

ANDRZEJ KAROL TEISSEYRE

Kierunki transportu i pochodzenie materiału detrytycznego w kulmie łądowym NE części niecki śródsudeckiej

STRESZCZENIE: Przedstawiono wyniki pomiarów pierwotnych struktur kierunkowych z osadów kulmu łądowego NE części niecki śródsudeckiej. Grubodetrytyczne, cyklicznie sedimentowane osady kulmu tworzyły się w śródgórskim basenie, zasłanym jednocześnie z kilku tektonicznie aktywnych obszarów źródłowych: od północy z łańcucha prakaczawskiego, od wschodu i południowego wschodu z masywu prasowitogórskiego, a od południa i południowego zachodu z masywu południowego. Natężenie sedimentacji związanej z każdym z tych masywów ulegało zmianom. Najbardziej trwałym i tektonicznie aktywnym elementem obramowania basenu był masyw południowy. Badania składu petnograficznego otoczek wskazują, że najczęściej występują osady prowincji złożonej, rzadziej zaś spotyka się ławice należące do jednej z trzech sedimentacyjnych prowincji petrologicznych, związanych z trzema wyżej wymienionymi źródłami materiału detrytycznego.

WSTĘP

Praca niniejsza jest próbą wstępnej analizy niektórych obserwacji nad sedimentacją osadów dolnokarbońskich NE części niecki śródsudeckiej. Wykorzystano tu materiał zebrany w sezonach letnich 1962—1964, na obszarze kulmowym pomiędzy Gostkowem na zachodzie a Wałbrzychem na wschodzie (fig. 1), w obrębie tzw. kulmu łądowego.

Problemem pochodzenia materiału detrytycznego tych osadów zajmowali się wszyscy geolodzy kartujący we wspomnianej okolicy, począwszy od E. Dathego i E. Zimmermanna (1912), aż do czasów najnowszych. Pochodzenie materiału detrytycznego było dotychczas ustalane sposobami więcej lub mniej pośrednimi, zwykle na podstawie megaskopowo stwierdzonego podobieństwa skał tworzących otoczki w zlepionych kulmowych z tymi, które odsłaniają się obecnie na powierzchni

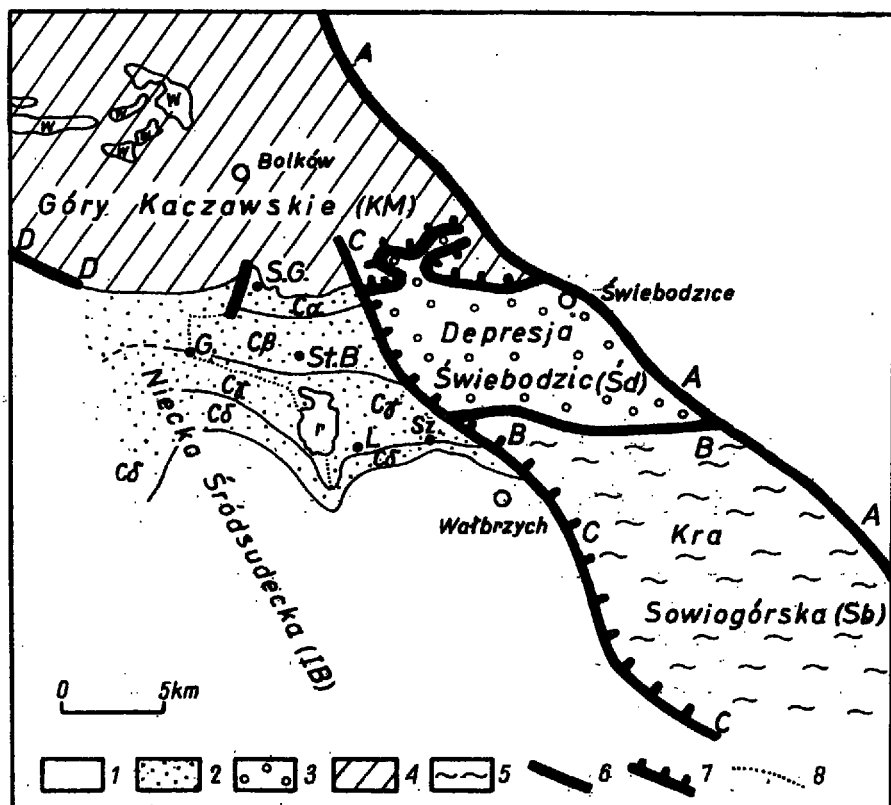


Fig. 1

Szkic północno-wschodniej części niecki śródsudeckiej (na podstawie mapy geologicznej Sudetów H. Teissyre'a, uzupełniony przez autora)

1 utwory młodsze od dolnego karbonu, 2 osady dolnego karbonu niecki śródsudeckiej: Ca kuliem z Sądów Górnych, C β kuliem ze Starych Bogaczowic, Cy kuliem z Lubomina, C δ kuliem ze Szczawna; 3 górny dewon — najniższy karbon depresji Świebodzić, 4 kambro-sylur kaczawski: w większe wystąpienia marmurów; 5 gnejsy sowiogórskie (archaick), 6 uskoki, 7 nasunięcia, 8 zachodnia granica zbadanego obszaru. A—A uskok sudecki trzeźny, B—B dyslokacja Szczawienka, C—C dyslokacja (nasunięcie) Strugi, D—D uskok śródsudecki. S.G. Sady Górne, St.B. Stare Bogaczowice, L. Lubomlin, Sz. Szczawno-Zdrój, G. Gostków, r pień ryolitowy Trójgarbu

Geological sketch-map of NE part of Intrasudetic Basin (after H. Teissyre, supplemented by the author)

1 rocks younger than Lower Carboniferous, 2 Lower Carboniferous of Intrasudetic Basin: Ca Culm of Sady Górne, C β Culm of Stare Bogaczowice, Cy Culm of Lubomlin, C δ Culm of Szczawna; 3 Upper Devonian — the Lowest Carboniferous of Świebodzić Depression, 4 Cambro-Silurian of Kaczawa Mts.: w metalimestone; 5 gneiss of Sowie Mts. (Archaic), 6 faults, 7 upthrusts, 8 western limit of investigated area. A—A Sudetic marginal fault, B—B dislocation of Szczawienka, C—C dislocation (upthrust) of Struga, D—D Intrasudetic fault. S.G. Sady Górne, St. B. Stare Bogaczowice, L. Lubomlin, Sz. Szczawno-Zdrój, G. Gostków, r rhyolite trunk of Trójgarb, KM Kaczawa Mts., Śd Świebodzić depression, Sb block of Sowie Mts., IB Intrasudetic Basin

ziemi, w obszarach bezpośrednio sąsiadujących z niecką śródsudecką. Ustalane w ten sposób kierunki transportu materiału detrytycznego przedstawiano niekiedy w formie strzałek, narysowanych od miejsca dzisiejszego występowania jakiejś odmiany skalnej do miejsca znalezienia podobnej skały w formie otoczków w zlepieńcu kulmowym. Odnośnie do niektórych odmian skalnych nie zdołano odnaleźć obszarów źródłowych.

Oparte na powyższych danych uogólnienia paleogeograficzne są niekiedy niejasne, a czasem między sobą sprzeczne.

W dotychczasowej regionalnej literaturze geologicznej najbardziej odczuwa się brak systematycznych badań sedimentologicznych. Jednym z podstawowych celów takich badań jest ustalenie rzeczywistych kierunków transportu materiału detrytycznego w oparciu o pomiary odzwierciedlających je wskaźników (struktur) kierunkowych. Jedynie w oparciu o takie badania (Potter & Pettijohn 1963) można podjąć próbę odtworzenia rozwoju dolnokarbońskiego basenu sedimentacyjnego na obszarze dzisiejszej niecki śródsudeckiej. Rozwiązanie tego zagadnienia, oprócz znaczenia teoretycznego, jest ważne dla podstawowych i szczegółowych badań nad przemysłowo najważniejszymi osadami niecki śródsudeckiej, jakimi są węglonośne warstwy górnego karbonu.

Opracowanie powyższego zagadnienia zostało mi powierzony w ramach prac badawczych Pracowni Geologii Starych Struktur ZNG PAN, pod kierownictwem naukowym prof. dr H. Teisseyre'a. Badania te w chwili obecnej nie są jeszcze zakończone, lecz zebrany materiał pomiarowy jest dostatecznie obfity, aby umożliwić próbę wstępnej analizy kierunków transportu materiału detrytycznego. Wynikające z takiej analizy wnioski paleogeograficzne muszą być następnie porównane z uogólnieniami poprzednich badaczy.

Prof. dr H. Teisseyre'owi za opiekę nad pracą, prof. dr S. Dziubińskiemu za dyskusję i wiele cennych uwag, mgr T. Jerzykiewiczowi za udostępnienie mi nie opublikowanych jeszcze materiałów oraz wszystkim Kolegom, z których rady i pomocy korzystałem w czasie pisania tej pracy, pragnę złożyć w tym miejscu serdeczne podziękowanie.

NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

Szeroko zakrojone badania geologiczne nad osadami dolnego karbonu niecki śródsudeckiej datują się od chwili odzyskania Ziemi Zachodnich i prowadzone są głównie przez ośrodek wrocławski. Nie będę podawał pełnej listy prac odnoszących się do zbadanego obszaru, ograniczając się jedynie do przedstawienia najważniejszych wyników badań geologów polskich i niemieckich.

Rozwój dolnokarbońskiego basenu sedimentacyjnego na obszarze

dziesięcioletniej wieki śródsudeckiej można za H. Teisseyre'em (1952, 1956a, b, 1958, 1960a) przedstawić następująco. Kulmowy basen sedymentacyjny założył się w Sudetach Środkowych w dolnym karbonie, po fazie górotwórczej, która spowodowała sfałdowanie depresji Świebodzię. Faza ta przypada na lukę stratygraficzną pomiędzy osadami depresji Świebodzię a sedymentami kulmu wieki śródsudeckiej (Smulikowski & Teisseyre 1953, H. Teisseyre 1956a).

Na omawianym w tej pracy obszarze basen sedymentacyjny przebiegał zasadniczo równoleżnikowo. Od północy rozciągały się łańcuchy kaledońskie, o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego, zbudowane z niskometamorficznych skał wieku kambro-sylurskiego. Od południa basen sedymentacyjny otaczał obszar górski (Bederke & Fricke 1943), dziś pogrzebany głęboko pod młodszymi osadami wieki śródsudeckiej. Budowa geologiczna tego pogrzebanego obszaru górskiego nie jest znana (brak wierceń). Można jednak przypuszczać, że tworzyły go zasadniczo jednostki kaledońskie, o przebiegu NW-SE, skracające ku zachodowi na wirgacji marciśzowskiej (H. Teisseyre 1956b). Można również przypuszczać, że te jednostki kaledońskie (zwłaszcza w części zachodniej) zbudowane były głównie ze skał zbliżonych do tych, które współcześnie obserwujemy w okrywie granitu Karkonoszy. W części wschodniej omawianego obszaru zakłada się istnienie elewacji głębszego podłoża, zbudowanej z archaicznych gnejsów typu sowiogórskiego, stanowiących tu tektonicznie obcięta, SW część kry gnejsowej Sowich Gór (Bederke 1943, Grocholski 1961).

Pomiędzy Gostkowem a Marciśzowem kulmowy basen sedymentacyjny skręcał prawdopodobnie ku SW, gdzie otoczony masywami górkami kończył się ślepo. Na wschodzie osady kulmowe urywają się na walnej linii tektonicznej zwanej nasunięciem (dyslokacją) Strugi (fig. 1). Zasięg i charakter basenu sedymentacyjnego na wschód od nasunięcia Strugi nie jest jasny, zwłaszcza w odniesieniu do starszych ogniw kulmu. Przypuszczano niekiedy, że masywem granicznym mógł być tu blok sowiogórski.

Według H. Żakowej (1963, s. 85) osady kulmu lądowego gromadziły się co najmniej w kilku zupełnie izolowanych basenach śródgórskich.

Osady kulmowe można z grubsza podzielić na dwie części: starsze, zwane czasem kulmem starszym lub lądowym, i młodsze, uważane za produkt sedymentacji środowisk przejściowych i częściowo morskich (tzw. kulm ze Szczawnia, H. Teisseyre 1949). Stratygraficznie ważna dokumentacja paleontologiczna ograniczona jest wyłącznie do osadów morskich, których górnowizeński wiek nie może budzić wątpliwości (Żakowa 1958). Osady kulmu lądowego nie zawierają szczątków organicznych nadających się do oznaczenia wieku (Żakowa 1958). Wiadomo jedynie, że są one starsze od przykrywających je górnowizeńskich warstw

kulmu ze Szczawna, a młodsze od osadów depresji Świebodzie¹, których wiek ustalono na górny dewon — najniższy karbon (informacja ustna dr T. Gumi).

Badania moje ograniczyły się jedynie do tzw. kulmu ładowego, którego osady gromadziły się w odmiennych w stosunku do kulmu młodszego środowiskach sedymentacyjnych.

W kulmie ładowym można wyróżnić trzy ogniwa o znaczeniu stratygraficznym (fig. 1). Poczynając od osadów najstarszych są to: kulm z Sądów Górnych (H. Teisseyre 1952), kulm ze Starych Bogaczowic (Smulikowski & Teisseyre 1953) i kulm z Lubomina (H. Teisseyre 1949). Łączna miąższość wyżej wymienionych ogniw w profilu przez Jagodnik (góra na S od Starych Bogaczowic) wynosi około 4000 m. Z wyjątkiem okolic między Szczawnem a Wałbrzychem wszystkie te ogniwa składają się przede wszystkim z polimiktycznych zlepieńców, z podrzędnym udziałem osadów drobnoklastycznych. Według H. Teisseyre'a są to osady napływowe stożków przedgórskich, sypanych przez dzikie, górskie potoki. Osady bardziej drobnoziarniste gromadzić się miały w lokalnych i niewielkich rozlewiskach wodnych.

Z kolei należy pokrótce omówić dotychczasowe poglądy odnoszące się do kierunków transportu i pochodzenia materiału detrytycznego.

Jedną z najważniejszych prac jest publikacja F. Bergera (1934), którego poglądy zaciążyły na uogólnieniach późniejszych badaczy. Berger zajmował się badaniem składu petrograficznego otoczków i spotykanej w nich fauny w zlepieńcach kulmowych okolic Marciszowa. Autor ten wyróżnił 5 grup otoczków, z których trzy najliczniejsze wykazują podobieństwa do skał znanych obecnie z Gór Kaczawskich i Izerskich. Na tej podstawie przyjął Berger kierunek transportu materiału detrytycznego z północy (od strony kaledonidów kaczawskich) i z północnego zachodu (od strony Gór Izerskich).

Oprócz materiału pochodzącego według wszelkiego prawdopodobieństwa z tych właśnie obszarów, stwierdził Berger otoczki niemeta-morficznych skał osadowych, do złudzenia przypominających osady górnego dewonu okolic Świebodzie. Transport tych otoczków ze wschodu, od strony depresji Świebodzie, wydawał się Bergerowi nie do przyjęcia. Autor ten wystąpił z hipotezą, że osady górnodewońskie, wykształcone w tym samym typie facjalnym jak w okolicach Świebodzie, leżały w czasie sedymentacji kulmu niecki na jednostkach kaledońskich, otaczających od północy basen sedymentacyjny. Ponieważ osady górnego dewonu nie zostały dotychczas nigdzie w podłożu kulmu stwierdzone, Berger sugerował, że zostały one całkowicie zerodowane w dolnym karbonie.

¹ Istnienie luki stratygraficznej pomiędzy osadami depresji Świebodzie a kulmem niecki śródsudeckiej wykazały badania H. Teisseyre'a (Smulikowski & Teisseyre 1953, Teisseyre 1956a). Luka ta, związana z fałdowaniem i wypiętrzaniem depresji Świebodzie, przypada zapewne na tułnej, lecz czas jej trwania nie jest dokładnie określony.

Hipotezę Bergera podjęli później badacze polscy, szczególnie S. Radwański (1952, 1954).

Wschodnia część badanego przez mnie obszaru była przedmiotem wielu prac H. Teisseyre'a, który udowodnił, że materiał detrytyczny dostarczany był do basenu sedymentacyjnego nie tylko od strony kaledonidów kaczawskich (co przyjmowali już autorzy niemieccy), lecz także od strony depresji Świebodziec, czyli od wschodu (Smulikowski & Teisseyre 1953). Stwierdzenie to odnosi się przede wszystkim do najstarszych ogniw kulmu (kulmu z Sadów Górnych i ze Starych Bogaczowic, Smulikowski & Teisseyre 1953, H. Teisseyre, Smulikowski & Oberc 1957).

Zachodnia część omawianego w tej pracy obszaru (na zachód od Starych Bogaczowic) była opracowywana przez S. Radwańskiego (1952, 1954). Autor ten przyjął następujące kierunki transportu materiału detrytycznego:

1° dla kulmu z Sadów Górnych (obejmującego także tzw. zlepienie krzyżowo warstwowe S. Radwańskiego) transport z N ku S i z NE ku SW (Radwański 1952, s. 38 i 47);

2° dla kulmu ze Starych Bogaczowic² transport materiału z N ku S i z NE ku SW (Radwański 1952, s. 41, 49, 58; 1954, s. 13—14);

3° dla kulmu z Lubomina transport z N ku S i z NE ku SW, przy czym według Radwańskiego (1954, s. 17) „istnieją dane wskazujące, że odcinek wypiętrzony znajdował się przypuszczalnie na dzisiejszym przedpolu Sudetów”. Odnośnie do otoczków niektórych łupków metamorficznych przypuszczał Radwański (1952, s. 60), że pochodzą z zachodu, z Gór Izerskich. We wschodniej części zbadanego przez siebie odcinka kulmu z Lubomina zakłada Radwański (1954, s. 14) możliwość transportu z E ku W.

Zgodnie z poglądami Bergera, Radwański przypuszczał, że większość materiału detrytycznego pochodzi z niszczonych na północy łańcuchów kaledońskich. Również otoczki dewońskich szarogłazów wywodzi Radwański z północy (szczególnie tzw. zlepienie szarogłazowe, Radwański 1952).

Badacze polscy przyjmowali też za Bederkem i Frickem (1943) istnienie obszaru górskiego na południe od kulmowego basenu sedymentacyjnego. Nie wiadomo jednakże, czy i w jakim stopniu masyw ten oddziaływał na przebieg sedymentacji kulmowej. Nie wiadomo również, czy od strony tego masywu dostarczany był jakiś materiał detrytyczny, i ewentualnie jaki materiał skalny można by z tym masywem łączyć.

² S. Radwański (1952) nie stosował terminu „kulm ze Starych Bogaczowic”, wydzielając w odpowiadającej mu strefie osadów kilka odmian zlepieńców różniących się składem otoczków. Według moich obserwacji terenowych, ogniwa stratygraficzne wydzielone we wschodniej części omawianego obszaru mogą być skartowane i rozpoznane na całym zbadanym obszarze. Nie stosowałem zatem wydzieleni Radwańskiego, ponieważ granice ich przebiegają często skośnie względem rzeczywistych poziomów stratygraficznych.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OSADU

Obserwacje zebrane w terenie wskazują, że osady kulmu ładowego w niecce śródsudeckiej charakteryzuje wyraźna cykliczność sedymentacji (A. K. Teisseyre 1963). Na przekór panującym w literaturze poglądom o nieciągłości i niestałości poziomów stratygraficznych w osadach kulumowych okazało się, że poszczególne cyklotemy stanowią stałe poziomy o znaczeniu stratygraficznym i dają się wykartować na całym zbadanym obszarze.

Omówienie rozwoju i przebiegu poszczególnych cyklotemów wykracza poza ramy tego artykułu. Wspomnę jedynie, że obserwacje terenowe pozwoliły na wyróżnienie 37 dużych cyklotemów (major cyclothems, Moore 1959), z czego 7 przypada na kulum z Sądów Górnych, 12 na kulum ze Starych Bogaczowic i 18 na kulum z Lubomina.

W obrębie niektórych cyklotemów dużych można obserwować do 6 cyklotemów mniejszych (minor cyclothems, Moore 1959). Cyklotemy mniejsze, w przeciwieństwie do dużych, występują lokalnie i nie mogą być prześledzone na całym zbadanym obszarze. Cyklotemy mniejsze są często niepełne (zwykle brak mułowców).

Charakter osadu najłatwiej przedstawić omówiwszy krótko sekwencję cyklotemu idealnego (*ideal cyclothem* geologów anglosaskich), który dla uproszczenia będzie pełnym cyklotemem dużym nie zawierającym cyklotemów mniejszych.

Dolny człon cyklotemu idealnego tworzą zwykle niewyraźnie uławiczone polimiktyczne zlepieńce, z podrzędnymi i zwykle porozmywanymi wtrąceniami subszarogłazów (w znaczeniu F. J. Pettijohna, 1957), rzadziej mułowców. Taki grubodetrytyczny osad stanowi w wielu cyklotemach ponad 90% całego sedymentu.

W stropowej części zespołu zlepieńców rozmiary otoczków maleją, uławicenie staje się coraz bardziej wyraźne i osad przechodzi poprzez zlepieńcowate subszarogłazy w kilkumetrowy zespół coraz lepiej wysortowanych subszarogłazów i mułowców, dobrze uławiconych i wyraźnie warstwianych. Osady te, sedymentowane w płytkiej i silnie prądującej wodzie, rozpoczynają górny człon cyklotemu idealnego. Subszarogłazy przechodzą niekiedy ku górze w mułowce, będące już osadem bardziej pogłębnego i rozleglejszego zbiornika wodnego. Często jednak granica pomiędzy subszarogłazami a mułowcami jest ostra. Ponad pierwszą ławicą mułowców występują zwykle kilkakrotnie alternujące ze sobą mułowce i subszarogłazy, niekiedy z cienkimi przeławiczeniami drobnoziarnistych zlepieńców. Łączna miąższość tych drobnoklastycznych osadów waha się w granicach od kilku do kilkunastu metrów.

W przeciwieństwie do zlepieńców sedymentowanych prawdopodobnie na płaskich i szeroko rozprzestrzenionych powierzchniach aluwial-

nych (alluvial planes), niegrube osady członu górnego są produktem sedymentacji w jeziorach i płytkich rozlewiskach wodnych. Osadami jeziornymi wydają się przede wszystkim mułowce, pospolicie ujawniające cienkie i regularne warstwowanie laminowane, z przeławieniami piaszczystymi osadzonymi przez normalne prądy trakcyjne, a niekiedy także przez prądy zawieszinowe.

Głębokość jezior ulegała częstym i szybkim zmianom. Nierzadko dochodziło do kilkukrotnego zasypywania basenu materiałem piaszczysto-żwirowym. Gromadziły się wówczas osady płytkich i silniej prądujących wód, reprezentowane m.in. przez ławice subszarogłazów z zakorzenionymi in situ kalamitami lub osadzone wśród rosnących w płytkiej wodzie kalamitów (A. K. Teisseyre 1963).

Granica ze zlepieńcami rozpoczynającymi następny cyklotem jest z reguły ostra. Zlepieńce zawierające nieraz duże bloki leżą wprost na subszarogłazach, a nierzadko nawet na mułowcach.

Wyjaśnienie znaczenia geologicznego opisanej cykliczności sedymentacji wymaga kontynuowania badań.

Późniejsze (pokulmowe) czynniki tektoniczne spowodowały wychylenie warstw z ich pierwotnego położenia. Z wyjątkiem niektórych obszarów (w okolicy pnia ryolitowego Trójgarbu i koło Strugi) warstwy zapadają zasadniczo monoklinalnie ku centrum niecki śródsudeckiej pod kątami 20—40°. Jedynie pomiędzy Szczawnem a Wałbrzychem warstwy są znacznie zestromione a nawet przewalone, co łączy się z nasuwaniem się depresji Świebodzić na nieckę śródsudecką wzdłuż nasunięcia Strugi (Bederke 1929; H. Teisseyre 1952, 1956a; Smulikowski & Teisseyre 1953).

Na zbadanym obszarze wychodnie warstw przebiegają łukowato, zasadniczo równoległe do granic zasięgu osadów kulmowych.

NAJWAŻNIEJSZE WSKAŹNIKI KIERUNKOWE TRANSPORTU W KULMIE LĄDOWYM

Spośród rozmaitych wskaźników (struktur) kierunkowych transportu dwa typy, ze względu na masowość występowania, mają znaczenie zasadnicze: dachówkowe ułożenie otoczków płaskich w zlepieńcach (imbricate structure) i obserwowane głównie w subszarogłazach i mułowcach warstwowanie przekątne (cross-bedding, cross-lamination, current-bedding, etc.). W pracy tej wykorzystałem jedynie pomiary wykonane w grubodetrytycznych osadach dolnych członów poszczególnych cyklotemów (okresy subaeralnej sedymentacji na powierzchniach aluwialnych).

W literaturze geologicznej spotyka się często pogląd, że warstwowanie przekątne jest najlepszym wskaźnikiem kierunkowym transportu. Pominięcie pomiarów struktur dachówkowych nie byłoby jednak uzasadnione ze względu na powszechność ich występowania. W toku prac

terenowych okazało się ponadto, że wyniki pomiarów obu tych typów struktur nie są zupełnie jednoznaczne, o czym będzie jeszcze dyskutowane niżej.

Otoczaki płaskie w żwirach o strukturze dachówkowej (pl. I, fig. 1 i 2, pl. II, fig. 2) nachylają się powierzchniami maksymalnego przekroju pod prąd. Znaczenie geologiczne tego faktu jest jasne i jednoznaczne i nie budzi zastrzeżeń w literaturze geologicznej (Pettijohn 1957, Potter & Pettijohn 1963). Pomiaru terenowe wymagają jednak zachowania maksimum ostrożności, aby rozróżnić prawdziwe struktury dachówkowe od ułożenia pseudodachówkowego (Dżułyński 1963). Pseudodachówkowe ułożenie jest w osadach kulmowych częste i wiąże się z niewyraźnym warstwowaniem przekątnym źle wysortowanych osadów piaszczysto-żwirowych, zawierających znaczne ilości drobnego materiału. Pojedyncze otoczaki płaskie leżą tu na powierzchniach warstw odprądowych (foreset beds) i w przypadku niewyraźnego warstwowania przekątnego nie trudno o pomyłkę. Znaczenie geologiczne ułożenia pseudodachówkowego jest takie samo jak warstwowania przekątnego (Dżułyński 1963).

W praktyce terenowej wszystkie przypadki struktur wątpliwych muszą być odrzucane. Zgodnie ze spostrzeżeniami R. Unruga (1957), najwyraźniejsze struktury dachówkowe obserwowałem w dobrze przemytych zlepieńcach średnioziarnistych (zwarty szkielet osadu we frakcji 32—256 mm ϕ), przy najwyraźniejszym podprądowym zapadzie otoczków płaskich we frakcji 64—128 mm ϕ .

Znaczenie warstwowania przekątnego jako wskaźnika kierunkowego transportu jest bardziej kontrowersyjne.

Drobnej skali warstwowania przekątne ripplemarkowe, pospolite w drobnoziarnistych subszarogłazach i mułowcach, ujawniają znaczną dyspersję kierunków, są trudne do mierzenia i mają małe znaczenie dla ustalania regionalnych kierunków transportu (oddają lokalne i zmienne systemy prądów w okresowo tworzących się zbiornikach wodnych).

W pracy tej wykorzystałem jedynie pomiary warstwowań przekątnych rozwiniętych na dużą skalę we wkładkach i ławicach subszarogłazów i zlepieńców drobnoziarnistych. Ujawniają one z reguły wyraźne warstwowania przekątne, przy czym warstwy odprądowe z reguły dochodzą „torrencjalnie” do powierzchni stropu i spągu (proste warstwowanie przekątne, nomenklatura według S. Dżułyńskiego 1963). Miąższość wkładek wynosi przeciętnie kilkadziesiąt centymetrów, a przekątnie warstwowanych ławic — do 3 m. Doskonała zwykle płytkowa oddzielność skały wzdłuż warstw odprądowych bardzo ułatwia wykonywanie pomiarów terenowych. Azymuty zapadu warstw odprądowych (w obrębie jednej wkładki czy ławicy) odznaczają się dużą i godną odnotowania stałością. Ławice obserwowane na odcinkach do kilkudziesięciu metrów ujawniają dyspersję kierunków zapadu warstw odprądowych w grani-

cach 15—25°, rzadko ponad 30°. Rozrzut ten we wkładkach jest jeszcze mniejszy. Z faktów tych można wnioskować, że prądy trakcyjne transportujące materiał po dnie basenu płynęły, w czasie sedymentacji pojedynczej wkładki czy ławicy jednokrotnej, w dość stałych kierunkach, a czoła tworzonych przez nie nasypów (advanced terraces, Shrock 1948) mogły być nawet na dłuższych odcinkach względnie prostolinijne.

Na przekór tym obserwacjom ławice leżące bezpośrednio na sobie lub też poszczególne warstwy w obrębie ławicy wielokrotnej wykazują zwykle różne kierunki transportu materiału detrytycznego. Tak zwanych warstwowań krzyżowych, o których wspomina S. Radwański (1952), nie zauważyłem. Prawdopodobnie chodzi tu o myłą interpretację ławic wielokrotnych o zmiennym kierunku transportu w poszczególnych warstwach.

METODY POMIARÓW I GRAFICZNE PRZEDSTAWIENIE WYNIKÓW

W ławicach zlepieńców średnioziarnistych, o wyraźnych strukturach dachówkowych, mierzono orientację 20—50 otoczek płaskich (Schlee 1957). Pomiaru wykonywano kompasem dwukołowym firmy Freiburger Präzisionsmechanik (NRD). Mierzono wprost azymuty i kąty zapadu płaszczyzn największego przekroju (płaszczyzn AB) otoczek płaskich, przykładając płytkę kompasu wprost do powierzchni otoczka oraz utrzymując ją równocześnie w poziomie i w położeniu równoległym do płaszczyzny AB. Równoległość płytki i płaszczyzny AB kontrolowano wizualnie, co przy dokładności pomiaru 5° jest wykonalne. Technika taka możliwa jest dzięki wystawianiu poszczególnych otoczek ze skały, co umożliwia bezpośrednie przyłożenie kompasu.

Przy pomiarach warstwowania przekątnego mierzono wprost azymuty i kąty zapadu warstw odprądowych przykładając płytkę kompasu wprost do tych warstw. Technika taka umożliwiona jest naturalną oddzielnością skały wzdłuż powierzchni warstw odprądowych. Pomiaru wykonywano z dokładnością 5°.

Przed przystąpieniem do interpretacji należy wyeliminować wpływ tektonicznego wychylenia warstw z ich pierwotnie zasadniczo poziomego ułożenia (wszyscy autorowie piszący o kulmie są zgodni co do tego, że osady kulmowe sedymentowały na prawie płaskich powierzchniach alluwialnych; pierwotne nachylenie w granicach kilku stopni nie wpływa zasadniczo na wynik rotacji).

Wpływ wychylenia tektonicznego wyeliminowano dokonując odpowiednich rotacji (Potter & Pettijohn 1963), indywidualnie dla każdego pomiaru.

Badania składu petrograficznego otoczek w zlepieńcach i składu

subszarogłazów (pod mikroskopem) wskazują, że w basenie kulmowym miało miejsce mieszanie się różnego materiału detrytycznego, pochodzącego z różnych obszarów źródłowych. W tych warunkach stosowanie jakichkolwiek metod polegających na konstruowaniu „kierunków wypadkowych” jest niedopuszczalne i prowadzi do błędnych interpretacji (Dzutyński 1963). Również metoda wyliczania parametrów statystycznych w oparciu o specjalnego typu krzywe kumulatywne nie może być tu zastosowana.

Przy analizie materiału pomiarowego zastosowałem metodę zaczerpniętą z petrologii strukturalnej, przedstawiając wyniki pomiarów na zbiorczych diagramach konturowych. Diagramy te wykreśliłem metodą (nieznacznie zmodyfikowaną) podaną w podręczniku Billingsa (1954). Metoda taka nie jest bynajmniej nowa i już w 1939 roku była stosowana przez Krumbeina (Krumbein & Sloss 1963, Potter & Pettijohn 1963).

Pomiary warstwowania przekątnego zestawiono na diagramach zbiorczych, dla każdego ogniwa stratygraficznego kulmu osobno. Pomiary struktur dachówkowych zestawiono najpierw dla każdej ławicy oddzielnie, a punkty maksimum widoczne na tych diagramach (o ile wykazywały symetrię jednoskośną) posłużyły z kolei do wykreślenia zbiorczych diagramów konturowych. We wszystkich diagramach konturowych wykorzystano projekcję górnej półkuli.

INTERPRETACJA DIAGRAMÓW KONTUROWYCH

Najbardziej rzucającą się w oczy cechą zbiorczych diagramów konturowych (fig. 6—12) jest ogromny rozrzut kierunków transportu. Należy rozważyć, czy rozrzut taki byłby możliwy w przypadku jednego regionalnego kierunku transportu.

Figura 2 przedstawia zbiorczy diagram konturowy azymutów zapadu warstwowania przekątnego z górnokredowych piaskowców Szczelińca (niecka śródsudecka), które — według badań T. Jerzykiewicza (1966) — sedymentowały w płytkim morzu, przy jednym regionalnym kierunku transportu materiału detrytycznego.

Rozrzut kierunków transportu w omawianych osadach górnokredowych można określić z histogramu (fig. 3), lub w sposób bardziej precyzyjny wyliczyć z odpowiedniej krzywej kumulatywnej (Krumbein & Sloss 1963). Miara rozrzutu kierunków transportu będzie współczynnik dyspersji (standard deviation), który dla podanego przykładu wynosi 30° . Inne przykłady naturalnej dyspersji kierunków przy jednym regionalnym kierunku transportu można znaleźć w podręczniku P. E. Pottera i F. J. Pettijohna (1963).

Dla porównania wykonano histogram i krzywą kumulatywną azymutów zapadu warstwowania przekątnego dla kulmu z Lubomina (fig. 4 i 5); otrzymane wyniki są z powyższym przykładem nieporównywalne. Różnicy tej nie sposób złożyć wyłącznie na karb odmiennego środowiska sedimentacyjnego.

Diagramy konturowe wykonane dla kulmu charakteryzuje nie tylko duża dyspersja kierunków, lecz także występowanie kilku wyraźnych maksimów. Kilkanaście diagramów zbiorczych, wykonanych dla różnych

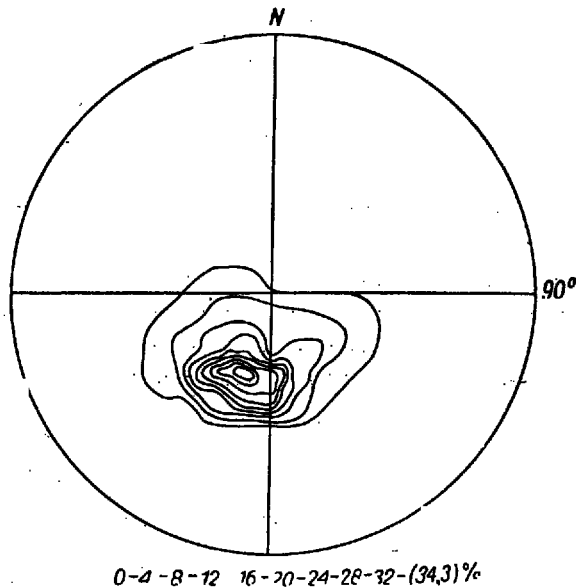


Fig. 2

konturowy diagram kierunków pochylenia warstwowania przekątnego z górnokredowych płaskowców Szczelińca (68 pomiarów, na podstawie danych T. Jerzykiewicza).

Uwaga: na wszystkich diagramach użyto projekcji górnej półkuli

Equal area net with 68 poles to foreset beds in cross-bedded units (Upper Cretaceous, Szczelińiec, Intrasudetic Basin, after T. Jerzykiewicz, paper in press). It is interesting to note the distinctly marked preferred transport direction of detritic material.

The upper hemisphere projection has been used in all the diagrams.

grup odsłoneń kulmu z Lubomina (gdzie dysponowałem największą ilością pomiarów), ujawniło identyczną dyspersję kierunków i bardzo zbliżony układ maksimów. Z faktów tych wydaje się wynikać, że duża dyspersja kierunków nie jest zjawiskiem lokalnym i nie może być tłumaczona naturalnym rozrzutem kierunków przy jednym regionalnym kierunku transportu.

Interpretacja diagramów konturowych opiera się na dwu głównych

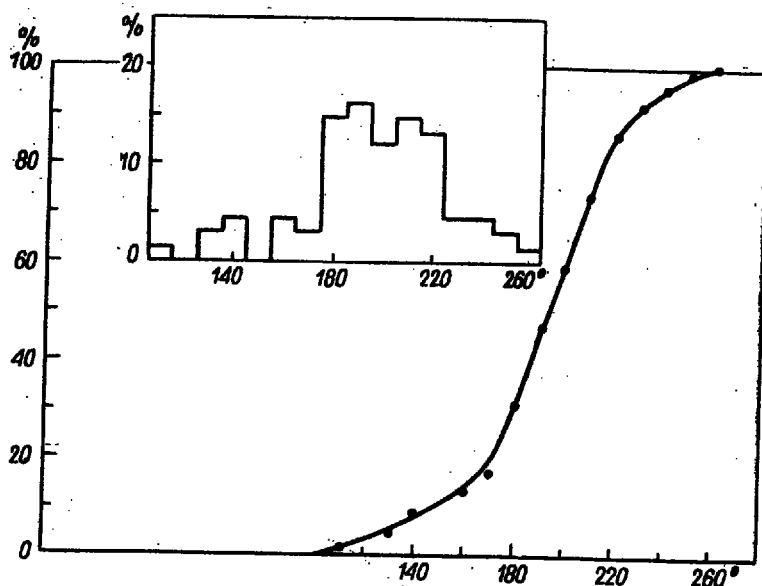


Fig. 3

Histogram i krzywa kumulatywna kierunków pochylenia warstwowania przekątnego z górnokredowych piaskowców Szczeliniec (na podstawie danych T. Jerzykiewicza).
 Bliższe objaśnienia w tekście

Histogram and cumulative curve of foreset beds attitude distribution of Upper Cretaceous sandstones from Szczeliniec (comp. with fig. 2). The distribution in this figure has a mean orientation 193° , and degree of preferred orientation (standard deviation) of 30°

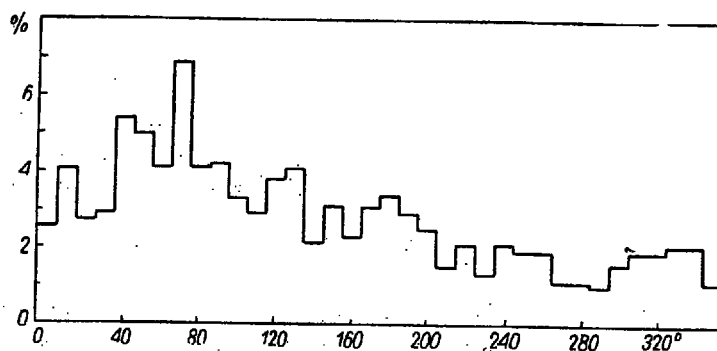


Fig. 4

Histogram kierunków pochylenia warstwowania przekątnego z kulmu z Lubomina (520 pomiarów)

Histogram of foreset beds attitude distribution of Culm of Lubomin cross-bedded units (520 measurements)

założeniach: 1° kulm w niecce śródsudeckiej sedymentował w warunkach więcej niż jednego regionalnego kierunku transportu, co potwierdzają też obserwacje nad składem materiału detrytycznego; 2° w rozmieszczeniu głównych maksimów na diagramach konturowych odzwierciedlają się m.in. różne regionalne kierunki transportu materiału detrytycznego. Regionalne kierunki transportu wskazują przy tym z grubsza położenie obszarów źródłowych materiału detrytycznego, co nie jest oczywiste (Dzudyński 1963) i wymaga każdorazowego udowodnienia drogą badań petrograficznych.

Badania takie, podjęte przeze mnie w pewnym zakresie, nie są jeszcze ukończone, ograniczę się więc do podania kilku szczegółów. Oprac-

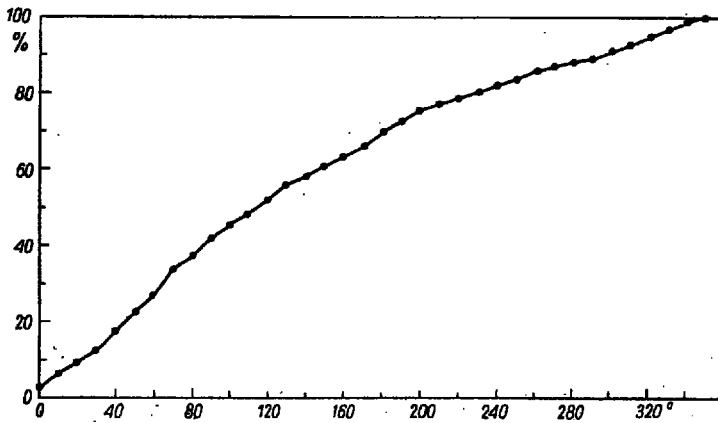


Fig. 5

Krzywa kumulatywna kierunków pochylenia warstwowania przekątnego z kulmu z Lubomir (por. fig. 4)

Cumulative curve of foreset beds attitude distribution of Culm of Lubomir cross-bedded units (comp. with fig. 4). Since sedimentation occurred under conditions of more than one regional transport direction, the computation of mean orientation and degree of preferred orientation cannot be applied

kowałem szereg szlifów wykonanych z otoczków ze zlepieńców kulmowych oraz z subszarogłazów tworzących wkładki w zlepieńcu i z jego masy wypełniającej. W odniesieniu do skał metamorficznych stosowałem terminologię używaną w pracach geologów polskich, dotyczących Sudeców; w odniesieniu do nie- lub słabo zmetamorfizowanych przeważnie egzotycznych skał magmowych proponuję terminologię według A. Johannsena (1948) i W. W. Moorhousea (1959); dla skał osadowych wreszcie terminologię w znaczeniu i według definicji F. J. Pettijohna (1957).

Jakościowy skład zlepieńców kulmowych we frakcji 4—32 mm ϕ jest zasadniczo taki sam jak we frakcji średniej (32—256 mm ϕ). W subszarogłazach kulmowych można stwierdzić pod mikroskopem obecność okruchów tych samych skał, które znane są z otoczaków. Z powyższego wynika, że jakościowe rozważania nad składem i pochodzeniem materiału detrytycznego można bez większego błędu oprzeć na wynikach badań zlepieńców średnioziarnistych, które są najbardziej zaawansowane.

W rozważaniach tych wygodnie posługiwać się metodą analizy sedymentacyjnych prowincji petrologicznych (sedimentary petrologic province)³.

Ławice zlepieńców kulmowych wykazujące stałe (w granicach naturalnego rozrzutu) kierunki transportu oraz skład otoczaków, wskazujące na pochodzenie z jednego źródła, należą do jednej z trzech sedymentacji prowincji petrologicznych. Nazwy tych prowincji urobiłem od położenia obszarów źródłowych względem basenu sedymentacyjnego. I tak zlepieńce prowincji północnej składają się wyłącznie z materiału kaledońskiego pochodzącego z północy, z erodowanych w kulmie łańcuchów prakaczawskich. Zlepieńce prowincji wschodniej czerpią swój materiał z ESE i SE, z erodowanego wówczas masywu prasowiogórskiego. Odnośnie do materiału detrytycznego pochodzącego z tych dwu obszarów źródłowych można wykazać, że zupełnie analogicznie petrograficznie skały występują w tych obszarach do dziś, lub też, że w czasie sedymentacji kulmu musiały tam występować.

Zlepieńce prowincji południowej wywodzą swój materiał z południa i południowego zachodu, z obszaru, który w dalszej części tej pracy będzie nazywany masywem południowym i który jest prawdopodobnie tym obszarem górskim, którego istnienie sugerowali już E. Bederke i K. Fricke (1943). O budowie geologicznej tego pogrzebanego obszaru górskiego mamy skąpe i przeważnie pośrednie informacje; rozważania w odniesieniu do materiału, który z tego obszaru się wywodzi, są w znacznej mierze hipotetyczne.

Materiał skalny, który może występować w formie otoczaków w zlepieńcach wyżej wymienionych prowincji, zestawiono w tabeli 1.

W kulmie przeważają jednak ławice zlepieńców o składzie wskazującym na mieszanie się materiału pochodzącego z rozmaitych obszarów źródłowych. Warunki sedymentacji na płaskich, przedgórskich powierzchniach aluwialnych prawdopodobnie sprzyjały takiemu mieszanu się materiału. Ławice zlepieńców o składzie mieszanym są osadami prowincji złożonej (*compound province*, Pettijohn 1957). Istnienie osadów

³ Odnośna terminologia polska, o ile mi wiadomo, nie istnieje. Nie roszczę pretensji do uzupełniania tego braku będą posługiwał się terminami angielskimi lub ich dosłownym tłumaczeniem z podaniem oryginalnej pisowni.

provincji złożonej wskazuje, że basen sedymentacyjny był zasilany jednocześnie z kilku odrębnych źródeł materiału detrytycznego. Proporcje materiału pochodzącego z różnych obszarów źródłowych — o ile są uchwytne — mogą informować o natężeniu sedymentacji związanej z poszczególnymi źródłami.

W profilu stratygraficznym każdego z ogniw kulmu można obserwować pewne zmiany składu petrograficznego otoczków niezależne od zmian kierunków transportu i nie związane ze zmianami obszarów źró-

Tabela 1

Pochodzenie grubodetrytycznego materiału zlepieńców kulmowych

Materiał pochodzący z północy z łańcucha prakaczawskiego	Materiał pochodzący z SE i ESE, z masywu praświo-górskiego	Materiał pochodzący z S i SW, z masywu południowego
<p>Kambro-sylur typu kaczawskiego:</p> <p>łupki graptolitowe lidyty fyllity, parakwarcyty i metazlepieńce typu z Sądów Górnych i Kuttenberg, zieleńce paleobazalty spility diabazy łupki chlorytowe czerwone fyllity paleoryolity marmury</p> <p>paleotrachity jaspisy</p>	<p>Górny dewon — najniższy karbon typu depresji Świebodziec:</p> <p>szarogłazy subszarogłazy ortokwarcyty* mułowce łupki ilasto-mułowe zlepieńce wapienie*</p> <p>Głównie prekambr: gnejsy sowiogórskie* pegmatyty* gabry i amfibolity* „adinole” i spilozyty** łupki łuszczkowe* łupki kwarcytowe* katakłazyty* różowe granity* ** skały subwulkaniczne i wylewne*</p> <p>Na drugorzędym złożu także prawdopodobnie materiał kaledoński typu kaczawskiego wymyty ze zlepieńców</p>	<p>Górny dewon — najniższy karbon typu depresji Świebodziec:</p> <p>szarogłazy subszarogłazy ortokwarcyty* mułowce łupki ilasto-mułowe zlepieńce wapienie (?)*</p> <p>Głównie prekambr: gnejsy „niesowiogórskie”**</p> <p>łupki łuszczkowe* łupki kwarcytowe* skały subwulkaniczne i wylewne* katakłazyty* różowe granity**</p>

* Oznaczono materiał częściowo lub całkowicie na drugorzędym złożu.

** Oznaczono materiał dotychczas nie znany z obszarów otaczających dziś nieckę śródsudecką.

dłowych. Zmiany takie określa się jako *provincial succession* (Doeglas 1940, fide Pettijohn 1957). Zmiany te związane są z postępującą erozją obszarów źródłowych, co prowadzi do odsłaniania coraz to nowych poziomów strukturalnych.

KIERUNKI TRANSPORTU I POCHODZENIE MATERIAŁU DETRYTYCZNEGO

Kulm z Sądów Górnych

Opis. — Zbiorcze diagramy konturowe (fig. 6 i 7) wskazują na istnienie kilku regionalnych kierunków transportu, z których pierwszorzędą rolę odgrywają kierunki z E ku W i z SE ku NW. Kierunki te zaznaczają się wyraźnie na obu diagramach (fig. 6, maksima I i III; fig. 7, maksimum I). Pozostałe kierunki mają znaczenie drugorzędne. Kierunki z NW ku SE i z W ku E zaznaczają się wyraźnie tylko na diagramie warstwowania przekątnego (fig. 6, maksimum II), słabiej na dia-

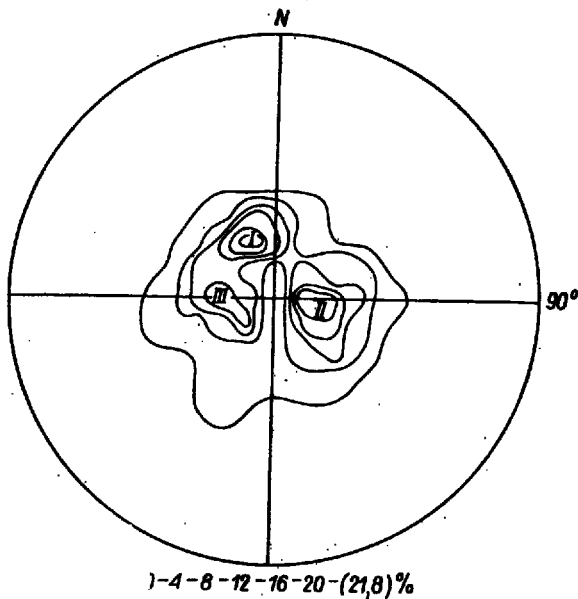


Fig. 6

Zbiorczy diagram konturowy kierunków pochylenia warstwowania przekątnego kulmu z Sądów Górnych (32 pomiary). Maksima: I = 21,8%, II = 18,7%, III = 15,6%

Equal area net with 32 poles to foreset beds in cross-bedded units of Kulm of Sady Górne. I = 21.8%, II = 18.7%, III = 15.6%

gramie struktur dachówkowych. Kierunki z SW ku NE zaznaczają się wyraźnie tylko na diagramie struktur dachówkowych (fig. 7, maksimum II).

W tabeli 2 (kolumna 1) podano średni skład petrograficzny otoczków zlepieńców średnioziarnistych. Jeśli odrzucimy otoczki kwarcu,

których pochodzenie trudno ustalić, materiał pochodzący z E i SE a także podrzędnie z SW stanowi ponad 70% wszystkich otoczków. Reszta przypada na wywodzący się z północy materiał kaledoński, częściowo niewątpliwie na drugorzędnym złożu (prawdopodobnie ok. 1/3). W ma-

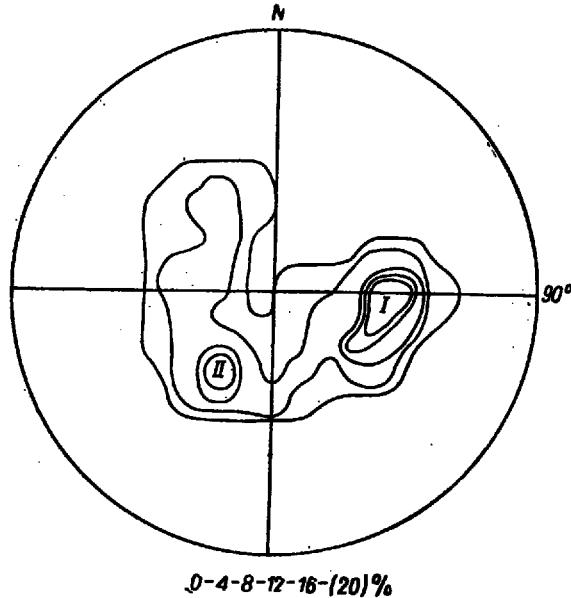


Fig. 7

Zbiorczy diagram konturowy struktur dachówkowych kulmu z Sądów Górnych (na podstawie 40 indywidualnych diagramów). Maksima: I = 20,0%, II = 15,0%

Contour diagram of imbricate structures of Oulm of Sady Górne (based on 40 individual diagrams). I = 20,0%, II = 15,0%

teriale kaledońskim zdecydowanie dominują otoczki zieleńców, paleo-hazaltów i innych skał „serii zieleńcowej” (ponad 70% materiału kaledońskiego).

Złepieńce kulmu z Sądów Górnych są osadami albo prowincji wschodniej, albo (częściej) złożonej, przy czym oba typy występują na całym zbadanym obszarze. Ławice złepieńców prowincji wschodniej spotyka się jednak częściej we wschodniej części zbadanego obszaru, na północ od Starych Bogaczowic. Struktury dachówkowe wskazują transport z ESE ku WNW lub z SE ku NW (pl. I, fig. 2). W tabeli 2 (kolumna 2) podano przykładowo skład petrograficzny otoczków jednej z takich ławic. Otoczki rozmaitych skał megaskopowo i mikroskopowo bardzo podobnych do osadów znanych z depresji Świebodzię stanowią tu do 50% i więcej ogólnej liczby otoczków, na co po raz pierwszy zwró-

Tabela 2

Skład petrograficzny otoczków zlepieńców kulmu z Sądów Górnych
we frakcji 32–256 mm \varnothing (w % ilości otoczków)

	1		2	
	Średnio dla całego obszaru na podstawie 2000 otoczków		Ławica zlepieńca prowincji wschodniej (przykład) cyklo- tem 6	
Różne szarogłazy i subszarogłazy, częściowo typu kulmu z Chwaliszowa	36,4		52	
Ortokwarcyty*	11,1		17	
Różne zlepieńce	1,3		2	
Mułowce i łupki ilasto-mułowce	0,1			
Gnejsy sowiogórskie*	7,6		5	
Pegmatyty*	0,1			
„Adinole” i spilozyty	4,4		8	
Kataklaazyty*	1,0			
Łupki kwarcytowe i łuszczkowe*	1,4			
Gabra i amfibolity*	0,1			
Skąły subwulkaniczne i wydławne	3,6		2	
	67,1	71,5	86	90,5
Fyllity i metazlepieńce	3,3			
Zieleńce, paleobazalty, diabazy itd.	16,6		5*	
Lidyty i metarogowce	3,7		3*	
Jaspisy	0,6		1*	
Palcoryolity	1,5			
Różne paleotrachity	1,0			
	26,7	28,5	9	9,5
		100,0		100,0
Kwarce. żyłowe	6,2		5	
	100,0		100	

* Oznaczono skały występujące prawdopodobnie wyłącznie na drugorzędym złożu. Różowe granity, wspomniane ze zlepieńców kulmu z Sądów Górnych przez S. Radwańskiego (1952) w ilości do 3%, występują – według moich obserwacji – rzadko i tylko we frakcji 4–32 mm \varnothing (prawdopodobnie wyłącznie na drugorzędym złożu). We frakcji 32–256 mm \varnothing występują natomiast często różowo zabarwione kataklaazyty i szczególnie liczne porfiry adamalitowe (według terminologii anglosaskiej).

cił uwagę H. Teisseyre (Smulikowski & Teisseyre 1953). Szczególnie godne zamotowania jest występowanie otoczków subszarogłazów i zlepieńców indentycznych z kulmem z Chwaliszowa (op. cit.). Otoczki te, mimo świeżości i zwięzłości tworzących je skał, są dobrze lub bardzo dobrze obtoczone.

Otoczaki materiału kaledońskiego stanowią tu do 10% ogólnej liczby otoczek i występują prawdopodobnie w całości na drugorzędnym złożu. Ten materiał kaledoński pochodzi prawdopodobnie z przeroznięcia starszych zlepieńców (typu depresji Świebodzic), których otoczki występują też w kuluźnie niecki śródsudeckiej (op. cit.). W zlepieńcach górnego dewonu depresji Świebodzic udział materiału kaledońskiego wynosi przeciętnie 50% (H. Teisseyre 1956a), a w zlepieńcach kulmu z Chwałiszowa 22% (H. Teisseyre, Smulikowski & Oberc 1957).

Otoczaki innych skał występujące na drugorzędnym złożu (tab. 2) znane są również ze zlepieńców depresji Świebodzic (H. Teisseyre 1956a, H. Teisseyre, Smulikowski & Oberc 1957, Łydka 1960). Otoczki gabr i gnejsów sowiogórskich są zwykle silnie nadwietrzane i kruche; podczas gdy otoczki innych równie łatwo wietrzejących skał są znacznie świeższe. Obtoczenie otoczek gnejsów i gabr jest zwykle bardzo dobre, co również może przemawiać za pochodzeniem ich ze starszych zlepieńców. Otoczki gnejsów sowiogórskich występują w różnych odmianach zlepieńców depresji Świebodzic w ilości (średnio) 21—80%, otoczki gabr 0,5—1% (H. Teisseyre 1956a, H. Teisseyre, Smulikowski & Oberc 1957).

Najczęściej obserwuje się jednak zlepienie prowincji złożonej, zwykle z przewagą materiału pochodzącego ze wschodu i południowego wschodu. Przewaga materiału kaledońskiego (do 60%) daje się zauważyć niekiedy w okolicy Sądów Górnych. Ławice takie ujawniają transport z NW ku SE lub z WNW ku ESE. Materiał kaledoński daje zwykle otoczki mniejsze i gorzej obtoczone niż ten, który pochodzi z SE.

Udział materiału pochodzącego z SW jest prawdopodobnie niewielki i trudny do ilościowego określenia. Jakościowo jest to zapewne materiał podobny do tego, który napływał z SE, z wyłączeniem gnejsów sowiogórskich i „adinoli”.

Interpretacja. — W czasie osadzania się kulmu z Sądów Górnych basen sedymentacyjny miał prawdopodobnie inny kształt i zasięgi niż później. Widoczne dziś na powierzchni osady tego ogniwa kulmu ukształtowały się w warunkach dominującego wpływu obszaru enodowanego na E i SE od basenu, podczas gdy dopływ materiału detrytycznego z innych obszarów źródłowych był znacznie słabszy.

Od wschodu i południowego wschodu dostarczany był głównie materiał osadowy i spora ilość otoczek wymytych ze starszych zlepieńców; gnejsowe podłoże nie zostało jeszcze prawdopodobnie odsłonięte. Na korzyść tej hipotezy przemawia także brak arkoz i piasków arkozowych; piaszczyste frakcje kulmu z Sądów Górnych należą bez wyjątku do subszarogłazów, złożonych w znacznej mierze z okruchów skał osadowych. Enodowany na wschodzie obszar (masyw prasowiogórski) łączył się prawdopodobnie ku SW z masywem południowym, którego istnienie sugerowali już E. Bederke i K. Fricke (1943). W obu tych obszarach

górnkich występowała początkowo prawdopodobnie jednolita pokrywa skał osadowych, wykształconych podobnie jak to dziś widzimy w depresji Świebodzic.

Określenie zasięgu basenu, w którym sedymentował kulm z Sądów Górnych, jest trudne do sprecyzowania. Wydaje się, że ku północy zasięg omawianych osadów kulkowych musiał być większy, niż to wynika z zachowanych do dziś osadów. Ku wschodowi osady kulmu z Sądów Górnych, jak również i innych ogniw kulmu ładowego, musiały sięgać znacznie dalej poza linię nasunięcia Strugi (H. Teisseyre 1960b, s. 344). Kulm ładowy leżał kiedyś ponad sfaldowanymi seriami osadowymi depresji Świebodzic, która w czasie jego sedymentacji była obszarem pograżonym. Z drugiej strony przedłużenie osadów depresji Świebodzic ku zachodowi musi znajdować się w głębokim podłożu niecki śródsudeckiej, pod osadami kulkowymi (Smulikowski & Teisseyre 1953).

Kulm ładowy w pobliżu dyslokacji Strugi wykształcony jest podobnie jak w innych obszarach i nigdzie nie widać tu oznak bliskości wschodniego brzegu basenu. Materiał skalny pochodzący z E i SE wykazuje dobre i bardzo dobre obtoczenie, nawet w odniesieniu do najtwardszych subszarogłazów i ortokwarcytów, co wymagało transportu co najmniej na odcinku kilku do kilkunastu kilometrów. Obszar dostarczający tego materiału detrytycznego położony był prawdopodobnie na dzisiejszym przedpolu Sudetów, na wschód od uskoku brzeźnego sudectkiego i w partiach centralnych dziesięjszych Gór Sowich.

Z powyższego wynika, że obszar depresji Świebodzic nie mógł być w czasie sedymentacji kulmu niecki erodowany, jak to przyjmowano w niektórych rekonstrukcjach paleogeograficznych. Depresja Świebodzic jest wprawdzie nasunięta na nieckę śródsudecką, lecz amplituda tego nasunięcia nie przekracza 2—3 km (Bederke 1929), co w rozważaniach paleogeograficznych może być pominięte.

Kulm ze Starych Bogaczowic

Opis. — Zbiorcze diagramy konturowe (fig. 8 i 9) wskazują na istnienie kilku regionalnych kierunków transportu, z których pierwszorzędne znaczenie mają kierunki z SW ku NE i z S ku N. Zaznaczają się one wyraźnie na obu diagramach (fig. 8, maksima I i II; fig. 9, maksima I i II). Kierunki z SE ku NW i z ESE ku WNW zaznaczają się wyraźniej tylko na diagramach struktur dachówkowych (fig. 9, maksimum III). Kierunki z N ku S i z NE ku SW zaznaczają się wyraźniej na diagramie warstwowań przekątnych (fig. 8, maksimum III). Na obu diagramach zaznaczają się ponadto kierunki transportu z W ku E (fig. 9, maksimum IV), o których znaczeniu będzie dyskutowane niżej.

Większość materiału detrytycznego zlepieńców omawianego ogniw kulmu pochodzi z SW, S i częściowo SE (tab. 3, kolumna 1).

Osady prowincji północnej obserwuje się przede wszystkim na północ od Starych Bogaczowic i Gostkowa (cyklotemy 1—3, częściowo cyklotem 4). Zlepienie te odpowiadają w przybliżeniu tzw. zlepieńcom zie-

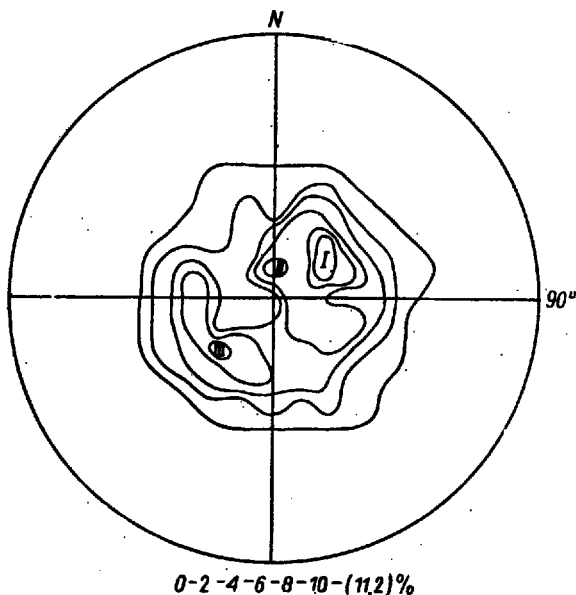


Fig. 8

Zbiorczy diagram konturowy kierunków pochylenia warstwowania przekątnego kulmu ze Starych Bogaczowic (98 pomiarów). Maksima: I = 11,2%, II = 9,2%, III = 9,2%

Equal area net with 98 poles to foreset beds in cross-bedded units of Culm of Stare Bogaczowice. I = 11.2%, II = 9.2%, III = 9.2%

leńcowym S. Radwańskiego (1952). W tabeli 3 (kolumna 2 i 3) podano przykładowo skład petrograficzny otoczaków dwu ławic zlepieńców prowincji północnej. Struktury kierunkowe wskazują na transport materiału z północy i północnego zachodu. Godny podkreślenia jest fakt, że w osadach takich nigdy nie stwierdzono otoczaków żadnych niemetaformicznych skał osadowych podobnych do osadów depresji Świebodzić.

Ławice zlepieńców prowincji południowej obserwuje się w tej samej okolicy, w osadach nieco młodszych (cyklotemy 4—6). Są to zlepienie złożone głównie lub wyłącznie z otoczaków różnych skał osadowych, podobnych megaskopowo i mikroskopowo do sedimentów znanych z depresji Świebodzić. Omawianej strefie osadów odpowiadają tzw. zlepieniec szarogłazowy i częściowo zlepieniec pierwszej strefy okężnej S. Radwańskiego (1952). Niewielka ilość otoczaków materiału kaledońskiego (do 15%) znajduje się tu prawdopodobnie całkowicie na drugorzęd-

nym złożu. W tabeli 3 (kolumna 4) podano przykładowo skład petrograficzny otoczeków jednej z takich ławic. Ławice o takim składzie wykazują zawsze kierunki transportu materiału z S ku N lub z SW ku NE.

W górnej części kulmu ze Starych Bogaczowic, na całym obszarze jego występowania, dominują zlepieńce prowincji złożonej (cyklotemy

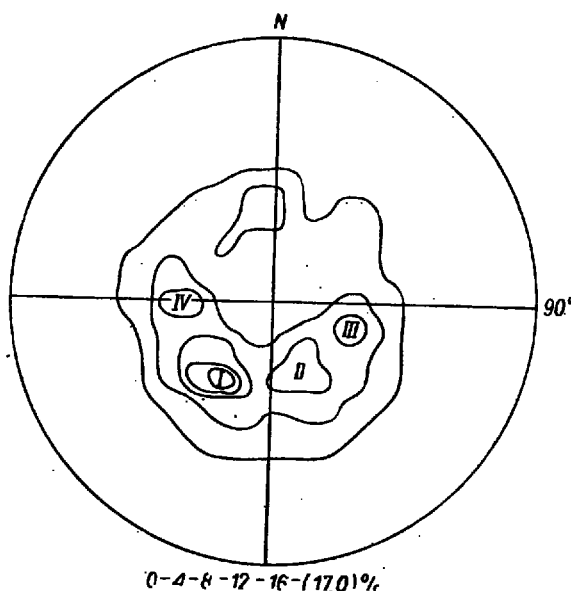


Fig. 9

Zbiorczy diagram konturowy struktur dachówkowatych kulmu ze Starych Bogaczowic (na podstawie 47 indywidualnych diagramów). Maksima: I = 17,0%, II = 12,8%, III = 10,6%, IV = 10,6%

Contour diagram of imbricate structures of Culm of Stare Bogaczowice (based on 47 individual diagrams). I = 17,0%, II = 12,8%, III = 10,6%, IV = 10,6%

7—12). Osady te odpowiadają wyższej części tzw. zlepieńca pierwszej strefy okrężnej S. Radwańskiego (1952). Udział materiału kaledońskiego waha się tu w granicach 20—40% wszystkich otoczeków. W ławicach wykazujących transport materiału z S lub z SW (pl. I, fig. 1) stale maleje udział otoczeków skał osadowych, kosztem których wzrasta ilość łupków łyszczykowych, kwarcytowych, różnych gnejsów, skał subwulkanicznych i wylewnych, a także katablazytów, które zapewne w coraz większej ilości pochodzą wprost z głębszego podłoża.

W zlepieńcach cyklotemów 8—12, odsłaniających się na S i SE od Starych Bogaczowic, pojawiają się ławice zawierające do kilkunastu procent otoczeków gnejsów sowniogórskich, często sylimanitowych. Otoczki te są dobrze obtoczone, lecz w przeciwieństwie do kulmu z Sądów Gór-

Tabela 3

Skład petrograficzny otoczków zlepieńców kulmu ze Starych Bogaczowic
we frakcji 32—256 mm Ø (w % ilości otoczków)

	1	2	3	4
	Średnio dla całego obszaru na podstawie 2000 otoczków	Ławica zlepieńca prowincji N (przykład) cyklotem 3	Ławica zlepieńca prowincji N (przykład) cyklotem 4	Ławica zlepieńca prowincji S (przykład) cyklotem 6
Różne szarogłazy i subszarogłazy	36,2			85
Różne zlepieńce	0,9			1
Mułowce i łupki ilastomułowe	0,2			1
Wapień*	0,2			
Różne ortokwarcyty*	12,5			5
Gnejsy sowiogórskie*	1,4			
„Adinole” i spilozyty	1,5			
Katakazyty*	1,2			
Łupki kwarcytowe i luszczkowe*	0,9			
Gabra i amfibolity*	0,2			
Pegmatyty*	0,1			
Skały subwulkaniczne i wylewne*	2,1			
Różowe granity*	0,1			
	57,5	63,2		
Zieleńce itd.	20,0	71	30	8*
Lidyty i metarogowce	5,4	8	4	100
Fyllity i łupki graptolitowe	2,6	4	6	
Paleoryolity	2,2	6	2	
Różne paleotrachyty	1,4			
Marmury	1,5	5	58	
Jaspisy	0,3		100	
	33,4	36,8		
	9,1	6		
Kwarce żyłowe	100,0	100		

* Oznaczono skały występujące częściowo lub całkowicie na drugorzędym złożu.

nych ujawniają zwykle skałę świeżą i zwięzłą. We frakcjach piaszczystych wzrasta bardzo udział skaleni (nieraz ponad dwukrotnie), z których skalenie potasowe nierzadko dominują nad plagioklazami (głównie oligoklaz). W ilości do kilkunastu procent objętościowych pojawiają się okruchy gnejsów, nierzadko z fibrolitycznie wykształconym sylimanitem. Ławice o takim składzie wykazują najczęściej transport z SE (pl. II, fig. 1).

Interpretacja. — Wraz z rozpoczęciem sedymentacji kulmu ze Starych Bogaczowic jednolity basen sedymentacyjny obejmował już znaczne obszary Sudetów Środkowych. S. Radwański (1952) przyjmował powstanie takiego wspólnego basenu dopiero w czasie sedymentacji górnej części kulmu ze Starych Bogaczowic (tzw. zlepieniec pierwszej strefy okrężnej). Można jednak wykazać, że starsze osady kulmu ze Starych Bogaczowic, w obszarze co najmniej po Marciszów, osadziły się w jednym, wspólnym basenie sedymentacyjnym. Rozwój tego basenu w czasie sedymentacji kulmu ze Starych Bogaczowic odbywał się w trzech zasadniczych etapach.

W etapie I (cyklotemy 1—3, częściowo cyklotem 4) aktywność tektoniczna północnego obramowania basenu stale wzrasta. Sedymentacja związana z erodowanym na południu masywem „południowym” została zepchnięta w bardziej południowe partie zbiornika, dziś ukryte w podłożu niecki śródsudeckiej. W okresie tym basen sedymentacyjny rozszerzył się głównie w kierunku wschodnim, kosztem pograżającej się północnej części masywu prasowigórskiego (zanikanie kierunków transportu ze wschodu).

Etap II zapoczątkowuje nagły i znaczny wzrost aktywności tektonicznej masywu południowego, skutkiem czego sedymentacja związana z łańcuchami prakaczawskimi została zepchnięta ku północy, w brzeźne partie basenu, dziś rozmyte. Znacznie lepsze obtoczenie materiału pochodzącego z południa wskazuje, że odbył on dłuższą drogę niż ten, który pochodzi z północy.

Etap III odznacza się ogólnym zmniejszeniem natężenia sedymentacji, prawdopodobnie w warunkach niższego i bardziej dojrzałego reliefu w obszarach macierzystych. Zmniejszanie się ilości materiału pochodzącego z północy jest, być może, związane z silniejszym zgradowaniem łańcuchów kaledońskich. Przeciwnie — obszary położone na S, SW i SE od basenu sedymentacyjnego były ustawicznie wypiętrzane.

W świetle powyższych wywodów niejasna staje się hipoteza F. Bergera (1934) o pochodzeniu otoczków dewońskich skał osadowych z północy, gdzie skały te miały leżeć na jednostkach kaledońskich. Niejasne w świetle tej hipotezy jest, dlaczego w osadach kulmowych odsłaniających się w Nagórniku i składających się wyłącznie z pochodzącego z północy materiału kaledońskiego (Radwański 1952) brak otoczków i okruczków dewońskich skał osadowych. Otoczków materiału osadowego brak także w zlepieńcach prowincji północnej cyklotemów 1—3 kulmu ze Starych Bogaczowic. Jeśli przyjąć hipotezę Bergera, należałoby spodziewać się największych ilości materiału dewońskiego w najstarszych osadach kulmowych, czego nie obserwujemy.

Opierając się na wynikach pomiarów struktur kierunkowych i analizie sedymentacyjnych prowincji petrologicznych przypuszczam, że oto-

czaki niemetalamorficznych skał osadowych, podobnych do osadów depresji Świebodzie, pochodzą z obszarów położonych na E, SE i S a także prawdopodobnie SW od basenu sedymentacyjnego, gdzie w czasie sedymentacji kulmu tworzyły zapewne jednolitą początkowo pokrywę, leżącą na znacznie starszym, przeważnie metamorficznym podłożu (masyw prasowigórski i południowy).

Kulm z Lubomina

Opis. — Zbiorcze diagramy konturowe (fig. 10—12) ujawniają istnienie kilku regionalnych kierunków transportu. Pierwszorzędą rolę odgrywają kierunki z SW ku NE (fig. 10, maksimum I; fig. 12, maksimum

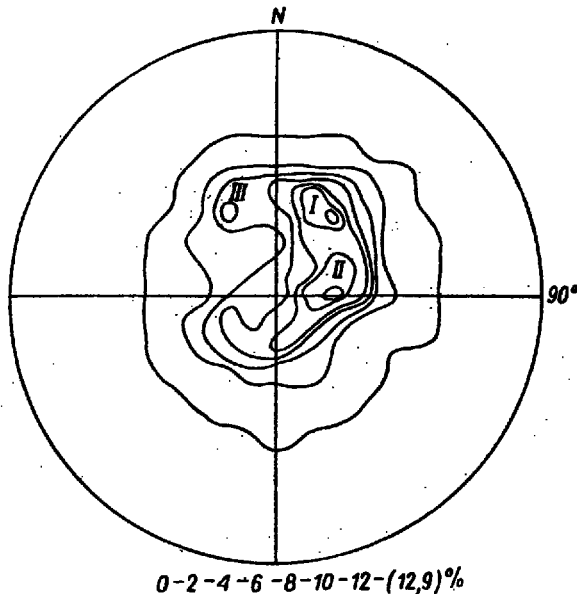


Fig. 10

Zbiorczy diagram konturowy kierunków pochyleń warstwowania przekątnego kulmu z Lubomina, część dolna (155 pomiarów). Maksima: I = 12,9%, II = 12,9%, III = 6,5%

Equal area net with 155 poles to foreset beds in cross-bedded units of Culm of Lubomina (lower part). I = 12.9%, II = 12.9%, III = 6.5%

I; fig. 11, maksimum I częściowo przesunięte bardziej w stronę kierunków równoleżnikowych). Kierunki z SE ku NW zaznaczają się wyraźnie na diagramie struktur dachówkowych (fig. 12, maksimum II), mniej

wyraźnie na diagramie warstwowania przekątnego (fig. 10, maksimum III).

Kierunki transportu z N, NW i NE ku S, SE i SW zaznaczają się na wszystkich diagramach (wyjątkowo wyraźnie — fig. 11, maksimum II). Kierunki z W ku E czytelne są na wszystkich diagramach (szczególnie — fig. 10, maksimum III). Kierunki transportu z NW ku SE i z SW ku NE wykazały również badania T. Jerzykiewicza (1963).

Średni skład petrograficzny otoczków zlepieńców średnioziarnistych zestawiono w tabeli 4. Około 65% materiału (jeśli odrzucimy otoczki kwarcu) pochodzi w dalszym ciągu z obszarów położonych na S, SW i SE od basenu sedymentacyjnego.

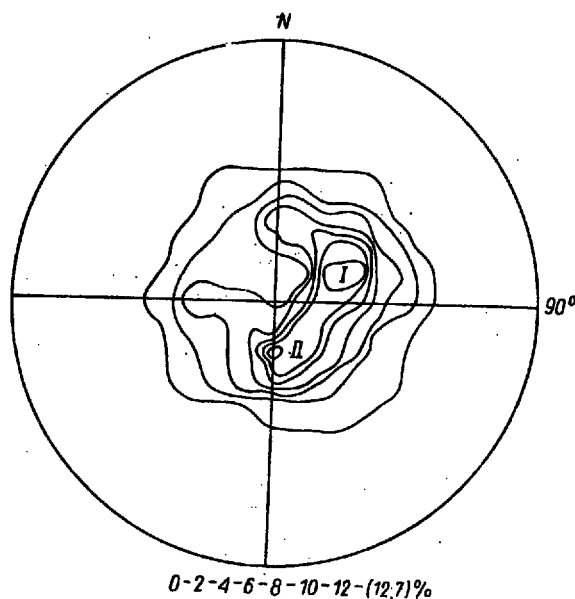


Fig. 11

Zbiorczy diagram konturowy kierunków pochyleń warstwowania przekątnego kulmu z Lubomina (część górna, 118 pomiarów). Maksima: I = 12,7%, II = 12,7%

Equal area net with 118 poles to foreset beds in cross-bedded units of Culm of Lubomina (upper part). I = 12.7%, II = 12.7%

Pewna ilość materiału metamorficznego może pochodzić z jakichś obszarów źródłowych położonych na zachód od basenu sedymentacyjnego, co podkreślał już S. Radwański (1954).

Zlepieniece kulmu z Lubomina cechuje dość znaczne ujednoczenie składu petrograficznego otoczków na całym zbadanym obszarze, większa dojrzałość osadu wyrażająca się prawie trzykrotnym w porównaniu ze starszymi osadami wzrostem udziału kwarcu oraz ogromną przewagą

osadów prowincji złożonej. Fakty te wskazują na postępujące ujednoczenie warunków sedymentacji, co podkreślał już S. Radwański (1952, 1954).

W dolnej części kulmu z Lubomina dominują osady prowincji złożonej, przy czym udział materiału kaledońskiego waha się w granicach 15—40%. W miarę przechodzenia ku osadom młodszym ilość materiału kaledońskiego wolno lecz stale maleje. W materiale dostarczonym z S,

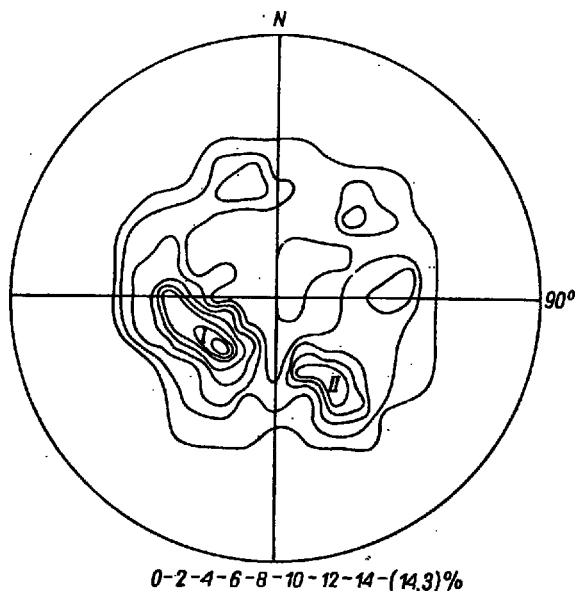


Fig. 12

Zbiorczy diagram konturowy struktur dachówkowych kulmu z Lubomina (na podstawie 70 indywidualnych diagramów). Maksima: I = 14,3%, II = 10,0%

Contour diagram of imbricate structures of Culm of Lubomina (based on 70 individual diagrams). I = 14.3%, II = 10.0%

SW i częściowo z SE coraz mniejszą rolę odgrywają otoczaki dewońskie skał osadowych, kosztem których pojawia się coraz więcej łupków łyszczykowych, kwarcytowych, różnych gnejsów, kataklazytów, różowych granitów oraz skał wylewnych i subwulkanicznych.

We wschodniej części zbadanego obszaru stwierdzono w kilku miejscach występowanie czystych i typowych arkoz (w Strudze w odślonięciu we wsi, w Szczawnie-Zdroju koło dworca kolejowego). Są to osady ubogie w okruchy skał, złożone głównie ze skałeni, kwarcu i łyszczyków (biotyt, nieco jasnego łyszczyku) oraz podrzędnego chlorytu. Wśród skałeni bardzo liczny jest skałeni potasowy. W niektórych ziarnach kwarcu

Tabela 4

Średni skład petrograficzny otoczków kulmu z Lubomina we frakcji 32—256 mm Ø (w % ilości otoczków) na podstawie 2000 otoczków (A. K. Teisseyre 1963)

Łupki łyszczykowe i kwarcyty	18,7	
Różne ortokwarcyty	7,2	
Skały subwulkaniczne i wylewne	7,2	
Szarogłazy, subszarogłazy, zlepieńce	7,6	
Gnejsy, częściowo sowiogórskie	2,9	
Różowe granity	2,7	
Kataklaazyty	1,4	
Pegmatyty	0,1	
	<hr/>	
Zieleńce, paleobazalty, diabazy itd.	47,8	64,2
Lidyty i metarogowce	12,8	
Fyllity i metazlepieńce	6,3	
Paleoryolity i paleotrachity	5,2	
Jaspisy	1,7	
Marmury	0,5	
	0,3	
	<hr/>	
	26,8	35,8
		<hr/>
Kwarce żyłowe	25,4	100,0
	<hr/>	
	100,0	

i przerostach kwarcowo-skaleniowych stwierdza się fibrolitycznie wykształcony sylimanit. W ławicach zlepieńców pojawiają się otoczki ignejsów sowiogórskich w ilości do kilkunastu procent.

W górnej części kulmu z Lubomina (cyklotemy 13—18) udział materiału kaledońskiego spada nierzadko do kilku procent, przy czym dominują najodporniejsze na abrazję lidyty, metarogowce i niektóre meta-eruptywy. Jest to więc materiał w znacznym stopniu zubożały, co można łączyć albo z bardziej długotrwałym i przerywanym transportem, albo tłumaczyć przerabianiem starszych osadów. W wielu miejscach znikają zupełnie otoczki dewońskich skał osadowych; wzrasta natomiast ilość otoczków kwarcu żyłowego (do 50% i więcej) i ortokwarcytów. Zmniejsza się również ilość otoczków gnejsów sowiogórskich, które w końcu znikają. Jak dotąd nie stwierdzono też arkoz. Wśród materiału pochodzącego z SW dominują łupki łyszczykowe (do 40%), kataklaazyty, skały subwulkaniczne i wylewne. W ławicach wykazujących transport materiału z S i SW (pl. II, fig. 2) pojawiają się liczne otoczki różowych granitów (do 40 cm Ø) oraz niemetamorficznych skał wylewnych o składzie dellenu (cyklotemy 13—15). Na podstawie obserwacji kierunków transportu wyraziłem przypuszczenie, że skały te pochodzą z południa (A. K. Teisseyre 1963). W czasie pisania tej pracy dowiedziałem się, że megaskopowo zupełnie identyczne granity występują w północnej Czecho-

słowacji, około 85 km na SSE od dzisiejszego miejsca wystąpienia omawianych otoczków (prof. dr H. Teisseyre, inofrmacja ustna).

Dellenity są skałami w stanie świeżym barwy szarej, ujawniają teksturę porfirową z fenokryształami plagioklazów, rzadziej skalemia po-

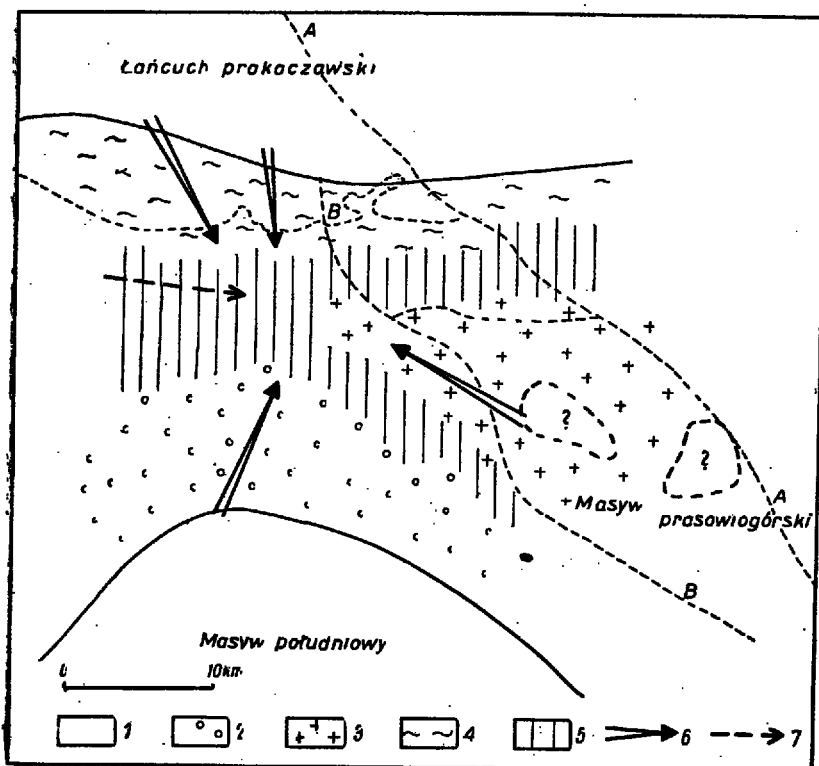


Fig. 13

Próba rekonstrukcji przebiegu sedymentacji grubodetrytycznej w basenie kulmowym w czasie osadzania się wyższych warstw kulmu z Lubomina

1 obszary erodowane, 2 osady prowincji południowej, 3 osady prowincji wschodniej, 4 osady prowincji północnej, 5 osady prowincji złożonej, 6 regionalne kierunki transportu materiału, 7 kierunek przepływów wzdłuż osi basenu. A—A uskoki sudecki brzożny, B—B dyslokacja (nasunięcie) Strugi (por. fig. 1)

Hypothetical mode of coarse-grained „subaerial” sedimentation during younger Culm of Lubomir Time

1 eroded areas, 2 sediments of southern sedimentary petrologic province, 3 deposits of eastern sedimentary petrologic province, 4 gravels and subgraywackes of northern sedimentary petrologic province, 5 sediments of compound province, 6 regional directions of material transport, 7 direction of currents flowing parallel to basin axis. A—A Sudetic marginal fault, B—B dislocation of Struga (comp. with fig. 1).

tasowego, biotyту i kwarcu, tkwiących w megaskopowo afanitowym, miłkno granitowym tle skalnym, złożonym ze skalenia potasowego, plagioklazu, kwarcu i biotyту. Otoczaki tych skał pojawiają się w zlepieńcu kulmowym nagle i masowo i, być może, reprezentują jakieś współczesne sedymentacji kulmowej eruptywnej (?).

Interpretacja. — Podobne warunki paleogeograficzne, jakie ukształtowały się w czasie sedymentacji wyższych warstw kulmu ze Starych Bogaczowic, utrzymują się początkowo w czasie sedymentacji kulmu z Lubomina (cyklotemy 1—12). Podczas osadzania się górnych warstw kulmu z Lubomina (cyklotemy 13—18) dopływ materiału z północy staje się coraz słabszy. Kaledońskie łańcuchy prakaczawskie uległy prawdopodobnie daleko posuniętej denudacji.

Erodowany na SE masyw prasowigórski dostarcza coraz to mniej materiału, a z końcem sedymentacji kulmu z Lubomina zapewne w znacznej mierze pogrąża się i zostaje włączony w obręb basenu sedymentacyjnego (fig. 13). Na krze sowiogórskiej zachowały się istotnie w kilku miejscach osady, będące odpowiednikami wiekowymi najmłodszych osadów kulmu ładowego niecki śródsudeckiej, prawdopodobnie górnej części kulmu z Lubomina (Żakowa 1963).

W przeciwieństwie do tego, obszary położone na S i SW od basenu sedymentacyjnego (masyw południowy) były ustawicznie choć nierównomiernie wypiętrzane. Maksymalne nasilenie ruchów wypiętrzających wydaje się przypadać na okres sedymentacji cyklotemów 13—15. W związku z postępującą denudacją i pogrążaniem się innych obszarów górskich udział materiału pochodzącego z masywu południowego stale wzrasta.

W czasie sedymentacji wyższych warstw kulmu z Lubomina basen sedymentacyjny rozszerzał się głównie w kierunku południowo-wschodnim, kosztem pogrążającego się masywu prasowigórskiego, a może także i ku północy, w kierunku łańcuchów prakaczawskich (fig. 13). Najbardziej trwałym elementem obramowania basenu sedymentacyjnego, i to przez cały okres osadzania się kulmu ładowego, wydaje się masyw południowy. Wnioski te nie pokrywają się z hipotezą H. Teisseyre'a (1960b, s. 345) o przesuwaniu się osi basenu sedymentacyjnego ku SW, czemu towarzyszyć miało wypiętrzanie północnego obramowania basenu i erozja starszych osadów kulmowych.

ZAKOŃCZENIE

Zmiany określane w literaturze sedymentologicznej jako „provincial succession” można pokrótce przedstawić następująco.

Odnosnie do materiału kaledońskiego pochodzącego z północy przeważają początkowo zieleńce, paleobazalty, diabazy i inne skały „serii

zieleńcowej" (kulm z Sądów Górnych), brak natomiast otoczków marmurów. Można przypuszczać, że erodowana była wówczas głównie jednostka Dobromierza. Jednostka ta w czasie sedymentacji najniższych poziomów kulmu ze Starych Bogaczowic była już głęboko rozcięta, o czym świadczy magłe i masowe pojawienie się otoczków i bloków marmurów. W młodszych osadach skład materiału kaledońskiego nie ulega zasadniczo zmianie i można przypuszczać, że nie zostały odsłonięte głębsze jednostki strukturalne kaledonidów kaczawskich.

Odnosnie do materiału pochodzącego z SW i SE należy zaznaczyć, że pokrywa osadowa wieku prawdopodobnie górnodewońskiego została rozcięta już w czasie sedymentacji górnej części kulmu ze Starych Bogaczowic, a w znacznym stopniu zerodowana w czasie sedymentacji kulmu z Lubomina. W związku z tym odsłoniło się w omawianych obszarach głębsze, przeważnie zmetamorfizowane podłoże, dostarczające w przypadku masywu prasowigórskiego głównie otoczków gnejsów i piasku o składzie arkoz, w przypadku zaś masywu południowego — różnych łupków łuszczycowych, kwarcytowych, gnejsów, kataklazytów, skał subwulkanicznych i wylewnych, a także różowych granitów.

Na zakończenie wspomnę jeszcze o kierunkach transportu z W ku E, które zaznaczają się wyraźnie w kulmie ze Starych Bogaczowic, a jeszcze wyraźniej w kulmie z Lubomina. Przypuszczam, że kierunki te nie są bezpośrednio związane z żadnym obszarem dostarczającym materiału detrytycznego, lecz po prostu odzwierciedlają przepływy wzdłuż osi basenu sedymentacyjnego, jak to ma miejsce w obszarach „Range and Basin” w Nowadzie (Dżużyński 1963). W tym kierunku odbywał się prawdopodobnie spływ nadmiaru wód dostarczanych do basenu z różnych stron. Z przepływami tymi związane było zasadniczo przetaczanie już uprzednio złożonego materiału i odprowadzanie drobniejszych zawieszin (kierunki te zaznaczają się wyraźniej na diagramach warstwowania przekątnego (por. diagramy 6—12 i fig. 13).

Pewna niejednoznaczność pomiarów warstwowania przekątnego i struktur dachówkowych (por. diagramy 6—12) wynika prawdopodobnie z rozmaitego natężenia sedymentacji, związanej z poszczególnymi źródłami materiału detrytycznego. Z obszarem dostarczającym dużej ilości grubodetrytycznego materiału związane będą ławice zlepieńców o strukturach dachówkowych i podrzędnie występujące, przekątnie warstwowane wkładki drobniejszego materiału, podczas gdy z obszarem dostarczającym mniejszej ilości i drobniejszego materiału (małe natężenie sedymentacji) związane będą głównie ławice przekątnie warstwowanie. Stąd bardziej tektonicznie aktywny masyw południowy zaznaczył swój wpływ w strukturach dachówkowych i warstwowaniach przekątnych, podczas gdy mniej aktywne łańcuchy prakaczeńskie ujawniają swe oddziaływanie częściej w warstwowanych przekątnie ławicach drobniejszego osadu.

W wielu cyklotemach miąższości osadów jeziornych wzrastają bardzo szybko ku wschodowi. Zalewy jeziorne posuwały się od wschodu ku zachodowi i w obszarach położonych dalej na E utrzymywały się przez dłuższy czas. Prawdopodobnie kulmowy basen sedymentacyjny w Sudetach Środkowych nie był zupełnie izolowanym śródgórskim basenem, lecz łączył się ku E, ponad zapadniętymi obszarami, z innymi basenami sedymentacyjnymi dolnego karbonu. Można przypuszczać, że w tym kierunku odbywał się spływ nadmiaru wód, kierujących się ku morzu utrzymującemu się wówczas w Sudetach Wschodnich i w strukturze bardzo

Rozwiązanie poruszonych wyżej problemów paleogeograficznych wymaga kontynuowania badań w niecce śródsudeckiej i w innych obszarach występowania dolnego karbonu.

*Pracownia Geologii Starych Struktur
Zakładu Nauk Geologicznych PAN
Wrocław, ul. Cybulskiego 30
Wrocław, w sierpniu 1965 r*

LITERATURA CYTOWANA

- BEDERKE E. 1929. Die varistische Tektonik der mittleren Sudeten. — Fortschr. Geol. Paläont., Bd. 7, H. 23, S. 429—523. Berlin.
- 1934. Sudetenrand und Eulengneisproblem. Vom: Deutsch. Osten, H. 21. Breslau.
- BEDERKE E. & FRICKE K. 1949. Das Niederschlesische Gebiet. Berlin.
- BERGER F. 1934. Über ein fossilführendes Devonergölil aus den Culmkonglomeraten von Merzdorf i. Riesengeb. und seine Bedeutung für die Paläogeographie des mittelsudetischen Devons. — Sonder-Abdruck aus dem Zbl. Miner. etc., Jg. 1934, Abt. B, H. 7, S. 289—299.
- BILLINGS M. P. 1954. Structural Geology. Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall, Inc.
- DATHE E. & ZIMMERMANN E. 1912. Erläuterungen zur Geologischen Karte etc. Blatt Freiburg, Lief. 145, S. 1—136. Berlin.
- DZUŁYŃSKI S. 1963. Wskaźniki kierunkowe transportu w osadach fliaszowych (Directional structures in flysch). — Studia Geol. Pol., vol. 12, s. 1—136. Warszawa.
- GROCHOLSKI W. 1961. Tektonika południowo-zachodniego obrzeżenia bloku gnejsów sowiogóńskich (Tectonics of the south-western border of the Sowie Mts. Gneiss Block, Sudeten Mts.). — Ibidem, vol. 8, s. 1—78.
- JERZYKIEWICZ T. 1963. Zdjęcie geologiczne okolic Szczawna-Zdroju i Strugi (Sudety Środkowe) ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk sedymentologicznych. Praca magisterska. Arch. Zakł. Geologii Ogólnej Uniw. Wc. Wrocław.
- 1966. Środowisko sedymentacyjne piaskowców Szczeliniec (The sedimentary environment of the Szczeliniec sandstones). — Acta Geol. Pol., vol. 16, nr 4. Warszawa.
- JOHANNSEN A. 1946. A descriptive petrography of the igneous rocks. Vol. I. The University of Chicago Press. Chicago.
- KRUMBEN W. C. & SLOSS L. L. 1963. Stratigraphy and Sedimentation. W. H. Freeman and Co. San Francisco and London.

- LYDKA K. 1960. Petrografia i paleogeografia górnego dewonu synkliny Pogorzały, Sudety Środkowe (Petrography and paleogeography of the Upper Devonian of the Pogorzała syncline, Middle Sudetes). — Arch. Miner., t. 24, z. 1, s. 141—223. Warszawa.
- MOORE D. 1959. Role of deltas in the formation of some British Lower Carboniferous cyclothems. — J. Geol., vol. 67, no. 5, p. 522—539. Chicago.
- MOORHOUSE W. W. 1959. The study of rocks in thin section. Harper and Brothers. New York.
- PETITJOHN F. J. 1957. Sedimentary rocks. Harper and Brothers. New York.
- POITNER P. E. & PETITJOHN F. J. 1963. Paleocurrents and basin analysis. Springer-Verlag. Berlin—Göttingen—Heidelberg.
- RADWAŃSKI S. 1952. Paleogeografia i sedimentacja kulmu w północnej części Niecki Śródsudeckiej (Paleogeography and sedimentation of the Culm in the northern part of the Intrasudetic Basin). — Biul. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.) 79, s. 1—75. Warszawa.
- 1954. Budowa geologiczna obszaru kulmowego między Marciszowem, Sadami Górnymi a Witkowem, Dolny Śląsk (The geological structure of the Culm region between Marciszów, Sady Górne and Witków, Lower Silesia). — Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 90, s. 1—47. Warszawa.
- SCHLIE J. 1957. Fluvial gravel fabric. — J. Sedim. Petrol., vol. 27, p. 162—176.
- SCHROCK R. R. 1948. Sequence in layered rocks. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York, Toronto, London.
- SMULIKOWSKI K. & TEISSEYRE H. 1953. Przewodnik do wycieczek XXIV Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Sudetach w r. 1951 (Guide des excursions de la XXIV Réunion de la Société Géologique de Pologne dans les Sudètes en 1951). — Roczn. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 21, s. 379—386. Kraków.
- TEISSEYRE A. K. 1963. Budowa geologiczna okolic Lubomina ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk sedimentologicznych. Praca magisterska. Arch. Zakł. Geologii Ogólnej Uniw. Wr. Wrocław.
- TEISSEYRE H. 1949. Problem kulmu w Sudetach Środkowych i próba jego podziału na obszarze na północ od Wałbrzycha. — Spraw. Pozn. Tow. Przyj. Nauk za I i II kwartał 1949 r., s. 168—171. Poznań.
- 1952. Budowa geologiczna północnej okolicy Wałbrzycha (Geological structure of the northern region of Wałbrzych). — Biul. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.) 62, s. 1—58. Warszawa.
- 1956a. Depresja Świebodzić jako jednostka geologiczna (Świebodzić depression as a geological unit). — Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 106, s. 9—60. Warszawa.
- 1956b. Kaledonidy sudeckie i ich varyscyjska przebudowa (Sudetic Caledonides and their Variscian rebuilding). — Przegląd Geol., nr 3, s. 97—104. Warszawa.
- 1958. Sedimentacja, paleogeografia i tektonika karbonu dolnego w Sudetach Środkowych (Sedimentation, paleogeography and tectonics of the Lower Carboniferous in the Middle Sudeten). — (Kwartalnik Geol., t. 2, z. 3, s. 576—591. Warszawa.
- 1960a. Karbon dolny Sudetów Środkowych (The Lower Carboniferous of the Middle Sudeten). — Ann. Silesiae, vol. 1, s. 411—452. Wrocław.
- 1960b. Rozwój budowy geologicznej Sudetów od prekambriu po trzeciorzęd. — Reg. Geologia Polski, t. 3, z. 2, s. 335—358. Kraków.
- TEISSEYRE H. & SMULIKOWSKI K. 1953. Przekrój przez południową część Gór Kaczawskich około Bołkowa. — Roczn. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 21, z. 4, s. 387—399. Kraków.

- TEISSEYRE H., SMULIKOWSKI K. & OBERC J. 1957. Geologia regionalna Polski. Sudety. T. 3, z. 1. Kraków.
- UNRUG R. 1957. Współczesny transport i sedimentacja żwirów w dolinie Dunajca (Recent transport and sedimentation of gravels in the Dunajec valley, Western Carpathians). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 7, nr 2, s. 217—257. Warszawa.
- ZAKOWA H. 1958. Górny wizen dolnokarbońskiej niecki śródsudeckiej (Upper Visean of the Lower Carboniferous Intrasudetic Basin). — *Kwartalnik Geol.*, t. 2, z. 3, s. 609—625. Warszawa.
- 1963. Stratygrafia i zasięgi facjalne karbonu dolnego w Sudetach (Stratigraphy and facial extents of the Lower Carboniferous in Sudetes). — *Ibidem*, t. 7, z. 1, s. 73—94.

A. K. TEISSEYRE

**ON THE LOWER CARBONIFEROUS OF THE INTRASUDETIC BASIN:
PALEOCURRENTS AND THE PROVENANCE OF CLASTICS**

(Summary)

ABSTRACT: The writer has made 850 measurements of cross-bedded units and 157 measurements of imbricate structures (of 20—50 flat roundstones in each structure) within sediments covering an area of 50 sq. km. in the terrestrial Culm deposits of the Intrasudetic Basin. His observations of directional structures were supplemented by investigations of the petrographic composition of roundstones in conglomerates, and of the mineral composition of sandy deposits. A rough outline is given of the development of the sedimentary basin during the deposition of terrestrial sediments.

The terrestrial Culm in the Intrasudetic Basin is but a fragment of the originally much larger sedimentary cover consisting of cyclic, mainly coarse-grained, deposits. These are older than the overlying Upper Visean beds with a marine fauna (Zakowa 1958, 1963), but younger than deposits of the Świebodzię Depression, Upper Devonian — Lowest Carboniferous in age, from which they are separated by a stratigraphic lacune (H. Teisseyre 1953, 1956a, 1957).

The terrestrial Culm was deposited in an intramontane, E-W directed sedimentary basin, surrounded, at least in the north and the south, by tectonically active mountain ranges (Bedenke & Fricke 1943; H. Teisseyre 1957, 1958, 1960a, b).

The Culm deposits have been divided into three stratigraphic members (H. Teisseyre 1949—1953) (fig. 1): the Culm of Sady Górne (H. Teisseyre 1952), the Culm of Stare Bogaczowice (H. Teisseyre 1953) and the Culm of Lubomin (H. Teisseyre 1949). All the three members are characterized by distinctly cyclic sedimentation (A. K. Teisseyre 1963). The writer has distinguished here 37 major cyclothem (Moore 1959), of which 7 belong to the Culm of Sady Górne, 12 to that of Stare Bogaczowice and 18 to the Culm of Lubomin.

The ideal cyclothem section is as follows: the lower member (in many of the cyclothem representing more than 90 per cent of the sediments) consists of polymictic pebble-cobble conglomerates, frequently with boulders. This deposit

is poorly bedded, intercalated by almost always cross-bedded subgraywackes — in F. J. Pettijohn's (1957) meaning — and by siltstones and granite conglomerates. The cross-bedding here belongs, practically without exception, to the angular torrential cross-bedding, associated with the advancing sandy terraces which did not form during the phase of rhythmic transportation (Dźużyński 1963). In the conglomerates there are frequent zones showing a random arrangement of roundstones, as well as parts with distinctly imbricate structures. Special care must be taken not to mistake pseudoimbrication for real imbrication (Dźużyński 1963). Deposits of the lower member of the ideal cyclothem formed under conditions of subaerial sedimentation on flat alluvial planes.

The upper member of the ideal cyclothem is built of alternating subgraywackes and siltstones, occasionally of shales. These deposits formed partly in shallow and running waters, partly in more extensive lacustrine basins. The thickness of these deposits ranges from a few to some tens of metres.

The writer's work consisted in the systematic measurements of the directional structures and in the megascopic analyses of the petrographic composition of roundstones and subgraywackes (the latter under the microscope).

The directional structure measurements were made in the lower members of the cyclothem. Imbrication structures as well as angular torrential bedded units have been taken into consideration. The azimuths of dip of foreset beds in cross bedded units were measured directly using the natural splitting of rocks along these planes; in the imbricate structures measurements were taken directly of the attitude of the AB planes of flat roundstones. The results of measurements have been plotted in contour diagrams, separately for each stratigraphic member of the Culm, using tilt-corrected values (Potter & Pettijohn 1963). The collective contour diagrams of imbricate structures were based on the maxima read from single-bed diagrams if they displayed monoclinic symmetry.

The collective contour diagrams are interpreted on two suppositions: 1° the Culm deposits sedimented under conditions of more than one regional direction of transport; 2° the regional directions of transport are, among others, reflected in the maxima distribution pattern on diagrams. The regional transport directions of detrital material roughly indicate the position of the source regions; this may be proved through microscopic examinations of roundstones. The upper hemisphere projection has been used in all the diagrams. The results of observations are as follows:

The Culm of Sady Górne

Description: The transport directions of detrital material are readily discernible from the contour diagrams (figs. 6—7). The ESE-WNW and SE-NW directions are of paramount importance since they are connected with the source regions of the bulk of detrital material (chart 1).

An analysis of the sedimentary petrologic provinces suggests the predominance throughout this member of conglomerates of the compound province which indicates a mixture of materials from various source regions. Less frequent here are conglomerate beds of the eastern province in which more than one half of material consists of roundstones of sedimentary rocks.

Interpretation: During the sedimentation of the Culm of Sady Górne the sedimentary basin differed in shape and extent from later conditions prevailing there. The deposits of the member here considered reached farther E than today and originally they most likely covered the whole Świebodzice Depression (E.

Teisseyre 1900b). Material from the E and SE source regions had been transported for not less than from several to a score or so of kilometres and had been supplied by an area mostly outside the marginal Sudetic fault (post-Culm disloca-

Chart 1

Petrographic composition of the roundstones of Culm conglomerates from the 32—256 mm. Ø fraction in per cents of the number of roundstones, computed on 6000 roundstones

	Culm of Sady Górne		Culm of Stare Bogaczowice		Culm of Lubomin	
Material from the S, SE and SW:						
graywacke and subgraywacke	36.4		36.2			
various conglomerate	1.3		0.9		7.6	
various orthoquartzite*	11.1		12.5		7.2	
siltstone and shale	0.1		0.2		tr	
limestone*	—		0.2		tr	
gneiss of Sowie Góry*	7.6		1.4		2.9	
pegmatite*	0.1		0.1		0.1	
contact metamorphic rocks**	4.4		1.5		tr	
cataclasite* **	1.0		1.2		1.4	
mica schist*	1.4		0.9		18.7	
gabbro and amphibolite*	0.1		0.2		tr	
eruptive and hypabyssal rocks* **	3.6		2.1		7.2	
pink granite*	—		0.1		2.7	
	67.1	71.5	57.5	63.2	47.8	64.2
Material from the N, NW and NE, partly on secondary cycle of deposition:						
greenschist, paleobasalt, diabase etc.	16.6		20.0		12.8	
phyllite and metaconglomerate	3.3		2.6		5.2	
metachert	3.7		5.4		6.3	
jasper	0.6		0.3		0.5	
various metaeruptive rocks	2.5		3.6		1.7	
metalimestone	—		1.5		0.3	
	26.7	28.5	33.4	36.8	26.8	35.8
quartz	6.2	100.0	9.1	100.0	25.4	100.0
	100.0		100.0		100.0	

* Rocks partly or completely belonging to the secondary cycle of deposition.

** Exotic rocks.

tion). The material from the north had been carried over a shorter distance. The relief and tectonic activity of the area eroded to the east and south-east of the basin seem greater than those in the mountain ranges eroded in the north.

The Culm of Staré Bogáčowice

Description: The dispersal system of paleocurrents is shown in figs. 8—9. The bulk of detrital material comes from the S and SW, partly also the SE (chart 1). Three zones may be differentiated in the stratigraphic profile of the member here discussed. Within the oldest deposits (cyclothem 1—3, partly also cyclothem 4) there is a predominance of conglomerates of the northern province. These consist exclusively of low metamorphic rocks, Cambro-Silurian in age, in which the roundstones of greenschists and palaeobasalts represent as much as 85 per cent; there are also beds containing up to 60 per cent of metallimestone roundstones. In deposits of cyclothem 4—6, in addition to conglomerates of the compound province there also occur those of the southern province (up to 95 per cent of sedimentary rock roundstones). The sedimentary rocks from which these roundstones derive very closely resemble — both megascopically and macroscopically — the deposits known today from the Świebodzice Depression (Upper Devonian — lowermost Carboniferous). It may reasonably be supposed that they owe their origin to the erosion of the sedimentary cover whose fragment has been preserved in the Świebodzice Depression. The directional structures suggest that the roundstones of these sedimentary deposits have not been brought from the north, as was postulated by Berger (1934), but from the south, the south-west and the south-east of the basin. In cyclothem 7—12 there is a dominance of deposits of the compound province.

Interpretation: The deposits now occurring on the surface formed originally under conditions in which the dominant factor was that of the Caledonian ranges, then eroded in the north of the basin (cyclothem 1—3). During the sedimentation of cyclothem 4—6, the deposition associated with these ranges was pushed back northwards (into the marginal, now removed, areas of the basin) owing to the strong tectonic uplift of the areas lying S, SW and SE of the basin. The sedimentary cover that mantled the older, mainly metamorphic bedrocks, was the first to be eroded in these areas. During the formation of deposits in cyclothem 7—12 the influence exercised by areas eroded N and S of the basin was of about the same force. The rate of sedimentation was distinctly slower, probably owing to conditions of a more mature relief. The sedimentary cover in source regions lying S of the basin had already to some extent been removed.

The Culm of Lubomín

Description: The transport directions read from diagrams (figs. 10—12) indicate the southern origin of the bulk of detrital material (chart 1). The conditions of sedimentation become more or less uniform (predominance throughout this area of deposits of the compound province), the deposits grow more fine-grained, better bedded and chemically more mature (increase in the quartz and chert content). The amount of Cambro-Silurian material from the north decreases continually. In the material brought from the southern margin of the basin the roundstones of sedimentary rocks grow gradually less frequent. They are replaced by an increase in the amount of metamorphic rocks, non-metamorphosed or low-metamorphosed extrusive rocks, hypabissal and abissal (deposits of the southern province). Deposits of the eastern province are represented by beds of pure arkose which make their first appearance here.

Interpretation: Sedimentation in the Culm basin grew more uniform under

conditions of progressive gradation of the Caledonian ranges in the north while the southern margin of the basin continued its tectonic activity, the maximum of the uplifting movements being probably connected with the sedimentation of cyclothem 13—15. At that time there appear great numbers of roundstones and boulders of extrusive rocks (rhyolite) and of exotic pink granites, whose origin the writer supposes to be in the south (A. K. Teisseyre 1963). Identical pink granites do, indeed, occur in northern Czechoslovakia (H. Teisseyre personal communication).

At the close of the sedimentation of Lubomín Culm (the mountainous area eroded in the SE (fig. 10) is submerged, as is also confirmed by investigations in the Sowie Góry Mts. (Zakowa 1963). The sedimentary basin was enlarged, mainly to the south-east, but probably also to the north. The next phase of development of this basin is the Upper Viséan sea transgression from the south-east (Zakowa 1958, 1963).

Conclusions

The problem of provincial succession is as follows: In the Caledonian ranges north of the basin, the Dobromierz unit (built mainly of greenstones and palaeo-basalts was the first to be eroded (Culm of Sady Górze). The underlying Bolków unit was denuded at the beginning of the sedimentation of the Culm of Stare Bogaczowice. The deeper lying structural units were most likely not denuded during the Culm.

The area lying SE of the basin initially supplied large amounts of sedimentary material and of roundstones washed out from the older conglomerates. The Archean gneissic basement was not denuded before the upper zones of the Culm of Stare Bogaczowice and, during the Culm of Lubomín, arkoses were among the material supplied from the basement.

A certain lack of correlation of the cross-bedding diagrams and the imbricate structure diagrams (comp. figs. 6—12) is probably due to differences in the rate of sedimentation. These differences result perhaps from varying tectonic uplift of individual source regions. The effects of the tectonically more active source region are indicated mainly by maxima on the imbricates structure diagrams, while the influence of the less active source region is indicated mainly by maxima on cross-bedding diagrams.

Field observations suggest that the Culm deposits did not accumulate in a closed and isolated basin but that an eastern communication route to other areas of the Lower Carboniferous sedimentation was opened up in this basin not later than at the beginning of sedimentation of the Culm of Stare Bogaczowice. The lacustrine transgression advanced E-W and in the more easterly areas it continued for a considerable time. The surplus waters flowed to the east, too, (W-E viz. longitudinal directions, along the axis of basin, more readily discernible in the cross-bedding diagrams). These waters were probably making their way towards the sea which then still occupied the eastern Sudetes and the area of Bardo.

Acknowledgments

This paper covers a part of sedimentological studies of the deposits in the Intrasudetic basin, which are being-carried out under the guidance of Professor Dr. H. Teisseyre. To him and to Professor Dr. S. Dźwilyński (both from the Insti-

tute of Geological Sciences of the Polish Academy of Sciences) I am most anxious to convey words of warmest thanks and gratitude for the guidance, help and critical remarks offered during my field work and in the preparation of this paper. To Tomasz Jerzykiewicz, M. Sc., my colleague from the Institute of Geological Sciences, thanks are due for the kind loan of his unpublished materials.

*Laboratory of Old Structures
of the Institute of Geological Sciences
Polish Academy of Sciences
Wrocław, ul. Cybulskiego 30
Wrocław, August 1965*

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ I—II

DESCRIPTION OF PLATES I—II

PL. I

Fig. 1

Wkładka zlepieńcowatego subszarogłazu wśród zlepieńców średnioziarnistych. Dachówkowo ułożone otoczaki płaskie w zlepieńcu wskazują na transport w kierunku 20° , podczas gdy warstwowanie przekątne widoczne we wkładce subszarogłazu ujawnia przepływ w kierunku 25° . Przykład zgodności kierunków odczytanych z warstwowania przekątnego i struktury dachówkowej. Linia przerywaną zaznaczono ślad głównej powierzchni akumulacyjnej, poniżej linii przerywanej z kropkami — gruz. Kulm ze Starych Bogaczowic, odsłonięcie na S od Starych Bogaczowic, cyklotem II

Conglomeratic subgraywacke bed among pebble-cobble conglomerates. Imbricate structure in conglomerate indicates transport in the direction of 20° , while the cross-bedding discernible in the subgraywacke bed suggests transport in the direction of 25° . This is an illustration of the direction concordance as read from cross-bedding and imbricate structure. The broken line shows the principal surface of accumulation. Debris below the broken-dotted line. Culm of Stare Bogaczowice, cyclothem II

Fig. 2

Zlepienie średnioziarniste z blokami odsłaniające się w skarpie potoku w Sadach Górnych (kulm z Sadów Górnych, cyklotem 2). Ściana odsłonięcia przebiega w kierunku W-E. Główna powierzchnia akumulacyjna zapada pod kątem 35° ku obserwatorowi. Dachówkowe ułożenie otoczków płaskich wskazuje na transport w kierunku 270°

Pebble-cobble conglomerates with boulders exposed in the stream cut in Sady Górne (Culm of Sady Górne, cyclothem 2). The wall of the outcrop runs W-E, the dip of the principal surface of accumulation is at an angle of 35° to the observer. The imbricate structure in conglomerates indicates a transport in the direction of 270°



Fig. 1



Fig. 2

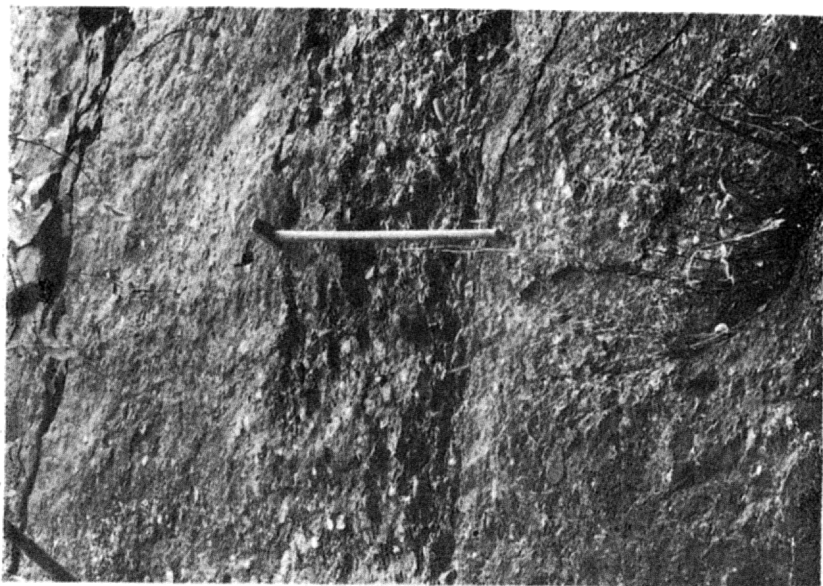


Fig. 2

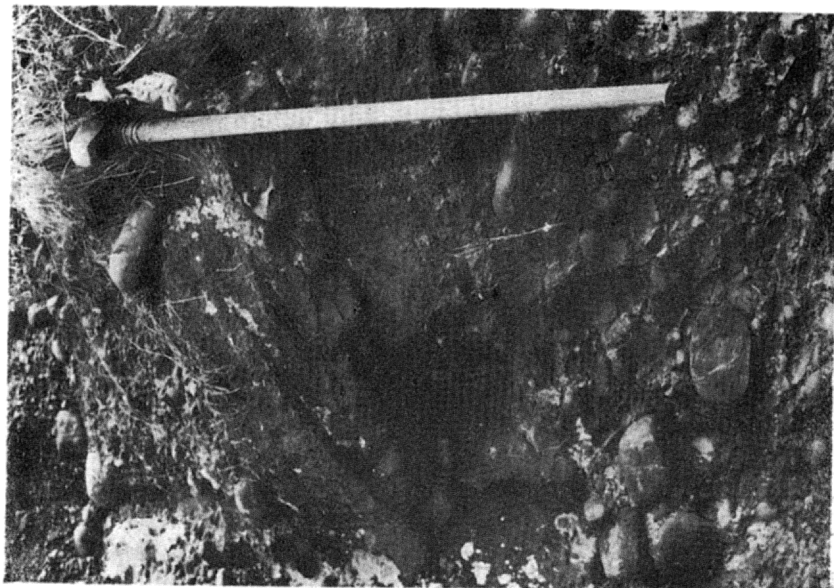


Fig. 1

PL. II

Fig. 1

Przekątnie warstwowana wkładka zlepieńcowatego subszarogłazu wskazuje na transport w kierunku 190° , podczas gdy w niżejległych zlepieńcach struktura dachówkowa (na zdjęciu niewidoczna) wskazuje na przepływ ku NW. Przykład niezgodności kierunków transportu odczytanych z warstwowania przekątnego i struktury dachówkowej. Kulm ze Starych Bogaczowic, odsłonięcie na południe od Starych Bogaczowic, cyklotem 10

Cross-bedded unit of conglomeratic subgraywacke indicates a transport in the direction of 190° , while in the underlying conglomerates imbricate structure (not shown in the photograph) indicates a NW current direction. This is an illustration of the discordance of transport direction as read from cross-bedding and imbricate structure. Culm of Stare Bogaczowice, outcrop S of Stare Bogaczowice, cyclothem 10

Fig. 2

Ławica dobrze przemytego i ciasno upakowanego zlepieńca średnioziarnistego wśród silnie zapiaszczonych zlepieńców drobnoziarnistych wskazuje na transport z południa ku północy. Kulm z Lubomina, kamieniołom we wsi Struga, cyklotem 13. Długość młotka około 53 cm

Bed of strongly washed, closely packed pebble-cobble conglomerate among very sandy granule-pebble conglomerates indicates a S-N transport direction (imbricate structure). Culm of Lubomin, quarry in the village of Struga, cyclothem 13. Length of hammer abt. 53 cm.

Wszystkie zdjęcia autora
All photographs by the author
