym uwzględnieniem kierunków transportu, oraz porównanie z równowiekowymi osadami niecki północnosudeckiej.

Autor dziękuje Profesorowi S. Dzużyńskiemu za krytyczne przeczytanie manuskryptu.

### POZYCJA STRATYGRAFICZNA

Na mapach geologicznych niecki śródsudeckiej z roku 1904 i starszych nie wydzielano utworów triasowych (Beyrich et al., 1867; Flegel et al., 1904). Zimmermann i Berg (1904) uznali piaskowce zalegające pod utworami kredowymi, zaliczane przedtem do górnego czerwonego spągowca (op. cit.), za dolnotriasowe, na podstawie ich petrograficznego podobieństwa do piaskowca pstrego w rejonie Lwówka,

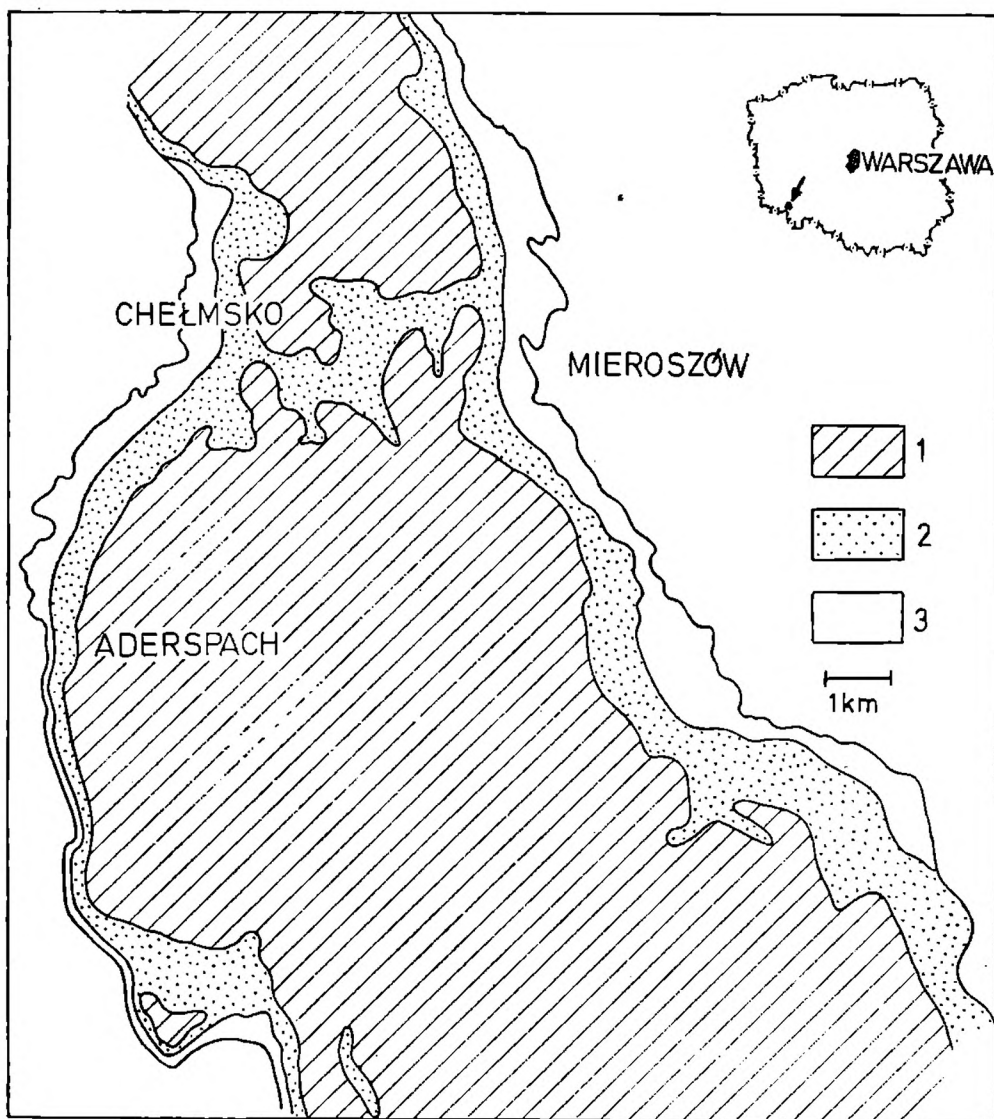


Fig. 1. Szkic geologiczny fragmentu północnej części niecki śródsudeckiej (na podstawie mapy geologicznej Dathego i Petraschecka z 1933 r.): 1 — kreda; 2 — piaskowiec pstry; 3 — cechsztyń

Fig. 1. Geological sketch of a fragment of northern part of the Intra-Sudetic Trough (based on Dathe and Petrascheck's geological map of 1933): 1 — Cretaceous; 2 — Buntsandstein; 3 — Zechstein

w niecce północnosudeckiej. Taki pogląd został przyjęty w późniejszych opracowaniach Berga (1909, 1938), Dathego i Berga (1912), Dathego i Petraschecka (1933), Taslera (1961, 1966), Valina (1961, 1964), Dziedzica (1973). Stratygrafia piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej jest udokumentowana lepiej niż w niecce śródsudeckiej. W obu jednostkach brak w piaskowcach śladów fauny o znaczeniu stratygraficznym, ale w niecce północnosudeckiej w stropie piaskowca pstrego zachowały się w kilku miejscach utwory faunistycznie udokumentowanego retu, a w spągu zalega cechsztyń, którego niższe ogniwa mają dokumentację biostratygraficzną. Natomiast w niecce śródsudeckiej ret, jak również wyższe ogniwa triasu nie są znane, a w cechsztyńnie zalegającym pod piaskowcem pstryem fauny dotychczas nie znaleziono. W tej sytuacji odrębne stanowisko w sprawie wieku omawianych skał w niecce śródsudeckiej zajął Müller (1930), zaliczając je do cechsztyńu. Pogląd ten, podtrzymywany przez Scupina (1937), nie został jednak zaakceptowany przez innych badaczy.

W niecce północnosudeckiej pomiędzy typowymi piaskowcami dolnotriasowymi a kredowymi w okolicy Lwówka obserwuje się białe piaskowce kaolinowe bez widocznych struktur sedymentacyjnych (Mazij i Mroczkowski 1972). Pozycja stratygraficzna tych piaskowców, których miąższość nie przekracza 2 metrów, jest problematyczna. Beyers (1932) twierdził, że mogą one być lądowymi osadami kredy. Scupin (1933) zaliczył je do dolnego triasu. Pomimo podobnego składu petrograficznego różnią się te piaskowce od dolnotriasowych brakiem typowego dla piaskowca pstrego warstwowania (Mroczkowski 1972). W niecce śródsudeckiej w rejonie Chełmska i Łącznej również obserwuje się w stropie piaskowców dolnotriasowych a poniżej typowych piaskowców kredowych białe piaskowce kaolinowe nie wykazujące warstwowania ani innych struktur sedymentacyjnych. Różnią się one od podobnych skał niecki północnosudeckiej znacznie większą miąższością, rzędu 10—15 metrów. Piaskowce te opisywane są w niecce śródsudeckiej konsekwentnie jako dolnotriasowe (Zimmermann i Berg 1904, Berg 1905, 1938, Dathe i Berg 1912; Dathe i Petrascheck 1933, Tasler 1961, 1966, Valin 1961, 1964). Odmienne poglądy na wiek omawianych piaskowców można znaleźć w pracach tych autorów, którzy uważali je wraz z całym kompleksem skał osadowych poniżej kredy, a powyżej czerwonego spągowca za cechsztyńskie (Müller 1930; Scupin, 1937). Na podstawie obserwacji prowadzonych w północnej części niecki śródsudeckiej, na terytorium Polski, autor doszedł do wniosku, że w odniesieniu do białych piaskowców zalegających w spągu kredy na tym obszarze trudno zastosować jeden z przedstawionych schematów stratygraficznych. Wspomniane piaskowce różnią się na badanym terenie od piaskowców dolnego triasu nie tylko zwiększoną ilością kaolinu i brakiem struktur sedymentacyjnych, ale także brakiem otoczków. Wy-

rażne podobieństwo tych skał do zalegających w podobnej sytuacji geologicznej kaolinowych piaskowców w niecce północnosudeckiej skłania do wniosku, że podobnie jak w niecce północnosudeckiej, trzeba przy określaniu ich wieku brać pod uwagę cały przedział czasowy od dolnego triasu do cenomanu. Wydaje się prawdopodobne, że zarówno w niecce północnosudeckiej, jak i śródsudeckiej białe bezstrukturalne piaskowce stanowią kopalną zwiertzelinę piaskowca pstręgo, która utworzyła się kiedyś we wspomnianym wyżej interwale czasowym. Autor nie miał możliwości przeprowadzenia badań w odsłonięciach białych piaskowców kaolinowych na obszarze Czechosłowacji, w związku z czym nie może stwierdzić, czy białe piaskowce kaolinowe opisywane przez Taslera (1961, 1966) i Valina (1961, 1964) jako dolnotriasowe odpowiadają białym piaskowcom kaolinowym występującym w spągu kredy w rejonie Chełmska i Łącznej. Poza wyżej opisanymi białymi piaskowcami kaolinowymi, których przynależność do dolnego triasu, przynajmniej w odniesieniu do polskiej części niecki śródsudeckiej, wydaje się problematyczna, utwory piaskowca pstręgo w tym obszarze uważa się za jednolity kompleks (Dathe i Berg 1912; Berg 1938). Jedyne w czeskiej części niecki śródsudeckiej dokonano próby wydzielenia w piaskowcu pstrym osadów należących do różnych facji (Valin 1964). W polskiej części niecki autor nie zaobserwował w obrębie piaskowca pstręgo różnic litologicznych, które by upoważniały do wydzielenia facji. Jednolite wykształcenie piaskowca pstręgo w niecce śródsudeckiej oraz jego niewielka miąższość były prawdopodobnie powodem uformowania się poglądu, że w omawianym obszarze reprezentowany jest tylko dolny piaskowiec pstry (Berg, 1938). Wydaje się jednak, że w niecce śródsudeckiej może być reprezentowany cały piaskowiec pstry, oczywiście bez retu. Redukcja miąższości w stosunku do niecki północnosudeckiej jak 1:5 mogła wynikać z „kanibalizmu” towarzyszącego intensywnej redepozycji osadów.

#### OPIS LITOLOGICZNY

Litologiczne cechy piaskowca pstręgo w niecce śródsudeckiej były podstawą określenia jego pozycji stratygraficznej (Zimmermann i Berg, 1904). Omawiane skały nie zostały jednak wówczas dokładnie opisane pod względem petrograficznym.

Piaskowiec pstry w niecce śródsudeckiej reprezentowany jest przez dość monotennie wykształcony kompleks piaskowców, w których tkwią bezładnie porzrzucone otoczaki. Sporadycznie obserwować można w piaskowcu niewielkie warstewki lub soczewki mułowe i mułowo ilaste.

## Skład petrograficzny

Wyniki badań mikroskopowych zostały przedstawione na trójkątach klasyfikacyjnych według Gilberta (Williams i i., 1955), (fig. 2). Opisywane piaskowce należą do arenitów skaleniowych lub arkozowych oraz

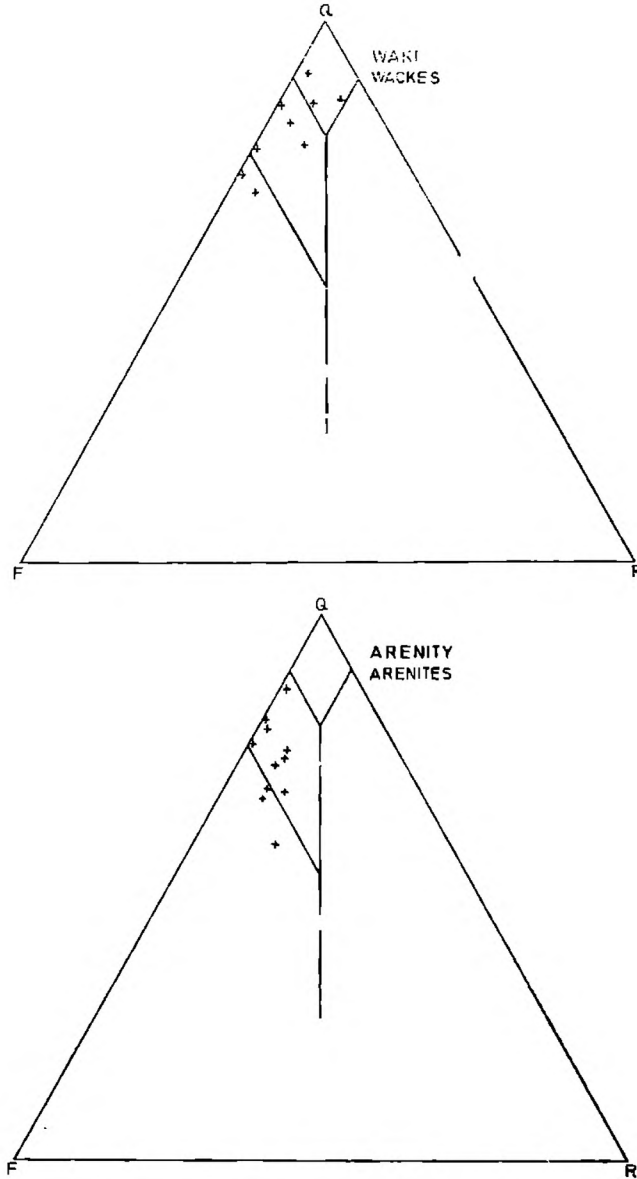


Fig. 2. Projekcja piaskowców dolnotriasowych na diagramach klasyfikacyjnych Gilberta (Williams et al. 1955)

Fig. 2. Projection of Lower Triassic sandstones in Gilbert's classifying diagrams (Williams et al. 1955)

do wak: kwarcowych, arkozowych i skaleniowych. W skład badanych piaskowców wchodzi kwarc (od 56 do 90 % szkieletu ziarnowego w badanych próbach), skalenie (od 0 do 36%), fragmenty skał (od 0 do 15%). Tło stanowi od 0 do 21 % całej skały. Zwraca uwagę ubóstwo łyśczyków, które w niewielu zawierających je próbach występują w ilościach rzędu ułamków procenta, wyjątkowo osiągając do 3 % szkieletu ziarno-

wego. Należy wziąć pod uwagę możliwość, że pewna ilość łyszczyków mogła w postaci drobnego detrytusu wejść w skład tła skalnego. Drobne fragmenty skał widoczne pod mikroskopem, jak również większe otoczaki, licznie występujące w piaszczystym tle często pochodzą ze skał zawierających znaczne ilości łyszczyków. W opisywanych piaskowcach na-

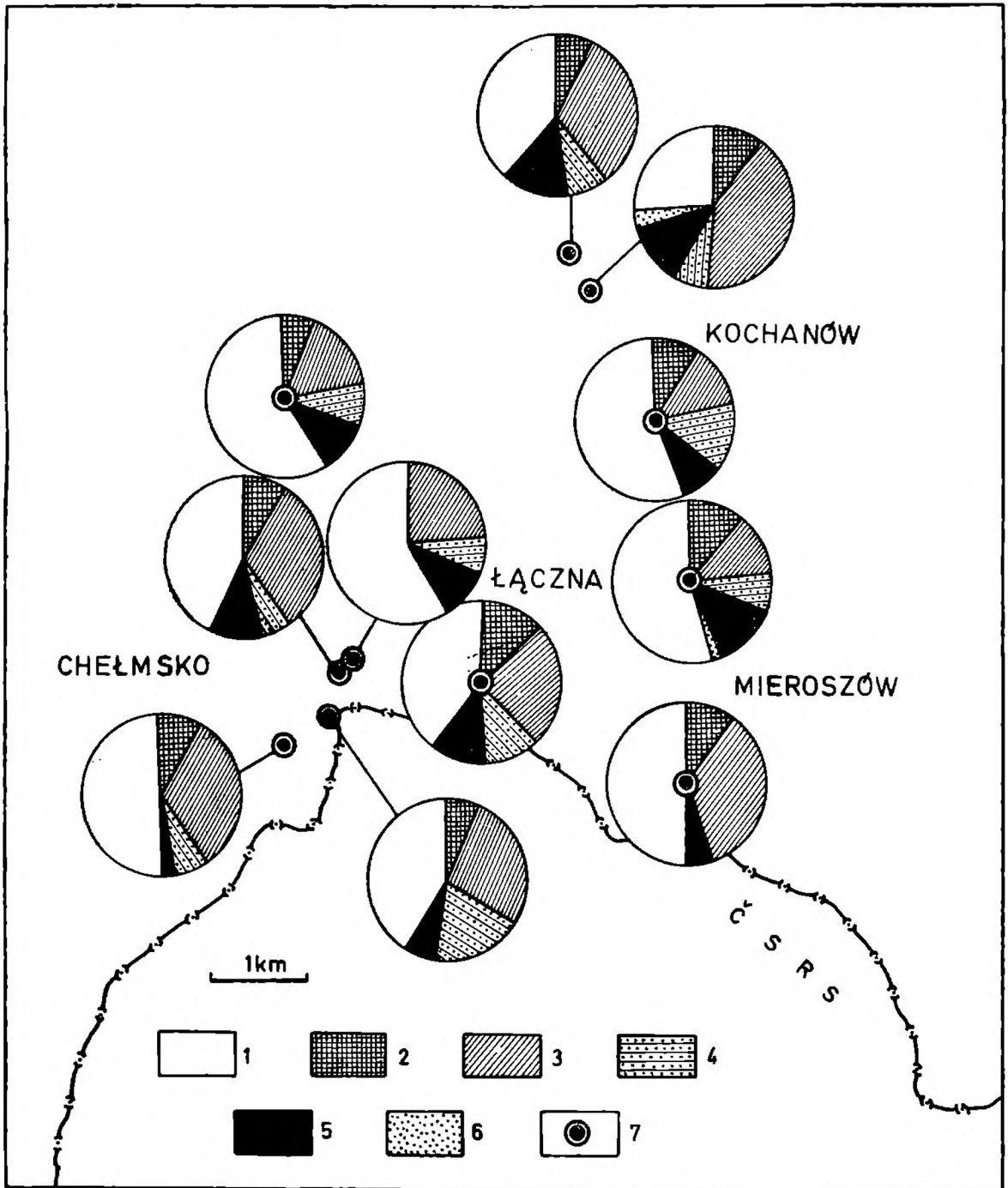


Fig. 3. Skład petrograficzny otoczek występujących w piaskowcach dolnotriasowych: 1 — kwarcy i kwarcyty; 2 — wulkanity; 3 — granity i granitognejsy; 4 — gnejsy; 5 — łupki metamorficzne; 6 — piaskowce

Fig. 3. Petrographic composition of pebbles occurring in Lower Triassic sandstones: 1 — quartz and quartzites; 2 — vulcanites; 3 — granites and gneissoid granites; 4 gneisses; 5 — metamorphic schists; 6 — sandstones

leżałoby więc spodziewać się występowania łyszczyków o ilościach rzędu kilku, nawet kilkunastu procent.

W kilku szlifach stwierdzono występowanie minerałów ilastych, prawdopodobnie kaolinitu. Czasami tworzy on pseudomorfozy po innych, niezidentyfikowanych minerałach.

Charakterystyczne dla opisywanych piaskowców jest występowanie w nich otoczków. Znajduje się je we wszystkich odsłonięciach na badanym obszarze. Otoczaki nie tworzą warstw czy soczewek zlepieńców, lecz są bezładnie rozrzucone w piaszczystym tle. Czasami większa ich ilość tworzy gniazda lub smugi w piaskowcu. Wielkość otoczków sięga 150 mm, ale średnio waha się w granicach 20—60 mm. Występują wśród nich zarówno formy angularne, jak i średnio, a nawet dobrze obtoczone. Wśród otoczków spotyka się najczęściej kwarc i kwarcyty a ponadto granity, granitognejsy, dioryty, skały wulkaniczne, łupki metamorficzne i piaskowce. Identyfikację otoczków często utrudnia znaczny stopień ich zwiertzenia. Procentowy udział różnych typów skalnych wśród otoczków w różnych punktach badanego obszaru przedstawiono na fig. 3.

Skały macierzyste otoczków nie zostały zidentyfikowane, znaczna część otoczków mogła się zresztą dostać do osadów piaskowca pstręgo nie bezpośrednio z masywów krystalicznych otaczających nieckę śródsu-decką, lecz ze zlepieńców dolnego permu. Możliwość taką trzeba brać pod uwagę, pomimo braku analogii ze składem otoczków czerwonego spągowca (por. Dziedzic, 1961).

Analiza rozkładu zmian w składzie petrograficznym otoczków tkwiących w piaskowcu pstrym nasuwa wniosek, że skład ten zmienia się w terenie kierunkowo (fig. 5). Procent mniej odpornych na wietrzenie skał w składzie otoczków zmniejsza się: w rejonie Chełmska ku północnemu wschodowi i wschodowi, w rejonie Łącznej i Mieroszowa ku północy i północnemu wschodowi, w rejonie Kochanowa i ku zachodowi i południowemu zachodowi.

Nie można określić, z jakiego miejsca w profilu pochodzą wspomniane analizy otoczków. W rejonie Kochanowa, gdzie wykonano analizę otoczków z piaskowca pstręgo leżącego prawdopodobnie tuż ponad cechsztynem i następnie drugą w niewielkiej odległości, lecz niewątpliwie kilkadziesiąt metrów wyżej w profilu, w pobliżu spągu utworów kredowych, stwierdzono wyraźną różnicę polegającą na zwiększeniu udziału skał plutonicznych i metamorficznych w wyższej części profilu. W tej sytuacji wyciąganie kategorycznych wniosków co do kierunku transportu tylko na podstawie różnic w składzie otoczków jest niewskazane. Należy jednak podkreślić, że podobny do uzyskanego z analizy składu otoczków obraz uzyskuje się zestawiając zasięgi największych ze znalezionych otoczków (fig. 6) i że powyższe wyniki korespondują z wynikami analiz petrograficznych samego piaskowca.

Oprócz otoczków skał zwięzłych spotyka się w piaskowcu fragmenty

skłał mułowcowoilastych barwy czerwobrunatnej lub brunatnej. Wielkość tych fragmentów sięga od kilku do ponad stu milimetrów. Są to redeponowane z niewielkiej odległości strzępy soczewek czy też warstw mułów lub iłów. Ilość obserwowanych fragmentów mułowcowo ilastych jest znacznie mniejsza niż ilość otoczków, ale i tak nieproporcjonalnie duża do ilości obserwowanych obecnie soczewek tych osadów in situ.

### Skład granulometryczny

Badania granulometryczne piaskowców wykonano metodą pomiarów średnic ziarn w płytkach cienkich pod mikroskopem. Do badań wybrano próby typowego piaskowca pstrego. Nie uwzględniono w nich osadów utworzonych w kanałach erozyjnych oraz nie brano pod uwagę stosunkowo rzadko rozproszonych w piaszczystym tle otoczków. Uzyskane wy-

Tabela — Table 1

Dane granulometryczne piaskowców dolnotriasowych  
Granulometric data of Lower Triassic sandstones

	Md mm	S <sub>0</sub>	QDa mm	Mz φ	Σ φ	Sk <sub>1</sub> φ	KG φ
1	0,50	1,33	0,14	1,1	0,69	0,30	1,03
2	0,41	1,44	0,15	1,33	0,82	0,26	1,08
3	0,42	1,42	0,155	1,25	0,83	0,15	1,23
4	0,43	1,71	0,23	1,40	1,69	0,28	2,69
5	0,52	1,36	0,145	1,16	0,74	0,59	1,18
6	0,35	1,36	0,11	1,53	0,80	0,25	1,43
7	0,50	1,23	0,105	1,07	0,63	0,17	1,18
8	0,52	1,50	0,21	0,74	0,78	0,36	0,99
9	0,53	1,49	0,225	1,00	1,02	0,33	1,45
10	0,47	1,35	0,19	1,16	0,68	0,21	1,03
11	0,55	1,37		0,98	0,69	0,34	0,88
12	0,60	1,36	0,175	0,88	0,66	0,38	0,94

niki przeliczono metodą opisaną przez Friedmana (1958) na równoważne do wyników analiz sitowych w celu skonstruowania krzywych przesiewu i obliczenia z nich parametrów według Folka i Warda (1957). Uzyskane parametry przedstawiono na tabeli (tab. 1). Ponadto niektóre z parametrów jak: średnia średnica ziarn, odchylenie standardowe i skośność rozkładu obliczono raz jeszcze według innych wzorów (Friedman 1961), uzyskując I, II i III moment, co pozwoliło na skonstruowanie dwóch diagramów środowiskowych (fig. 8 i 9). Jeden diagram środowiskowy (linie trendów na diagramie według Bullera i McManna 1972) wykonano dla mediany i odchylenia kwartyli obliczonych według Folka i Warda (1957). (fig. 10). Mediany piaskowców dolno-



triasowych w omawianej części niecki śródsudeckiej wahają się od 0,35 mm do 0,60 mm, średnie średnice obliczone w jednostkach  $\emptyset$  od 0,74 do 1,53, a stopień wysortowania od 1,23 do 1,50, w jednej tylko z badanych prób do 1,70. Są to więc piaskowce średnioziarniste, poza obrębem kanałów erozyjnych nie najgorzej wysortowane.

### STRUKTURY SEDYMENTACYJNE

Najbardziej rozpowszechnionymi strukturami sedymentacyjnymi w piaskowcu pstrym niecki śródsudeckiej są skośne, rzadziej równoległe warstwowania. Wśród warstwowań skośnych zarówno w małej skali (z reguły 20—40 cm), jak i w dużej (do 3 m a nawet do 4 m) spotyka się typy: płaski, nieckowaty, festonowy. Kąty nachylenia skośnych warstw zmniejszają się od prawie równoległych do bardzo stromych, co nie pozwala na wyciągnięcie dokładniejszych wniosków o reżimie prądów; można jedynie stwierdzić, że część z nich musiała powstać w dolnym reżimie prądowym. Kierunki, w których nachylone są skośne warstwowania zostały przedstawione na mapie (fig. 4).

Następną pod względem częstotliwości występowania strukturą w omawianych piaskowcach są kanały erozyjne. Mają one zazwyczaj do kilkadziesiątu centymetrów głębokości i kilka metrów szerokości. Wypełnione są najczęściej beładnie zdeponowanym piaskiem i żwirem z domieszką otoczków. Jest dosyć zastanawiające, że wielkość otoczków występujących w kanałach erozyjnych nie przekracza 50 mm średnicy, podczas gdy w całej masie osadu obserwuje się otoczki ponad dwukrotnie większe. W kilku przypadkach obserwuje się kanały erozyjne, których dna wyścielone są warstewką osadu mułowo-ilastego. Miąższość tej warstewki waha się w różnych kanałach od 2 do 5 mm, na niej dopiero zalega wypełniający kanał piasek lub piasek ze żwirem. Tego typu wypełnienia kanałów powstały prawdopodobnie w wyniku rozwoju kanałów w trzech etapach: pierwszym etapem było wyerodowanie kanału przez potok lub prąd wody, drugim porzucenie wyerodowanego łóżyska, które dzięki temu nie zostaje wypełnione gruboklastycznym osadem przez ten sam prąd, który był przyczyną erozji. Następnie opuszczone koryto jest wypełniane drobnym osadem przez wolno płynące lub ściekające wody. Mechanizm wypełniania takich kanałów może być podobny do opisanego przez Williamsa i Rusta (1969). Zważywszy niewielkie miąższości warstewek mułowo-ilastych ten etap jest raczej krótkotrwałym epizodem, po którym następuje zasypianie kanału piaskiem lub piaskiem ze żwirem przez nowy prąd wodny.

Oprócz kanałów erozyjnych obserwuje się w skałkach piaskowca pstręgo na południowym skraju wsi Łączna struktury, które pozostają prawdopodobnie w genetycznym związku z drugim z opisanych typów

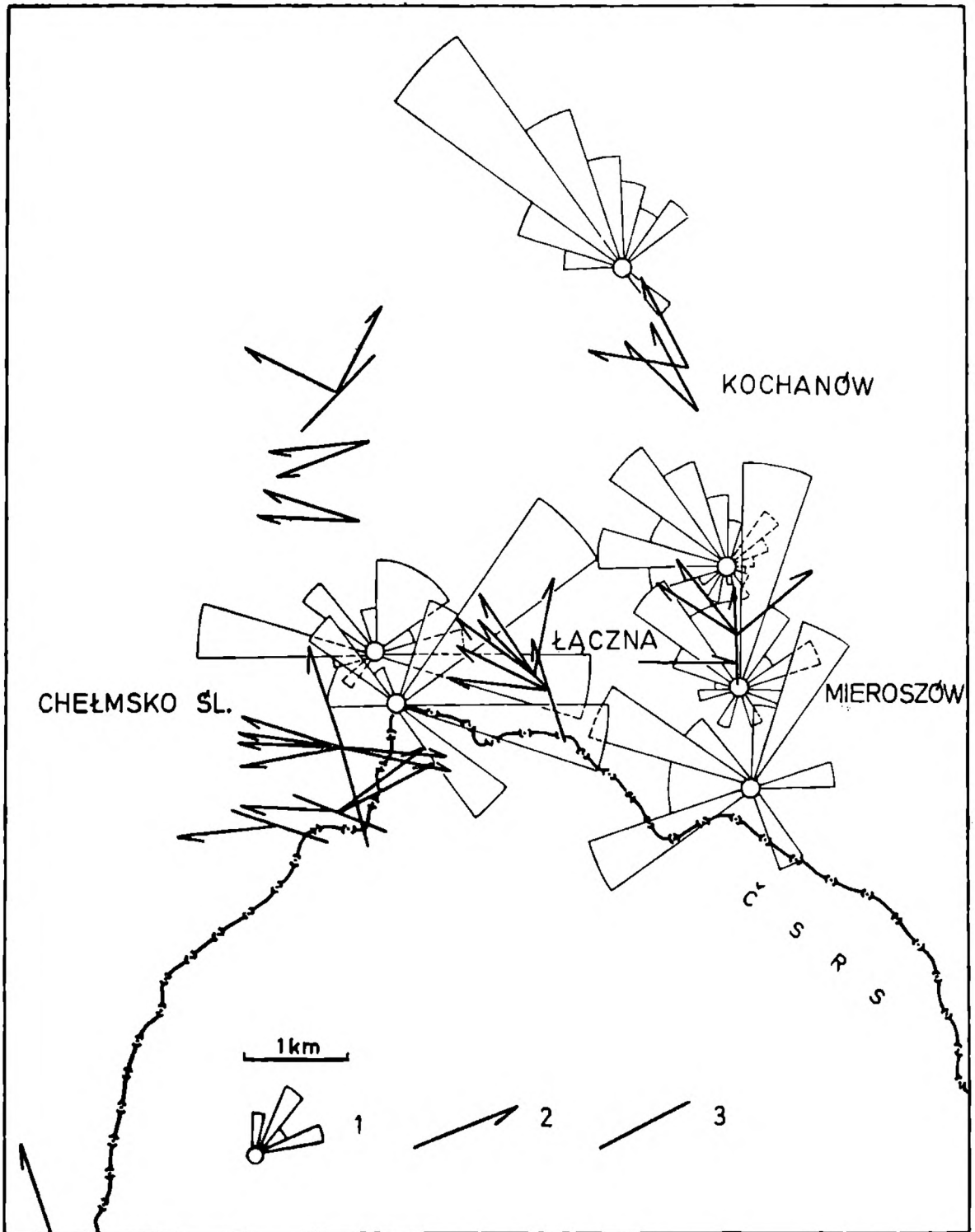


Fig. 4. Mapa kierunków transportu materiału klastycznego opracowana na podstawie pomiarów struktur sedimentacyjnych: 1 — diagramy procentowe kierunków nachylenia skośnych warstwowań; 2 — pojedyncze pomiary skośnego warstwowania; 3 — osie kanałów erozyjnych

Fig. 4. Map of transport directions of clastic material, worked out on the grounds of measurements of sedimentary structures: 1 — percentage diagrams of inclination directions of cross-bedding; 2 — individual measurements of crossbedding; 3 — axes of erosive channels

kanałów. Są to soczewki mułowo-ilaste miąższości 2—7 cm i długości około 4 m w jednym przypadku, a miąższości 5 cm i długości około 1,5 m w drugim. Obie te soczewki występują w piaszczystym tle i nie zdają się pozostawać w związku z jakimiś obecnie czytelnymi strukturami. Wydaje się jednak prawdopodobne, że te soczewki powstały również jako osady porzuconych koryt, których zarysy nie są obecnie widoczne.

W odsłonięciu piaskowca pstrego około 1 km ku SW od ostatnich domów południowego skraju wsi Łączna można obserwować podobną do wyżej opisanych warstewkę mułowo ilastą, poddartą i zwiniętą prawdopodobnie przez spływający nie skonsolidowany jeszcze, zalegający w spąg i w stropie nawodniony piasek.

Soczewki mułowo-ilaste obserwuje się na badanym obszarze w kilku zaledwie miejscach. Musiały one jednak dość często powstawać w trakcie osadzania się piaskowca pstrego, po czym były niszczone, o czym świadczy powszechne pojawianie się w piaskowcu obok otoczków, redeponowanych fragmentów mułowo-ilastych.

Jedynie w kilku miejscach obserwuje się w piaskowcu pstrym riplemarki. Są to niewielkie formy o amplitudach 8—10 mm i indeksach riplemarkowych poniżej 10, bez wyraźnej asymetrii.

Jak wynika z przedstawionych obserwacji, inwentarz struktur sedymentacyjnych w piaskowcu pstrym jest mało urozmaicony, a wśród nich jedynie skośne warstwowania są szeroko rozpowszechnione.

#### KIERUNKI TRANSPORTU

Analizę kierunków transportu materiału klastycznego oparto na: pomiarach struktur kierunkowych, zmianach w składzie petrograficznym otoczków, zmianach wielkości otoczków, zmianach procentowego udziału skałeni w składzie piaskowca.

Jako struktury kierunkowe wykorzystano przede wszystkim skośne warstwowania z racji ich powszechnego występowania, następnie kanały erozyjne. Wyniki pomiarów tych struktur przedstawiono na mapie (fig. 4).

Rozpatrując zmiany w składzie otoczków w aspekcie ich ewentualnego związku z kierunkiem transportu, wzięto pod uwagę stosunek ilości skał stabilnych do niestabilnych i metastabilnych. Ilość skał niestabilnych i metastabilnych zmniejsza się w trakcie transportu. Zmniejszający się udział procentowy tych skał wśród transportowanych otoczków w jakimś określonym kierunku można więc uważać za wskaźnik kierunku transportu materiału. Piaskowiec pstry nie jest niestety odsłonięty tak dobrze, aby można było wykonać analizę otoczków w najbardziej, z punktu widzenia badań kierunków transportu, korzystnych miejscach. Na podstawie wykonanych analiz wykreślono na mapie izolinie jednokowych procentów udziału skał metastabilnych (fig. 5). Izolinie te ukła-

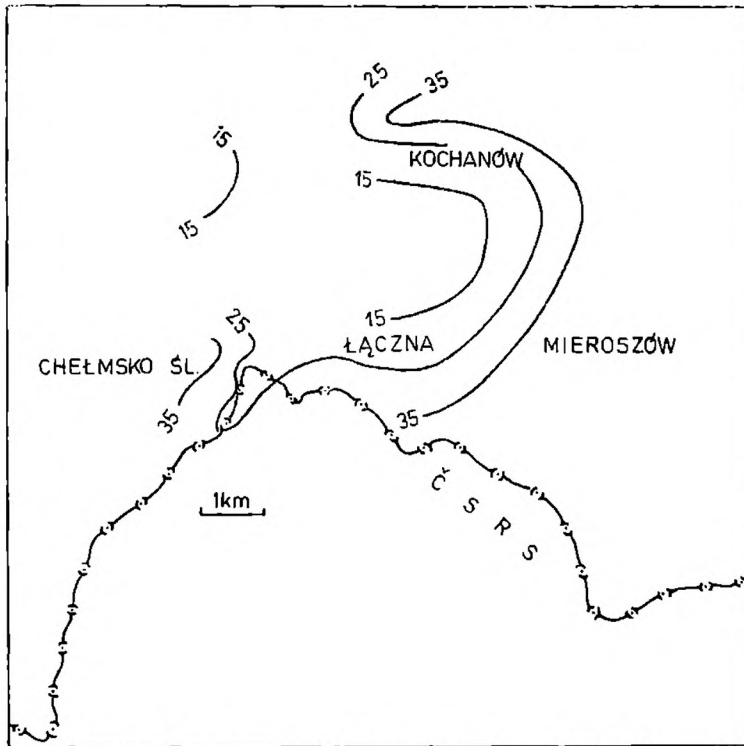


Fig. 5. Zmiany procentowego udziału skał metastabilnych wśród otoczków obserwowanych w piaskowcu dolnotriasowym

Fig. 5. Changes in percentage of metastable rocks participating in pebbles observed in Lower Triassic sandstone

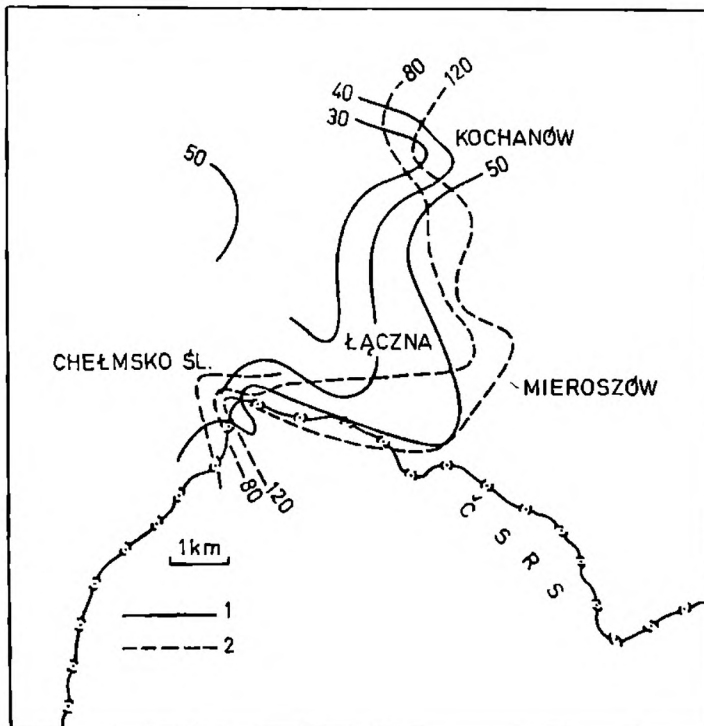


Fig. 6. Rozkład wielkości otoczków obserwowanych w piaskowcu dolnotriasowym: 1 — średnie wielkości otoczków; 2 — maksymalne obserwowane otoczki

Fig. 6. Distribution of pebbles sizes found in Lower Triassic sandstone: 1 — mean sizes of pebbles; 2 — maximum pebbles

dają się mniej więcej zgodnie z zarysem niecki śródsudeckiej, co by świadczyło o kierunkach transportu od brzegów niecki ku jej osi. Wobec niewielkiej ilości analiz oraz niekorzystnego rozłożenia w terenie punktów pobrania prób powyższy wynik należy przyjąć z rezerwą. Podobny obraz dają jednak także izolinie średnich wielkości otoczków i zasięgu największych otoczków obserwowanych w piaskowcu pstrym (fig. 6).

Zmiany w składzie petrograficznym piaskowca również rozpatrywano

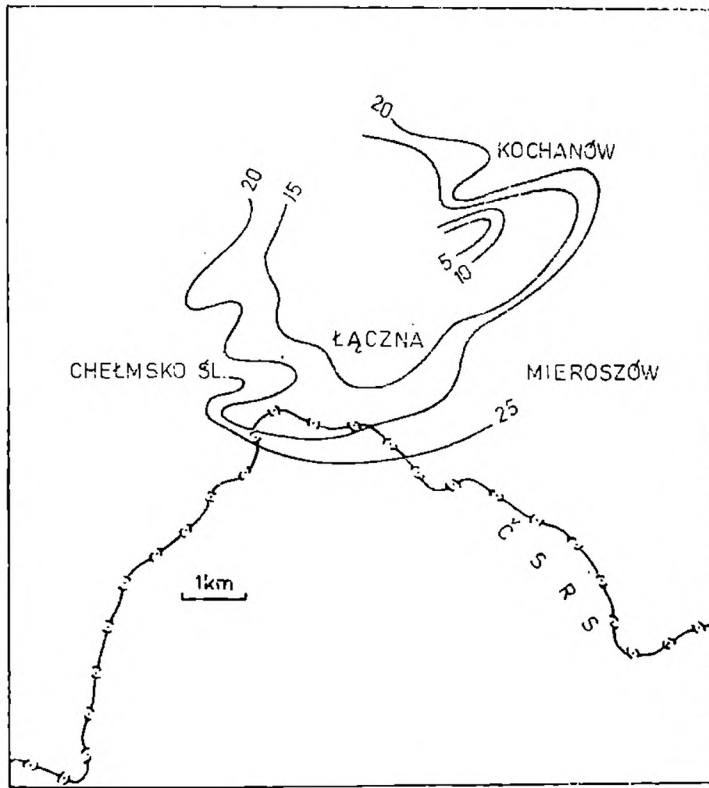


Fig. 7. Zmiany procentowego udziału skaleni w składzie petrograficznym piaskowca dolnotriasowego

Fig. 7. Changes in percentage of feldspars in the Lower Triassic sandstone

pod kątem ich ewentualnej zależności od odległości od obszaru źródłowego. Punktem wyjścia było to założenie, że dojrzałość osadu zwiększa się wraz z odległością od obszaru źródłowego (Petijohn, 1957), a więc pośrednio wskazuje kierunek transportu. W badaniach wzięto pod uwagę przede wszystkim procentowy udział skaleni w piaskowcach dolnotriasowych niecki śródsudeckiej. Jak się okazało, izolinie procentów skaleni układają się mniej więcej zgodnie z zarysem struktur geologicznych niecki śródsudeckiej, wykazując pewne podobieństwo do obrazu uzyskanego z badań otoczków (fig. 7). Transport materiału klastycznego, jak wynika ze zmian dojrzałości osadu, był skierowany od brzegów: zachodniego, południowego, wschodniego ku środkowi basenu sedymentacyjnego.

Badania granulometryczne piaskowca nie dostarczyły, niestety, żadnych danych, które można by wykorzystać dla ustalania kierunków

transportu. Żaden z parametrów teksturalnych obliczonych dla piaskowców dolnotriasowych nie wykazuje systematycznych zmian w jakimś określonym kierunku.

Na podstawie wskaźników kierunku transportu tak bezpośrednich (struktury kierunkowe), jak i pośrednich (zmiany składu petrograficznego piaskowców, udział różnych odmian skalnych wśród otoczków, wielkość otoczków) można wnioskować, że północna część basenu sedymentacyjnego w dolnym triasie odpowiadała w przybliżeniu swoim zarysem współczesnemu kształtowi północnej części niecki śródsudeckiej. Basen ten, do którego materiał był dostarczany z południa i wschodu, a częściowo prawdopodobnie także z zachodu, otwierał się chyba ku północy i północnemu zachodowi. Należy jednak podkreślić, że generalny kierunek transportu materiału klastycznego na badanym obszarze — z południa — nie odbiega od obrazu paleoprądów panujących w innych basenach dolnotriasowych w tej części Europy (G r u m b t, 1974).

### ŚRODOWISKO SEDYMENTACYJNE

Określenie środowiska, w jakim powstawał piaskowiec pstry niecki śródsudeckiej, jest zadaniem dosyć trudnym. Brak jest w piaskowcu wyraźnie symptomatycznych struktur sedymentacyjnych, a przede wszyst-

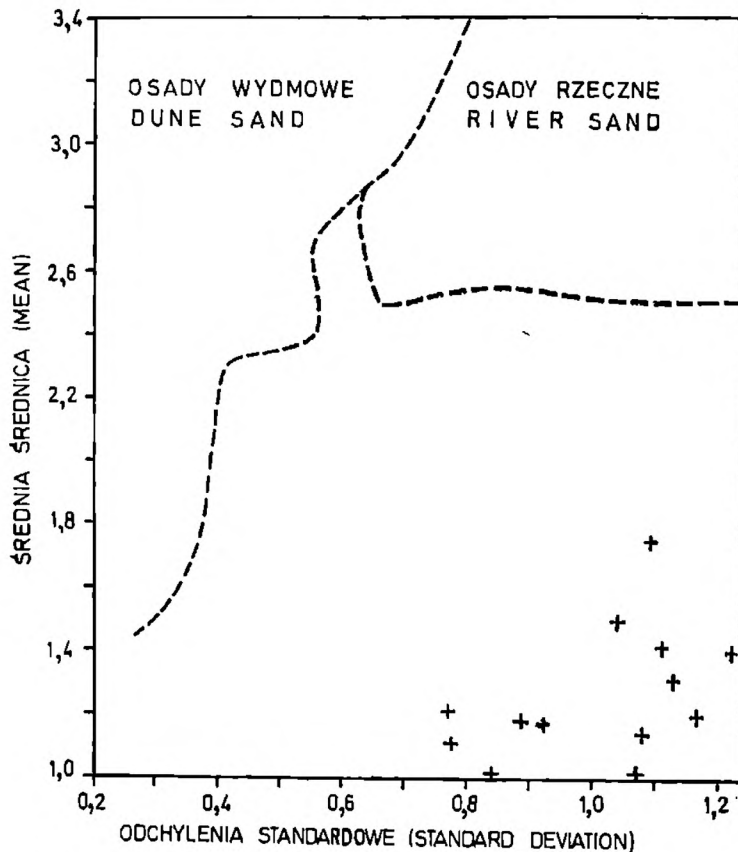


Fig. 8. Diagram średniej średnicy i odchylenia standardowego ziarn piaskowca dolnotriasowego. Pola środowisk według F r i e d m a n a (1961)

Fig. 8. Diagram of mean diameter and standard deviation of grains of Lower Triassic sandstone. Environmental fields according to F r i e d m a n (1961)

kim jakichkolwiek śladów życia organicznego. W tej sytuacji wydaje się możliwe określenie środowiska jedynie w bardzo ogólnych zarysach.

Piaskowiec pstry został osadzony przez wody płynące. Świadczą o tym powszechnie występujące skośne warstwowania w małej i dużej skali i kanały erozyjne. Rozkład pomiarów struktur kierunkowych wskazuje raczej na środowisko rzeczne niż na prądy działające w zbiorniku wod-

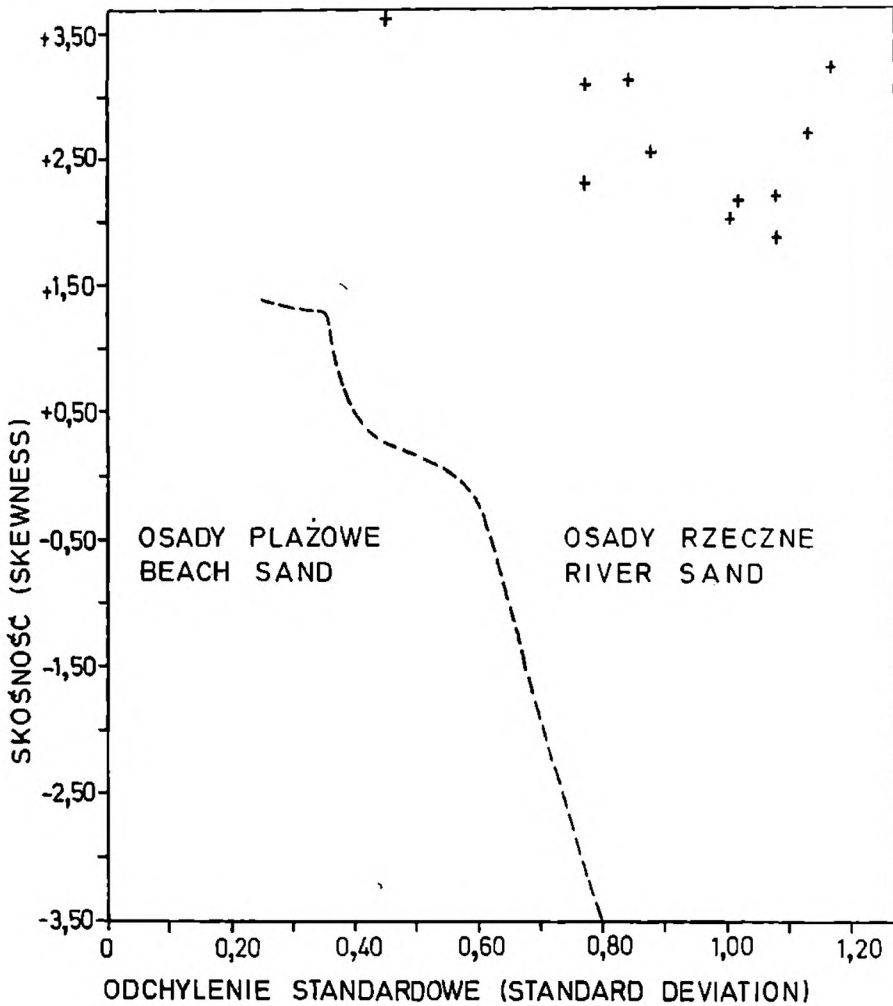


Fig. 9. Diagram skośności i odchylenia standardowego ziarn piaskowca dolnotriasowego. Pola środowisk według Friedmana (1961)

Fig. 9. Diagram of skewness and standard deviation of grains of Lower Triassic sandstone. Environmental fields according to Friedman (1961)

nym. Wniosek ten potwierdzają wyniki badań granulometrycznych. Na diagramie Friedmana (1961) punkty projekcyjne opisywanych piaskowców układają się w polu osadów rzecznych (fig. 9). Mniej wyraźnie, ale podobnie przedstawiają się wyniki projekcji piaskowców na diagramie Bullera i McManusa (1972), gdzie punkty układają się w większości symetrycznie względem linii trendu osadów fluwiatylnych (fig. 10).

Nachylenie skośnych warstwowań, ławice piaszczysto-żwirowe i otoczaki wskazują na to, że przynajmniej część piaskowca pstrego została osadzona w górnym reżimie prądowym.

W rozdziale „Struktury sedymentacyjne” opisano między innymi kanały wyścielone drobnym materiałem klastycznym, powstałe prawdopodobnie w podobny sposób jak podrzędne kanały w roztokach (braided rivers) opisanych przez Williamsa i Rusta (1969); wykazano, że

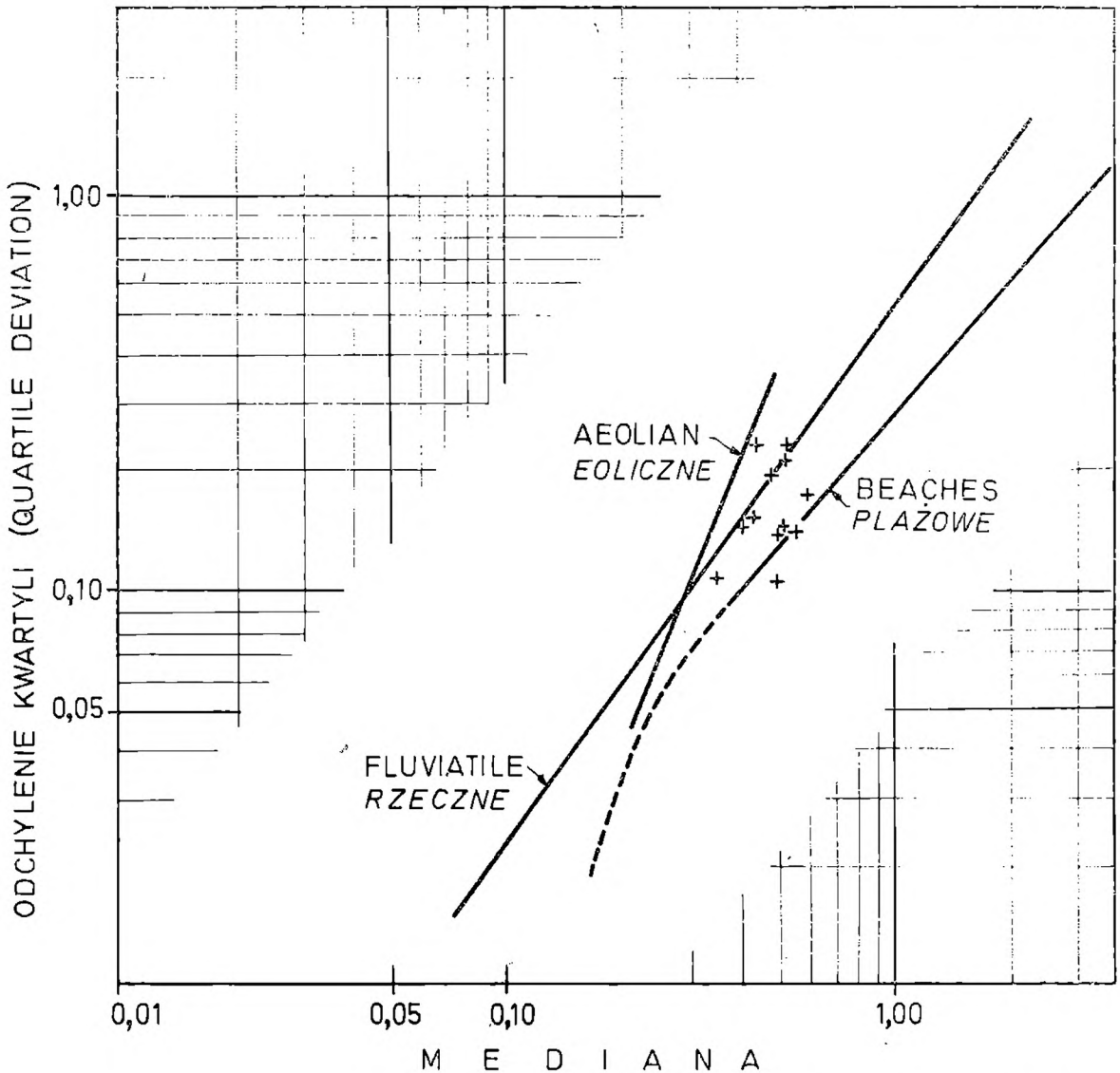


Fig. 10. Diagram odchylenia kwartyli i mediany. Linie trendów według Bullera i McManusa (1972)

Fig. 10. Diagram of quartile deviation and median diameter. Trend lines according to Buller and McManus (1972)

zjawiska takie musiały się powtarzać w trakcie sedymentacji piaskowca pstręgo dosyć często.

Stosunkowo niewielka ilość takich struktur widocznych obecnie w piaskowcu pstrym jest prawdopodobnie wynikiem bardzo rozpowszechnionej redepozycji osadów, w czasie której struktury te zostały zniszczone. Fragmenty mułowo-ilaste licznie występujące w masie piaskowca zdają się pochodzić z tych właśnie struktur.



Przedstawione na mapie kierunków transportu diagramy pomiarów skośnych warstwowań i kanałów (fig. 4), przypominają diagramy pomiarów z roztek (Williams i Rust 1969).

W świetle wyżej przedstawionych obserwacji wydaje się prawdopodobne, że piaskowiec pstrego tworzył się w środowisku rzeczonym o niektórych cechach zbliżonych do roztek (braided rivers w literaturze anglosaskiej). Zaliczenie omawianych utworów bez zastrzeżeń do osadów rzecznych typu roztek nie jest możliwe z powodu braku dostatecznej ilości dowodów, szczególnie z powodu zbyt ubogiego inwentarza struktur sedymentacyjnych.

#### PORÓWNANIE UTWORÓW PIASKOWCA PSTREGO W NIECCE ŚRÓDSUDECKIEJ I PÓŁNOCNOSUDECKIEJ

Podobieństwo piaskowca pstrego w niecce śródsudeckiej i północnosudeckiej jest niewątpliwe (Zimmermann i Berg, 1904 oraz Dathé i Berg, 1912). Oba baseny sedymentacyjne, w których osadzały się utwory dolnego triasu, były położone blisko siebie; odległość wystąpienia piaskowca pstrego w niecce śródsudeckiej od rowu Wlenia, który stanowił najbardziej na południe wysuniętą część basenu północnosudeckiego, wynosi około 40 km, a w dolnym triasie mogła być nieco mniejsza. Nie wydaje się jednak, aby baseny te były w dolnym triasie ze sobą połączone. Poniżej zostaną porównane ze sobą niektóre z bardziej istotnych cech piaskowca pstrego z obu basenów: śródsudeckiego i północnosudeckiego.

**Miąższość.** W niecce śródsudeckiej miąższość piaskowca pstrego osiąga około 100 metrów, a średnio wynosi kilkanaście — kilkadziesiąt metrów, w niecce północnosudeckiej zaś ponad 500 metrów w części centralnej.

**Struktury sedymentacyjne.** W niecce śródsudeckiej inwentarz struktur jest nieporównanie uboższy niż w niecce północnosudeckiej. Wspólną cechą piaskowca pstrego w obydwu nieckach jest powszechne występowanie skośnego warstwowania (por. Mroczkowski, 1972) i rozkład kierunków nachylenia skośnych warstw, oraz obecność kanałów erozyjnych. W niecce śródsudeckiej zwraca uwagę większa frekwencja warstwowań skośnych w dużej skali; brak w niej natomiast struktur często obserwowanych w piaskowcu pstrym niecki północnosudeckiej (op. cit.) jak szczeliny z wysychania i struktury biogeniczne, a riplemarki są bardzo rzadkie. Pomimo że ogólnie biorąc typ osadu w obu nieckach jest podobny, to jednak różnice w inwentarzu struktur sugerują, że w niecce śródsudeckiej sedymentacja zachodziła przy udziale prądów o większej energii, a osady okresowych zbiorników wodnych, nawet jeżeli istniały, nie mogły się zachować w warunkach ciągłej redepozycji i intensywnego przerabiania materiału.

**Litologia.** Piaskowiec pstry w niecce śródsudeckiej jest osadem o mniejszej dojrzałości materiału niż w niecce północnosudeckiej. W obu przypadkach głównym składnikiem skały jest kwarc, a ilość skaleni w piaskowcach z niecki śródsudeckiej jest wyraźnie większa. Z drugiej strony piaskowce z niecki śródsudeckiej cechuje ubóstwo łyszczyków, które w skałach z niecki północnosudeckiej były składnikiem najczęściej występującym oprócz kwarcu. Mała ilość łyszczyków jest w opisywanym przypadku tym bardziej zastanawiająca, że wśród otoczków tkwiących w tymże piaskowcu spotyka się dość liczne granity, gnejsy, łupki łyszczykowe. Sugeruje to, że proces dostarczania materiału okruchowego do dolnotriasowego śródsudeckiego basenu sedymentacyjnego był skomplikowany. Nie wykluczone jest w tej sytuacji, że inne były źródła materiału piaszczystego, a inne — otoczków.

W zestawieniu z mniejszą dojrzałością składu petrograficznego osadu zastanawiające jest, że stopień wysortowania będący wynikiem mechanicznego obrobienia osadu jest w piaskowcu niecki śródsudeckiej wyższy niż w piaskowcu z niecki północnosudeckiej, co znajduje także odbicie w stosunku ilościowym waku do arenitów ze wspomnianych obszarów. Wytłumaczyć to można następująco: w niecce północnosudeckiej znaczna ilość materiału była przenoszona w transporcie okresowym (M r o c z k o w s k i, 1972), były więc warunki do rozwinięcia się wietrzenia chemicznego i rozkładu elementów mniej stabilnych, co nie miało jednak wpływu na mechaniczne wysortowanie osadów. W basenie śródsudeckim natomiast, w warunkach wyższej energii środowiska, obróbka mechaniczna osadu mogła być bardziej proporcjonalna do wietrzenia chemicznego.

Ilość otoczków w piaskowcu pstrym niecki śródsudeckiej jest większa niż w piaskowcu pstrym niecki północnosudeckiej. Można również zaobserwować wyraźną różnicę w ilości otoczków skał metastabilnych i niestabilnych na korzyść występujących w piaskowcu niecki śródsudeckiej. Podobnie jest z wielkością otoczków. W obydwu natomiast rozpatrywanych obszarach otoczki wykazują ten sam sposób rozproszenia w piaszczystym tle, a ich wielkość maleje zgodnie z kierunkiem transportu. W tym samym kierunku rośnie procent otoczków skał odpornych na wietrzenie.

**Kierunki transportu i obszary źródłowe.** W niecce północnosudeckiej transport materiału klastycznego odbywał się z południa na północ z lokalnymi odchyleniami (M r o c z k o w s k i, 1972). Kierunki te niezupełnie stosują się do obecnego zarysu struktur geologicznych tego obszaru. Trudno więc w tym przypadku stwierdzić, w jakim stopniu kształt basenu dolnotriasowego odpowiadał obecnemu zarysowi niecki północnosudeckiej. Natomiast w niecce śródsudeckiej przy podobnym generalnie kierunku transportu — z południa (D z i e d z i c, 1973,

także fig. 4 niniejszej pracy), uwidaczniają się dosyć konsekwentnie lokalne kierunki paleoprądów od brzegów hipotetycznego basenu dolnotriasowego ku jego osi. Sugeruje to, że w czasie sedimentacji piaskowca pstrego północna część basenu śródsudeckiego była wyraźnie zaznaczonym w morfologii obniżeniem, którego kształt był mniej więcej zgodny ze współczesnym zarysem tej części niecki śródsudeckiej. W odróżnieniu od basenu północnosudeckiego trudno tu wskazać nawet hipotetyczne obszary alimentacyjne, ponieważ piaskowiec pstry niecki śródsudeckiej pochodzi prawdopodobnie głównie z redepozycji podścielających go utworów permu. Możliwe wydaje się natomiast, że otoczaki występujące w piaskowcu pochodzą z bliżej nie określonych masywów krystalicznych odsłanianych w miarę erozji młodopaleozoicznej pokrywy osadowej. Pochodzenie tych otoczek z osadów dolnopermskich trudno udowodnić na podstawie porównania ich składu petrograficznego ze składem otoczek z czerwonego spągowca (por. Dziedzic, 1961).

**Środowisko i klimat.** Środowisko sedimentacyjne piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej zrekonstruowano jako rzeczne typu roztek (braided river) z okresowymi zbiornikami wody stojącej, rozwijające się w klimacie niezbyt gorącym, umiarkowanie wilgotnym do półsuchego, z okresowymi opadami (Mroczkowski, 1972). Piaskowiec pstry północnej części niecki śródsudeckiej jest niewątpliwie osadem rzeczonym, być może również roztek, a wiele jego cech wskazuje na podobieństwo do piaskowca pstrego w niecce północnosudeckiej. Brak jest bezpośrednich wskazówek co do klimatu, w jakim powstawały osady dolnotriasowe w basenie śródsudeckim, jednakże wspomniane powyżej podobieństwo piaskowca pstrego w obu wspomnianych obszarach oraz stosunkowo niewielka odległość pomiędzy nimi skłaniają do wniosku, że klimat basenu śródsudeckiego w dolnym triasie był podobny do klimatu panującego w tym czasie w basenie północnosudeckim.

*Pracownia Geologii Starych Struktur ZNG PAN  
50-205 Wrocław, ul. Cybulskiego 30*

#### WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Berg G. (1905), Über die geologischen Aufnahmen auf den Blättern Schömberg und Landeshut i. Schles. im Jahre 1905. *Jb Preuss. Geol. Landesanst.*, 26 (1908), Berlin.
- Berg G. (1909), Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preuss., Lief. 145, Blatt Schömberg. Berlin.
- Berg G. (1938), Geologische Karte v. Preuss., Erläuterungen zu Blatt Landeshut, Aufl. II, Lief. 193. Berlin.

- Beyer K. (1933), Das Liegende der Kreide in den Nordsudeten. *Neues Jb. Miner., Beil.-Bd.* 69, Stuttgart.
- Beyrich E., Rose G., Roth I., Runge W. (1867), Geologische Karte von dem Niederschlesischen Gebirge, Blatt Waldenburg (1 : 100 000). Berlin.
- Buller A. T., McManus J. (1972), Simple metric sedimentary statistics used to recognize different environments. *Sedimentology* 18, 1.
- Dathe E., Berg G. (1912), Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preuss., Lief. 193, Blatt Landeshut. Berlin.
- Dathe E., Petrascheck W. (1933), Geologische Übersichtskarte des Niederschlesisch — Böhmisches Beckens (1 : 100 000). Wien.
- Dziedzic K. (1961), Utwory dolnopermskie w niecce śródsudeckiej — Lower Permian of the Intra-Sudetic Basin. *Studia geol. pol.*, vol. VI.
- Dziedzic K. (1973), Wybór metody w polowej analizie skośnego warstwowania rynnowego (A choice of field method for analysis of through cross-stratification). *Inst. Geol. Biul.*, 264.
- Flegel K., Herbing J., Schmidt A. (1904), Geologische Exkursionskarte des Heuscheuer- und Adersbachergebirges, 1 : 75 000. Breslau.
- Folk R. L., Ward W. C. (1975), Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27, 1.
- Friedman G. M. (1958), Determination of sieve-size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies. *J. Geology*, 66.
- Friedman G. M. (1961), Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics. *J. Sed. Petrol.* 31, 4.
- Grumbt E. (1974), Sedimentgefüge im Bundsandstein Südwest- und Südthüringens (Ein Beitrag zur Untersuchung von Rotsedimenten). Herausgeg. Vorst. Ges. Geol. Wiss. DDR, Schrift. Geol. Wiss. Hf. 1.
- Mazij W., Mroczkowski J. (1972), Występowanie kaolinitu w utworach piaskowca pstrego niecki północnosudeckiej i perspektywy jego wykorzystania (Appearance of the kaolinite in the Bunter Formation in the Northsudetic Basin, and the perspectives of its utilization). *Pr. Nauk. Inst. Geotech. Politechn. Wrocław.* 7.
- Mroczkowski J. (1972), Sedymentacja pstrego piaskowca w niecce północnosudeckiej (Sedimentation of the Bunter in the Northsudetic Basin). *Acta geol. Pol.*, 22, 2.
- Müller G. (1930), Die kontinentale Zechstein im Süden des Riesengebirges. *Abh. Preuss. Geol. Landesanst.* 130, Wien.
- Pettijohn F. (1957), Sedimentary rocks. New York.
- Scupin H. (1933), Der Buntsandstein der Nordsudeten. *Z. Dtsch. Geol. Ges.* 85.
- Scupin H. (1937), Das Liegende der Oberkreide und die Kimmerische Gebirgsbildung in den Mittelsudeten. *Z. Dtsch. Geol. Ges.* 89, 10.
- Tasler R. (1961), Prehled geologie permokarbonu a spodniho triasu; in: Vysvetlivky k prehledne geologicke mape CSSR. Edit.: Svoboda J., Chaloupsky J., Praha.
- Tasler R. (1966), Triassic; in: Svoboda J. et al., Regional Geology of Czechoslovakia, Part I, The Bohemian Massif. Prague.
- Valin F. (1961), K petrografii triasowych hornin v severovýchodnich Čechach (On the petrography of Triassic rocks in North-Eastern Bohemia). *Vestník UUG*, 36.
- Valin F. (1964), Litologie triasu v severovýchodnich Čechach (Die Lithologie der Trias in Nordstböhmen). *Vestník UUG*, 39.
- 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. Sed. Petrol.* 39, 2.
- Zimmermann E., Berg G. (1904), Rotliegendes, Cenoman und Quartär im Wal-

denburger Bergland, Blätter Friedland und Waldenburg. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, 25, Berlin.

## SUMMARY

Lower Triassic deposits in the Sudety Mts occurs in two separate geological units: the North-Sudetic Trough and the Intra-Sudetic one. The subject of the present paper are Lower Triassic sandstones occurring in the northern part of the Intra-Sudetic Trough, in the territory of Poland. Lower Triassic sediments in the Sudety Mts are developed in the Central European facies; they are often known under the name of Buntsandstein.

Due to the lack of fossils, the age of the described sandstones, which are up to 100 metres thick in the Intra-Sudetic Trough, is estimated on the grounds of their lithological similarity to Lower Triassic sediments of the North-Sudetic Trough (Zimmermann and Berg, 1904). This idea was accepted and shared by numerous scientists: Dathe and Berg (1912), Dathe and Petrascheck (1933), Tasler (1961, 1966), Valin (1961, 1964), Dziedzic (1973). Müller (1930) and Scupin (1937) differed in their opinions: they claimed that the sandstones under description were of Late Permian age. At the top of the described Lower Triassic sandstones and below grey Cretaceous sandstones containing fauna there can be sometimes observed white kaolin sandstones devoid any distinct sedimentary structures. They are classified by numerous authors as belonging to the Triassic, too (Zimmermann & Berg 1904; Berg, 1905, 1938; Dathe and Berg, 1912; Dathe and Petrascheck, 1933; Tasler 1961, 1966; Valin, 1961, 1964). According to the author, white, structureless kaolin sandstones differ very distinctly from typical Buntsandstein in the region under description. They might have been formed during the whole time interval from Early Triassic to Cenomanian. It is very likely that they constitute fossil weathering waste of Buntsandstein, developed during the interval mentioned above.

In the territory of Czechoslovakia Valin (1964) distinguished a few different facies in the Buntsandstein of the Intra-Sudetic Trough. The author of the present paper is of the opinion that there are no grounds for such a division in the Polish part of the Trough. Monotonous development of the Buntsandstein and its small thickness raised an opinion that only the Lower Buntsandstein is represented in the Intra-Sudetic Trough (Berg 1938). It seems, however, that in the region under description the whole Lower Triassic except of Roethian might have developed. At the same time the reduction in thickness, which is 1:5 in relation to the North-Sudetic Trough, results from the „cannibalism” occurring under conditions of intensive redeposition.

Among the Lower Triassic sandstones the author has observed the occurrence of the following types of rocks: feldspathic and arkosic arenites, as well as quartz, feldspathic and arkosic wackes. Their composition has been presented in Gilbert's classifying diagrams (Fig. 2). The scarcity of micas is a noticeable characteristic of sandstones. This fact is quite surprising, since pebbles occurring in the sandstone often come from rocks abundant in micas. The composition of pebbles is shown in Figure 3. They do not form beds but are scattered in the sandy background. Their size is illustrated in Figure 6. Source rocks of the pebbles have not been defined, so far, but the divergences in their composition and in the petrographic composition of sandstones suggest that the source of sandy material might have been different from the source of pebbles alone. Apart from pebbles of solid rocks, redeposited fragments of mud-clay beds can be observed in the sandstone. Their number is disproportionately big in comparison with rarely observed in situ beds and mud-clay lenticles.

The Lower Triassic sandstone is generally middle-grained (median diameters from 0,35 mm to 0,60 mm; mean diameters from 0,74 Ø to 1,53 Ø), and in most samples fairly well sorted (Table 1). On the grounds of structural characteristics diagrams have been worked out (Figs. 8, 9, 10).

The characteristic feature of Buntsandstein is the presence of occasionally horizontal but mainly cross-bedding in it, most frequently developed on a small scale (20—40 cms), only seldom amounting to 3—4 metres. The gradients of cross-beddings change from almost horizontal to very steep. Inclination directions of cross-beddings are presented on the map (Fig. 4). Among other sedimentary structures there occur erosive channels and very seldom small ripple marks. The erosive channels are usually filled with disorderly deposited sand, sand and gravel, and pebbles. Erosive channels with bottoms covered with a thin mud-clay layer, overlaid by a coarser material, are less frequently found. The second type of channels might have been formed as a result of abandoning of the eroded channel by a current or a stream. In consequence, the abandoned channel was filled with fine sediments not by a strong current but by seeping and flowing down waters, similarly as in the case described by Williams and Rust (1969). It is not unlikely that the majority of recently observed mud-clay fragments in the Lower Triassic sandstone come from erosion of structures described above.

The analysis of transport directions of clastic material has been based upon: measurements of directional structures cross-bedding and erosive channels (Fig. 4), changes in the petrographic composition of pebbles (Fig. 5), changes in size of pebbles (Fig. 6), changes in percentage of feldspar participating in the formation of sandstone (Fig. 7). It appears from the above analysis that the principal direction of transport of the clastic

material — from the south — does not differ from the one prevailing in that part of Europe in Lower Triassic (cf. Grumbt, 1974). Local distributions of transport directions point out that the outline of sedimentary basin in Lower Triassic was not different, in the main, from the present outline of the Intra-Sudetic Trough.

The environment in which the Lower Triassic sandstone was being formed could be reconstructed for the area under description only in general outline, since the inventory of sedimentary structures is poorly diversified, and no fossils are present there. The character of cross-bedding, erosive channels, and granulometric data (cf. the diagrams, Figs 9, 10) lead us to believe that those sediments developed in the fluvial environment where at least their part was being deposited in the upper flow régime. Certain characteristics, such as the appearance of some erosive channels and the distribution of directions of paleocurrents, resemble those found in streams of the braided river type (cf. Williams and Rust, 1969).

The resemblance between Buntsandstein in the Intra-Sudetic Trough and in the North-Sudetic one is unquestionable. Sedimentary basins corresponding to those units most likely never joined, but were only about 40 kms apart. The comparison of development of the Lower Triassic sediments in those two units can be resolved into a few essential problems: 1° — The thickness of Buntsandstein in the Intra-Sudetic Trough is about 100 metres, and in the North-Sudetic one — above 500 metres; 2° — The inventory of sedimentary structures is much richer in the North-Sudetic Trough than in the Intra-Sudetic one; moreover, in the former there occur biogenic structures. As it appears from the analysis of sedimentary structures Buntsandstein was being deposited in the Intra-Sudetic Trough with the help of higher energy currents than in the North-Sudetic one; also the redeposition of sediments developed on a larger scale there. 3° — Having a similar textural maturity, Buntsandstein of the Intra-Sudetic Trough displays smaller maturity of the petrographic composition. The difference is probably due to the fact that in the North-Sudetic Trough a considerable part of the material was being transported periodically, at longer intervals, during which chemical weathering was proceeding. Moreover, in the sandstone of the Intra-Sudetic Trough, a larger amount of pebbles with metastable rocks among them can be observed. Scattering of pebbles in the sandy background is similar in both cases. 4° — Transport directions of the clastic material are, on the whole, very much alike in both units and not very different from the principal direction of transport prevailing in Central Europe in the Lower Triassic (cf. Mróczkowski, 1972; Grumbt, 1974, and Fig. 4 of the present paper). 5° — The sedimentary environment in which Buntsandstein of the North-Sudetic Trough had been formed, was reconstructed as the fluvial one, of the braided river type with periodical

stillwater reservoirs, in the moderately humid to semi-arid and not very hot climate with periodical rainfalls (Mroczkowski, 1972). In the Intra-Sudetic Trough the environment was probably similar: fluvial, maybe of the braided river type, but with no traces of water reservoirs. The climate might have resembled that of the North-Sudetic Trough (40 kms away), but apart from general resemblance between sediments there are no direct evidences of it.

*Institute of Geological Sciences  
of the Polish Academy of Sciences  
ul. Cybulskiego 30  
50-205 Wrocław*