

Henryk TEISSEYRE\*

## SPĘKANIA SKALNE W POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ CZĘŚCI GÓR KACZAWSKICH I W PÓLNOECNEJ CZĘŚCI DEPRESJI ŚWIEBODZIC

### SPIS TREŚCI

Streszczenie . . . . .	10
Wstęp . . . . .	10
Część ogólna . . . . .	11
Obszar badań . . . . .	11
Metoda pracy . . . . .	16
Przebieg głównych linii dyslokacyjnych . . . . .	17
Zagadnienie reprezentatywności diagramów kumulatywnych wykreślonych dla spękań skalnych . . . . .	18
Część szczegółowa, opis diagramów . . . . .	20
Obserwacje spękań skalnych w Wojcieszowie . . . . .	20
Kamieniołom „Miłek” . . . . .	21
Kamieniołom przy drodze z Wojcieszowa do Kaczorowa . . . . .	22
Obserwacje spękań skalnych w zieleńcach na grzbiecie Marciniac na wschód od Wojcieszowa . . . . .	23
Obserwacje spękań skalnych w okolicy Mysłowa (na wschód od Wojcieszowa)	25
Spękania w porfiroidach . . . . .	27
Spękania w skałce spilitowej 450 m na północ od wzgórza Grodzik w Mysłowie . . . . .	27
Pomiary spękań skalnych w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza między Bolkowem a Sadami Dolnymi (wzgórza na EES od Bolkowa) . . . . .	28
Pomiary spękań skalnych w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza między Dobromierzem a Sadami Dolnymi (na wschód od Dobromierza) . . . . .	30
Pomiary spękań skalnych w okolicy Pietrzykowa i Cieszowa (na południe od Dobromierza) . . . . .	32
Spękania w łupkach zieleńcowych bezpośrednio na południe od Pietrzykowa . . . . .	32
Spękania w łupkach zieleńcowych jednostki Dobromierza w równoleżnikowym odcinku doliny Strzegomki na wschód od Pietrzykowa . . . . .	34
Spękania w spilitach okolic Cieszowa . . . . .	36
Pomiary spękań skalnych w ordowiku jednostki Cieszowa i w kulmie okolicy Sadów Górnych . . . . .	37
Spękania skalne w kulmie północnej części depresji Świebodzi . . . . .	41
Zlepienie kulmu z Książa w Pełzniczy . . . . .	41
Zlepienie kulmu z Książa w Cieszowie . . . . .	43
Kulm z Chwaliszowa w Chwaliszowie (na prawym brzegu Strzegomki) . . . . .	43
Zlepienie polimiktyczne kulmu z Chwaliszowa w Strudze . . . . .	45
Zestawienie materiału obserwacyjnego i wnioski . . . . .	46
Zakończenie . . . . .	50
Literatura . . . . .	50
Joints in the south-eastern part of the Kaczawa Mts. and in the northern part of the Świebodzi Depression (Sudetes) — summary . . . . .	52

\* Zakład Nauk Geologicznych PAN, ul. Cybulskiego 30, 50-205 Wrocław.

## Streszczenie

Autor pomierzył 4015 spękań skalnych w południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich oraz 1078 spękań w północnej części depresji Świebodzi. Pomiaru te uzupełnił obserwacjami 154 diaklaz w jednej grupie skałek najniższego kulmu niecki śródsudeckiej. Użytkany materiał zestawiał na projekcjach równopowierzchniowych. Uzupełnił go diagramami kierunku dużych uskoków, wynikających z intersekcji mapy geologicznej, oraz wykresami małych ślizgów dyslokacyjnych stwierdzonych w odkrywkach.

Chcąc skompletować niezbędny materiał obserwacyjny, autor przedstawił na wykresach pomiary uławicenia  $S_0$ , głównej foliacji  $S_1$ , a także późniejszych złupkowań  $S_2$ ,  $S_3$  i  $S_4$ . Uwzględnione zostały również zespoły struktur liniowych.

Zestawiony materiał wskazuje, że spękania skalne południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich i północnej części depresji Świebodzi łączą się zasadniczo z generalnymi założeniami tektonicznymi tej części Sudetów, a zwłaszcza z lokalnymi szczegółami tektoniki. Liczne są stosunkowo wysokoprocentowe zespoły spękań równoległych lub prawie równoległych do dużych uskoków, a także do drobnych ślizgów dyslokacyjnych, dostrzeżonych w odkrywkach. Dość często napotykamy na spękania *ac* lub diaklazy przez szczelinki *ac* predysponowane. Przebiegają one prostopadle lub prawie prostopadle do struktur liniowych. W zbadanym terenie zdają się występować także spękania pierwotne z okresu diagenetycznej konsolidacji osadów względnie zastygania potoków lawowych.

## WSTĘP

Nowsze opracowania dotyczące tektoniki poszczególnych regionów sudeckich opierają się nie tylko na intersekcji szczegółowych zdjęć geologicznych ujawniających duże struktury, lecz także na obserwacjach drobnych struktur. W pierwszym rzędzie dokonywane są pomiary mezostuktur (w znaczeniu podanym przez Turnera i Weissa 1963), rzadziej stosuje się także analizę mikrostrukturalną.

W czasie badań terenowych dokonuje się pomiarów mezostuktur liniowych i planarnych, a wśród tych ostatnich także spękań skalnych.

Terminu „spękania skalne” autor używa w znaczeniu spękań ciosowych względnie ciosu określonego w pracy Dżułyńskiego (1953). Termin ten odpowiada pojęciu „systematic joints” autorów anglosaskich (Price 1968) i obejmuje spękania o powierzchniach zbliżonych do płaszczyzn i układających się w zespoły (sets), w których pęknięcia przebiegają równolegle lub prawie równolegle. Na ogół pomija się pęknięcia o powierzchniach wyraźnie zakrzywionych i konchoidalnych (non systematic joints) jako znacznie trudniejsze do analizy.

W skałach obserwujemy zwykle kilka różnie ułożonych i przecinających się zespołów spękań, tworzących system spękań danego ciała skalnego, czy też danych zespołów skalnych (joint system).

Badania spękań skalnych mają na Dolnym Śląsku długą i bogatą tradycję. Tu działał przede wszystkim H. Cloos i jego szkoła. Jak wiadomo autor ten opracował metodę rozwiązywania tektoniki masywów granitowych, w któ-

rej studium spękań skalnych odgrywa ważną rolę. Cloos rozwinął swą koncepcję w szeregu prac (1922a, 1922b, 1925 i in.). Do publikacji najważniejszych należy studium dotyczące tektoniki masywu granitowego Karkonoszy (Cloos 1925).

Koncepcje tektoniczne Cloosa, rozwinięte przez jego szkołę, a między innymi przez Balka (1948), wywołały swego czasu ożywioną dyskusję. Obecnie są one przedmiotem rewizji, prowadzonych bardzo szczegółowo i metodycznie. Niektóre nowe opracowania z terenu Sudetów są już w druku, przynosząc sporo zupełnie oryginalnego materiału, a także próby nowych interpretacji. W pracy niniejszej nie będziemy jednakże zajmować się bliżej tymi studiami.

Warto natomiast podkreślić, że spękania skalne były i są mierzone w Sudetach nie tylko w masywach granitowych. Buczek (1954) pomierzył je w skałach gabrowych masywu Ślęzy (Sobótki), nawiązując swe obserwacje do spękań w granicie strzegomskim. Żak (1958) badając budowę geologiczną zachodniego skrzydła niecki śródsudeckiej zebrał dane odnośnie spękań okrywy metamorficznej przyległej części granitów Karkonoszy oraz kulmu. Spękania skalne w skałach metamorficznych dają obraz skomplikowany i trudny do interpretacji. Natomiast spękania w granicie i kulmie układają się podobnie, nawiązując do schematu podanego przez Cloosa (1925).

Dziedzic (1961) analizując spękania w kulmie i w warstwach wałbrzyskich okolic Jabłowa dochodzi do wniosku, że powstały one w czasie

rozpoczynającego się fałdowania, kiedy warstwy mogły jeszcze leżeć prawie poziomo.

Jerzykiewicz (1968) zajął się orientacją i genezą ciosu w skałach górnokredowych niecki śródsudeckiej. Według tego autora spotyka się tu co najmniej dwa różne systemy spekań ciosowych. Jeden z nich, zawsze mniej więcej prostopadły do powierzchni warstw, reprezentuje spekania pierwotne, powstałe w czasie diagenety, drugi—spekania wtórne, związane z lokalną tektoniką. Do spekań pierwotnych autor ten zalicza spekania ciosowe o charakterze regionalnym. Wśród nich najważniejsze są spekania o kierunku około 130°. Jerzykiewicz (1968) zaznacza, że błędne jest wiązanie tego kierunku z ruchami fałdowymi, jak to dla Gór Stołowych zakładał Radwański (1959). Podkreśla natomiast, że układ maksimum w wielu diagramach wskazuje na tworzenie się spekań w świeżym osadzie na skutek utraty wody.

W. Grocholski (1967) pomierzył kilka tysięcy spekań skalnych w gnejsach sowiogórskich ujmując pomiary w diagramy zbiorcze. Autor ten stwierdza, że spekania skalne układają się we wspomnianych gnejsach na ogół prostopadle do lineacji, występując w płaszczyźnie *ac* poszczególnych zgrupowań struktur liniowych. Spekania skalne przebiegające równoległe do struktur liniowych dają maksima słabsze. Najślabiej zaznaczają się pęknięcia o kierunku pośrednim do dwu wyżej wspomnianych. Autor wskazuje na związek spekań z dyslokacjami nadmieniając, że najzawilsze diagramy spekań otrzymuje się dla obszarów silnie zaangażowanych tektonicznie.

Dalsze prace na temat spekań skalnych w Sudetach są bądź w przygotowaniu do druku (Wojciechowska 1975; Mierzejewski i inni), bądź znajdują się w archiwach (H. Teisseyre 1970) i nie będą tutaj szerzej omawiane. We wspomnianej pracy archiwalnej stwierdzono, że w gnejsach śnieżnickich i gierałtowskich jednostki Międzygórza dominują dwa systemy spekań pionowych lub bardzo stromych. Jeden z nich przebiega południkowo, drugi w przybliżeniu równoleżnikowo. Oba zespoły wy-

kazują często mniejsze lub większe odchylenia od tych kierunków zasadniczych, a także na ogół zupełną niezależność od ułożenia foliacji i lineacji. Obok tych zespołów zasadniczych występują strome i płaskie spekania diagonalne, te ostatnie o zmiennym kierunku i kącie nachylenia.

W łupkach i paragnejsach formacji strońskiej wspomniane zespoły spekań występują mniej wyraźnie. W wielu odkrywkach zwłaszcza gnejsowych dostrzec można strefy, w których spekania ułożone są bardzo gęsto, przypominając niekiedy zjawiska wtórnego złupkowania (fracture cleavage).

Cztery fakty są znamienne jeśli chodzi o ułożenie systemu spekań w metamorfiku jednostki Międzygórza. Po pierwsze spekania strome zbliżone do kierunku południkowego i równoleżnikowego są zgodne z przebiegiem wykartowanych uskoków. Ważną rzeczą jest przy tym, że uskoki równoleżnikowe i zbliżone kierunkiem przerzucają też skały górnokredowe rowu Nysy. Po wtóre system spekań stromych, równoległy do dwu zasadniczych kierunków obserwowanych w metamorfiku okolic Międzygórza, zaznacza się także w piaskowcach ciosowych. Ma on zatem charakter regionalny i w metamorfiku przynajmniej częściowo jest pogórnokredowy. W górnej kredzie nakłada się na pas stromych spekań ułożonych prostopadle do powierzchni zapadu warstw, który jest bardzo słaby, poza strefą marginalną przylegającą do gnejsów jednostki Międzygórza. Po trzecie maksima częstotliwości występowania spekań w metamorfiku okolic Międzygórza wykazują często tendencję do tworzenia pasów różnie położonych, jeśli bieguny tych spekań przedstawimy w diagramach kumulatywnych na siatce równopowierzchniowej. Może to świadczyć o rotacji stressów względnie rotacji mas skalnych w czasie deformacji. Po czwarte diagramy kumulatywne wykreślone dla odkrywek względnie grup odkrywek sąsiadujących mogą wykazywać duże różnice. Świadczy to w pierwszym rzędzie o dyferencjalnym charakterze stressów i ruchów mas skalnych.

## CZEŚĆ OGÓLNA

### OBSZAR BADAŃ

Pomiary spekań skalnych wykonano na obszarze południowo-wschodniej części Gór Ka-

czawskich między Wojcieszowem a okolicami Dobromierza. Dla porównania do pracy włączono także pomiary spekań wykonane w północnej części depresji Świebodzie i w kulumie

niecki śródsudeckiej w Sadach Górnych. Pomiarzy te były wykonane częściowo podczas wycieczek w Sudety w latach 1947/1948, później w czasie prac kartograficznych prowadzonych dla Instytutu Geologicznego i badań z ramienia Zakładu Nauk Geologicznych PAN.

Z tej przyczyny materiał użyty dla sporządzenia diagramów nie był zupełnie jednolity, jednakże wystarczająco dokładny i wyczerpujący, aby dać obraz skomplikowanego systemu

diaklaz na zbadanym obszarze, przynajmniej w formie przybliżonej.

Obszar objęty siecią pomiarową wykazuje budowę bardzo niejednorodną i skomplikowaną i należy do trzech regionalnych jednostek strukturalnych wyższego rzędu (fig. 1). Zasadniczo ogranicza się on do wschodniego odcinka południowego pnia Gór Kaczawskich. Cztery zespoły punktów pomiarowych leżą w kulmie północnej części depresji Świebodzic i jeden

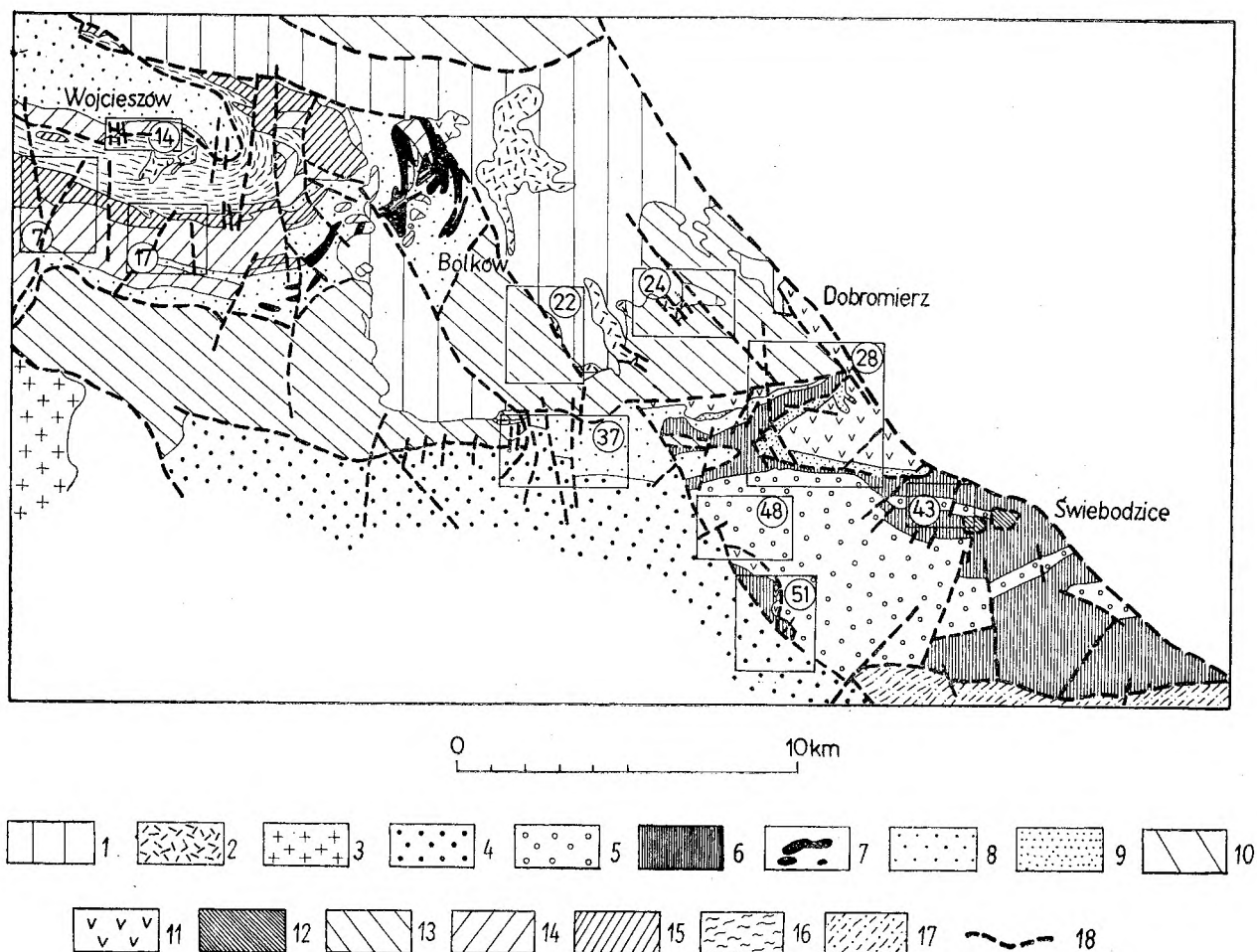


Fig. 1

Szkic geologiczny południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich

1 - dolny perm, utwory osadowe; 2 - dolny perm, wulkanity; 3 - górny karbon, granit Karkonoszy; 4 - wizen, kulm niecki śródsudeckiej; 5 - dolny turnej?, kulm depresji Świebodzic; 6 - górny dewon (górný fran i famen) depresji Świebodzic; 7 - sylur (metałupki szare i czarne z wkładkami litytów); 8 - ordowik (metałupki szare, serycytowe z wkładkami i soczewkami kwarcytów); 9 - kambry górny? (kataklazyty i mylonity z Cieszowa i z Sadów Górnych); 10 - sylur? (zieleniec północnego pnia Gór Kaczawskich przeważnie masywne lub poduszkowe); 11 - kambry górny? (zieleniec masywne - spillity - jednostki Cieszowa); 12 - kambry górny? (łupki zielenicowe okolicy Świebodzic); 13 - kambry górny? i środkowy? (łupki zielenicowe jednostki Dobromierza); 14 - kambry górny i środkowy?, częściowo ordowik? (zieleniec, keratofiry i porfiroidy jednostki Bolkowa); 15 - kambry dolny (wapienie wojcieszowskie) jednostki Bolkowa; 16 - eokambry (warstwy - łupki - radzimowickie) jednostki Bolkowa; 17 - prekambry (gnejsy sowiogórskie); 18 - uskoki i nasunięcia. Na szkicu zaznaczono pozycje mapek lokalnych fig.: 7, 14, 17, 22, 24, 28, 37, 43, 48, 51

Geological sketch-map of the SE part of the Kaczawa Mts.

1 - Lower Permian deposits; 2 - Lower Permian volcanites; 3 - Upper Carboniferous, Karkonosze granite; 4 - Lower Carboniferous; Viséan of the Intrasudetic Basin; 5 - Lower Carboniferous (Lower Tournaisian?) of the Świebodzice Depression; 6 - Upper Devonian (Upper Frasnian and Famennian) of the Świebodzice Depression; 7 - Silurian, grey and black slates with intercalations of lydites; 8 - Ordovician, sericitic slates with intercalations of quartzites; 9 - Upper Cambrian?, cataclasites and mylonites of the Cieszów unit; 10 - Silurian?, massive greenstones and pillow lavas of the northern trunk of the Kaczawa Mts.; 11 - Upper Cambrian?, massive greenstones (spillites) of the Cieszów unit; 12 - Upper Cambrian?, greenschists of the Świebodzice environs; 13 - Middle and Upper Cambrian?, greenschists of the Dobromierz unit; 14 - Middle and Upper Cambrian? - partially Ordovician?, greenstones, greenschists, keratophyres and porphyroides of the Bolków unit; 15 - Lower Cambrian, Wojcieszów limestone; 16 - Eocambrian, Radzimowice beds (slates); 17 - Precambrian, Sowie Góry gneisses; 18 - Faults and thrusts. Positions of local maps fig.: 7, 14, 17, 22, 24, 28, 37, 43, 48, 51 are indicated on the sketch



zespół na północnym brzegu niecki śródsudeckiej, w Sadach Górnych obejmujący skałki zbudowane również ze zlepieńców kulmowych.

Szczególnie zawiła budowę wykazuje wschodni odcinek południowego pnia Gór Kaczawskich (por. Schwarzbach 1939; H. Teisseyre 1956, 1963, 1964, 1968, 1971 i 1975 — w druku). Dolne piętro strukturalne zbudowane jest tu z utworów zaliczanych do eokambru, wyżej występuje gruby zespół skał uważanych za kambr, ordowik i sylur. Obecność skał dewońskich jest możliwa, jednakże dotychczas nie potwierdzona paleontologicznie. Na możliwość taką wskazuje odkrycie utworów dewońskich w zachodniej części Gór Kaczawskich. Wiadomość o znalezieniu dewonu środkowego i prawdopodobnie dolnego w okolicach Świerzawy podali Urbanek, Baranowski i Haydukiewicz (1975). Faunę konodontową dewonu górnego w pobliżu tej miejscowości odkryła Urbanek, zaś Chorowska i Sawicki opisali utwory franu i najniższego kulmu z okolic na północ od Gryfowa. Są to wapienie z fauną konodontową.

Zgodnie z dotychczas panującymi poglądami, stratygrafię południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich można ująć krótko w sposób następujący: utwory najstarsze stanowią warstwy radzimowickie, złożone z łupków kwarcowo-serycytowych z większą lub mniejszą przymieszką albitu i najczęściej z rozproszonym drobnym pigmentem grafitowym, który skale nadaje barwę szarą, lub czasem czarną. Łupkom tym towarzyszą łupki kwarcytowe, metalidyty, a zwłaszcza w górnej części także seledynowego koloru łupki kwarcowo-serycytowe z albitem, jednakże bez pigmentu grafitowego. Warstwy radzimowickie uważa autor za najwyższą część prekambriu (eokambr, wend). Nie tworzą one większych odkrywek i skałek. Nie badano w nich spekań skalnych.

Ku górze warstwy radzimowickie przechodzą w wapienie wojcieszowskie, których miąższość jest zmienna i trudno uchwytna na skutek zafałdowań, dyslokacji i wytłoczeń. Wapienie wojcieszowskie zaliczane są do dolnego kambru, co potwierdzają badania stratygraficzne Guni (1967). Badacz ten znalazł formę *Cambrotrypa sudetica* n. sp. w stropowej partii wapieni wojcieszowskich w Lipie. Wapienie wojcieszowskie odsłaniają się w licznych łomach i przedstawiają dobry zespół skalny do pomiarów spekań. Pomiarów dokonano w kilku kamieniołomach. Najwięcej pomiarów uzyskano w łomie „Miłek” w Wojcieszowie.

Kambr środkowy i górny reprezentowany jest na obszarze zbadanym przez formację wulkaniczną o bardzo dużej miąższości. Tworzą ją łupki zieleńcowe, masywne spility lub lawy poduszkowe, diabazy, keratofiry i porfiroidy. Skały te często dają naturalne lub sztuczne odsłonki, w których mierzono spekania.

Do ordowiku zalicza się szare ilaste lub mułkowe metałupki z wkładkami kwarcytów i zieleńców. Być może część keratofirów kaczawskich także tu należy. W odkrywkach ordowiku można uzyskać dużą ilość pomiarów spekań zwłaszcza tam, gdzie ukazują się wkładki i soczewy kwarcytów i łupków kwarcytowych.

Sylur, zawierający niekiedy resztki graptolitów, odsłania się na ogół słabo. Są to metałupki szare i czarne, często alunowe z soczewkami czarnych litytów i łupków krzemionkowych, a także z cienkimi przewarstwieniami kwarcytów.

Tektonika południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich jest bardzo skomplikowana i nie może być tu dokładnie omówiona. Obszernej traktuje o niej: Schwarzbach 1939 oraz autor w licznych publikacjach (H. Teisseyre 1956, 1963, 1964, 1968, 1971, 1975 — obecnie w druku).

Według autora na omawianym obszarze wyróżnić można cztery jednostki wyższego rzędu, które przynależą do południowego pnia Gór Kaczawskich. Są to licząc od dołu: jednostka Świerzawy, Bolkowa, Dobromierza i Cieszowa. Wszystkie cztery jednostki mają charakter elementów płaszczowinowych, nasuniętych ku południowi. Liczne wtórne zafałdowania i poprzeczne dyslokacje ogromnie komplikują budowę geologiczną, która miejscami przybiera charakter makrobrekcji. Najważniejsze dyslokacje zaznaczone są na figurze 1. Bardziej szczegółowe informacje o lokalnej budowie geologicznej dają mapki załączone w tekście, do których nawiązują opisywane diagramy spekań.

Pomijając szczegóły tektoniki lokalnej, należy zaznaczyć, że cztery wyżej przedstawione jednostki strukturalne uległy silnemu spiętrzeniu i wydźwignięciu w formie siodła, które znane jest w literaturze pod nazwą siodła Bolków — Wojcieszów (H. Teisseyre 1963).

Oś tego siodła przebiega w kierunku WWN — EES zanurzając się stopniowo, lecz nierównomiernie ku wschodowi. Dzięki temu element

najgłębszy (jednostka Świerzawy) ukazuje się na powierzchni w zachodniej części zbadanego terenu, podczas gdy element najwyższy (jednostka Cieszowa) buduje najbardziej wschodnie krańce siodła Bolków—Wojcieszów, tworząc uskoki brzeżny sudecki w okolicy Dobromierza.

Początkowo autor przyjmował za E. Bederkem (1924), że główna deformacja i metamorfoza dolnego piętra strukturalnego Gór Kaczawskich łączy się z tektogenezą młodokaledońską. Odkrycie dewonu i kulmu w paleozoiku Łużyce podważyły ten pogląd (Jaeger 1964, Brause 1965a). Ostatnie odkrycia dewonu i najniższego kulmu w zachodniej części Gór Kaczawskich, o których wyżej już wspomniano, są sprzeczne z koncepcją E. Bederkego i początkowymi ujęciami wieku fałdowania podanymi przez autora, a także przez innych geologów sudeckich.

Metamorfoza i główne fałdowanie dolnego piętra Gór Kaczawskich odbyły się później niż to przypuszczano. Według odkrywców faun konodontowych miało to miejsce prawdopodobnie w fazie nassauskiej. Podkreślić należy, że w każdym razie metamorfoza ta i fałdowanie odbyły się przed osadzeniem kulmu niecki śródsudeckiej, bowiem zlepienie tego kulmu (wizen i być może górna część turneju) zbudowane są w znacznej mierze z otoczków i okruchów skał metamorficznych południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich.

Nie możemy tu pominąć opinii, że główne fałdowanie paleozoiku Łużyce przypada na fazę sudecką (H. Brause 1965a, 1965b). Być może ruchy fałdowe najwcześniej rozpoczęły się we wschodniej części Gór Kaczawskich i stopniowo obejmowały obszary położone coraz bardziej ku zachodowi, docierając do Łużyce dopiero z końcem wizenu. W tym czasie tektogeneza wschodniej części Gór Kaczawskich w zasadzie była już zakończona. Przemawia za tym brak dyskordancji między kulmem i warstwami wałbrzyskimi w rejonie Wałbrzycha (por. H. Teisseyre 1959b, 1961; Dziedzic 1960; A. Grocholski 1960).

Wspomniana hipoteza wędrówki głównego fałdowania Gór Kaczawskich i paleozoiku Łużyce ze wschodu na zachód wymaga sprawdzenia przez dalsze prace stratygraficzne. Hipotezę tę autor przedstawił wstępnie na posiedzeniu naukowym Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu we Wrocławiu w dniu 3 stycznia 1975.

Pomijając dalszą dyskusję nad głównym fałdowaniem Gór Kaczawskich musimy słów kilka poświęcić strukturom liniowym tego regionu, biorąc pod uwagę jego część południowo-wschodnią. Początkowo autor wydzielał tu trzy generacje struktur liniowych, reprezentowane przez drobne fałdy i różnego typu lineacje (H. Teisseyre 1963, 1964, 1968a). Nieco wcześniej jednakże (H. Teisseyre 1959a) opisał fałdy reliktowe starsze od głównej lineacji  $B_1$ , a zatem starsze od wszystkich trzech generacji drobnych fałdów, które deformują foliację  $S_1$ .

W czasie późniejszych badań w okolicach Bolkowa autor znalazł jeszcze kilka relikatów struktur fałdowych starszych od lineacji  $B_1$ . Powierzchnie osiowe tych struktur leżą zawsze zgodnie z główną foliacją skał metamorficznych ( $S_1$ ).

Odkryto również drobne fałdy, które zdają się być młodsze od fałdów  $B_3$  i stanowią najprawdopodobniej piąty garnitur drobnych struktur liniowych południowo-wschodniej części metamorfiku kaczawskiego. Występują one raczej rzadko i mają znaczenie lokalne.

Stosując nową symbolikę dla struktur liniowych metamorfiku kaczawskiego, najstarsze fałdy reliktowe oznaczymy symbolem  $F_1$ , a towarzyszącą im niekiedy lineację (przecięcie powierzchni warstw  $-S_0$  i głównej foliacji  $-S_1$ ) opatrzymy symbolem  $L_1$ .

Na skutek licznych późniejszych rotacji struktury te mogą wykazywać zmienny kierunek.

Główny garnitur struktur liniowych, określany dawniej jako  $B_1$ , oznaczamy obecnie literami  $F_2$  (mezofałdy) i  $L_2$  (lineacje). Ich ukierunkowanie bywa dość zmienne, jednakże maksima częstotliwości są zgodne z przebiegiem siodła Bolków—Wojcieszów. Na zbadanym obszarze struktury  $F_2$  i  $L_2$  nachylają się też zgodnie ze wspomnianą osią ku E z odchyleniami ku NE względnie SE. Kąty nachylenia są zazwyczaj umiarkowane.

O ile struktury  $F_1$  są zawsze wąskie i ściśnięte, o tyle fałdki  $F_2$  są najczęściej otwarte, chociaż i tu nie brak fałdów silnie ściśniętych, czasem leżących. Równoległe do powierzchni osiowych  $F_2$  rozwinęło się w skałach o mniejszej kompetencji wtórne złupkowanie typu „fracture cleavage”, względnie „strain-slip-cleavage” (złupkowanie spękaniaowe). Niekiedy obserwujemy też pęknięcia równoległe do powierzchni osiowych  $F_2$ . Lineacja  $L_2$  jest bar-

dzo urozmaicona i zjawia się powszechnie w zbadanym wycinku Gór Kaczawskich. Widać ją dokładnie na powierzchniach pierwszej (głównej) foliacji  $S_1$  (pierwszego złupkowania typu „flow cleavage”), zwłaszcza tam, gdzie foliacja ta jest równoległa do warstwowania  $S_0$ , co zdarza się najczęściej. Lineacja  $L_2$  reprezentowana jest z reguły przez gufraż i linie przecięcia się  $S_0$ , względnie  $S_1$  z powierzchniami złupkowania  $S_2$ . Często na powierzchniach  $S_1$  uwiadczenia się linijne uszeregowanie ziarna skalnego równoległe do  $L_2$ , a w przekrojach poprzecznych można obserwować różnego typu struktury ołówkowe (pencil structures). Niekiedy ziarna kwarcu w kwarcytowych laminach łupków są w dużym procencie mniej lub więcej silnie wydłużone równoległe do  $L_2$ , podobnie jak struktury migdałowcowe w zieleńcach. Rzadziej lineacja  $L_2$  zaznacza się jako osie budinażu lub struktury mulionowe (np. w silnie zmiętych łupkach krzemionkowych syluru).

Drobne fałdki  $F_3$  mają zwykle kierunek NE—SW. Oznaczano je dawniej symbolem  $B_2$ . Układają się one równoległe do niektórych uskoków i są niewątpliwie młodsze od generacji poprzednio opisanej. Często są to fałdki załamowe typu „kink-bands”, przy czym powierzchniom osiowym tych fałdków może towarzyszyć jedno lub więcej pęknięć. Lineacja  $L_3$  objawia się najczęściej jako drobny gufraż na powierzchniach  $S_1$ . Rzadko są to wyraźne linie przecięcia  $S_1$  i  $S_3$ , bowiem kliważ spękania osi równoległy do powierzchni osiowych  $F_3$  wyjątkowo występuje wyraźnie.

Kierunek osi fałdków  $F_4$  waha się w dość dużych granicach od prawie N—S do NW—SE. Czasem nakładają się one zgodnie na fałdki  $F_2$  i wówczas rozeznanie obu generacji drobnych struktur może nasuwać wątpliwości. Struktury  $F_4$  mają z reguły charakter fałdków załamowych. Niekiedy towarzyszy im lineacja  $L_4$ , najczęściej słabo widoczna.

Miejscami napotykamy płaskie fałdki, które przecinają skośnie wyżej opisane generacje drobnych struktur linijnych deformując je dość wyraźnie. Fałdki te można wydzielić jako struktury linijne  $F_5$ .

Od południa przylegają do południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich dwa potężne zespoły skał detrytycznych o charakterze molasowym. Starszy z nich (H. Teisseyre 1956, 1968b) wypełnia depresję Świebodzie — strukturę synklinorialną, rozdzielającą blok

gnejsowy Sowich Gór od wschodnich krańców metamorfiku kaczawskiego.

Molase starszą tworzą u spodu osady górnego dewonu, które według Guni (1968) przynależą do górnego franu i do famenu. Są to gruboławicowe zlepieńce polimiktyczne mniej lub więcej bogate w materiał wyniesiony z bloku sowiogórskiego, dalej szarogłazy i mułowce. Soczewki wapieni odgrywają w nim rolę zupełnie podrzędną, chociaż są ważne ze względu na szczątki faun morskich, między innymi koralami. Osad jest płytkowodny, częściowo być może fluwialny. Według autora (H. Teisseyre 1956b) osiąga około 1200 m miąższości i przechodzi ku górze w utwory dolnego kulmu.

Jest rzeczą ważną, że zlepieńce polimiktyczne górnego dewonu zawierają sporą przymieszkę otoczków pochodzących ze skał górnodewońskich (drobnoziarniste zlepieńce, szarogłazy, mułowce i wapienie). Świadczy to o stopniowym wynurzaniu się i erozji brzeżnej (południowej) części basenu sedymentacyjnego już w czasie rozwoju starszej molasy.

Kulm, który w depresji Świebodzie zalega ponad utworami z fauną górnodewońską, reprezentowany jest przez potężną masę zlepieńców fluwialnego pochodzenia. W części wschodniej jest to kulm z Książa złożony zasadniczo z otoczków, okruchów i bloków skał pochodzących z regionu sowiogórskiego. Utwór ten przechodzi w części zachodniej w polimiktyczne zlepieńce z Chwaliszowa (kulm z Chwaliszowa). Zlepieńce te zawierają obok zmiennej ilości otoczków gnejsu sowiogórskiego, także pokaźne ilości skał górnodewońskich, a ponadto kwarcyty, lidyty, zieleńce i inne skały epimetamorficzne.

Kulm depresji Świebodzie zawiera bardzo rzadko szczątki roślinne. Według F. Zimmermanna (1936) reprezentuje on niewątpliwie karbon dolny. Według autora jest to prawdopodobnie najniższa część karbonu, tj. dolny turnej.

Materiał detrytyczny opisanej molasy był transportowany zasadniczo od południa z wypiętrzającego się łańcucha górskiego, który obejmował blok Sowich Gór, a prawdopodobnie też metamorfik ukryty pod utworami niecki śródsudeckiej i kredą północnych Czech.

Starsza molasa wypełniająca depresję Świebodzie jest silnie zaburzona zwłaszcza w północnej części tego regionu, gdzie uległa ona przełamaniu ze skałami epimetamorficznymi jednostki Cieszowa. Bieg fałdów jest E—W lub zbliżony, równoległy do osi siodła Bolków —

Wojcieszów. Zapady warstw są zmienne, mierne, strome lub nawet pionowe.

Od utworów starszej molasy odbija wyraźnie cienki zespół warstw słabo nachylonych, które autor znalazł we wkopach w Chwaliszowie (H. Teisseyre 1968b). Są to rozsypliwie szarogłazy, polimiktyczne zlepieńce i cienkie wkładki mułowców lub ilowców z soczewkowatymi wkładkami węgla. Według oznaczeń palynologicznych T. Góreckiej omawiany zespół należy do partii przejściowej między górnym wizenem a namurem lub do najwyższego wizeny (opracowanie niepublikowane). Niejasną jest pozycja stratygraficzna wybitnej dyskordancji kątowej, która dzieli zespół wizeńsko-namurski od silnie sfałdowanego starszego podłoża. Należy sądzić, że chodzi to o dyskordancję związaną z jedną z faz bretońskich.

Molasa młodsza reprezentowana jest przez kulm niecki śródsudeckiej odsłaniający się bezpośrednio na zachód od depresji Świebodzie, od której dzieli go nasunięcie Strugi o amplitudzie bliżej nieznaney. Wspomniany kulm ogranicza od północy uskok Domanowa, poza którym spiętrzają się łupki zieleńcowe jednostki Dobromierza.

Kulm północnej części niecki śródsudeckiej był badany pod względem sedymentologicznym przez A. K. Teisseyre'a (1968). Sekwencja ta ma kilka tysięcy metrów miąższości i składa się z potężnych ławic zlepieńców polimiktycznych, szarogłazów i mułowców. Czasem zjawiają się też w nim cienkie wkładki szarych lub czarnych ilowców, sporadycznie z drobnymi soczewkami węgla kamiennego.

Zlepieńce wybitnie przeważają nad innymi składnikami litologicznymi. Mułowce w większej masie pojawiają się dopiero w najwyższej partii kulmu niecki śródsudeckiej. Partia ta zawiera sporadycznie faunę morską górnego wizeny i jest częściowo związana z płytkim śródgórskim zalewem morskim.

A. K. Teisseyre (1968) studiując sedymentologię dolnej, śródlądowej partii omawianego kulmu wykazał, że składa się ona z kilkudziesięciu cyklotemów, które rozpoczynają się potężnymi ławicami polimiktycznych zlepieńców fluwialnego pochodzenia, a kończą wkładkami szarogłazów i mułowców, czasem ilowców osadzonych w wodzie stojącej. Jest wszakże rzeczą szczególnej wagi, że zlepieńce kulmu niecki śródsudeckiej zawierają masowo otoczaki skał metamorfiku kaczawskiego, o czym już raz powyżej wspomniano. Prócz tego występują

w nich okruchy i dobrze zaokrąglone bloczki szarogłazów i mułowców górnego dewonu depresji Świebodzie. W niektórych ławicach kulmu ze Starych Bogaczowic udział materiału górno-dewońskiego dochodzi do 80% w skrajnych przypadkach. Podkreślić też trzeba, że w najniższej partii zlepieńców kulmowych na północ od wymienionej miejscowości (kulm z Sądów Górnych) autor znalazł dobrze zaokrąglone bloki zlepieńców z Chwaliszowa, bogate w otoczaki gnejsów sowiogórskich. W czasie osadzania się kulmu w północnej części niecki śródsudeckiej wypiętrzały się zatem nie tylko uprzednio sfałdowane i zmetamorfizowane skały SE części Gór Kaczawskich, lecz także niemetalorficzne utwory molasowe, wypełniające depresję Świebodzie. W przeciwieństwie do tej ostatniej, kulm niecki śródsudeckiej nie zdradza na ogół silnych zaburzeń tektonicznych. Warstwy zapadają łagodnie lub pod miernymi kątami w kierunku centralnej części niecki. Wyjątek stanowią jedynie niektóre okolice intruzji porfirowej Trójgarbu i wysad Jabłowa (Dziedzic 1961).

Kulm niecki śródsudeckiej reprezentuje molasę śródgórską, która najprawdopodobniej obejmuje cały wizen i być może górną część turneju. Brak dokumentacji paleontologicznej w dolnej i środkowej części tego kulmu uniemożliwia definitywne rozstrzygnięcie tego zagadnienia.

#### METODA PRACY

Po zapoznaniu czytelnika w sposób możliwie zwięzły z całokształtem budowy geologicznej obszaru badań, możemy przystąpić do scharakteryzowania metody analizy spekań skalnych, zastosowanej w niniejszej pracy.

W partiach wybranych, lepiej odsłoniętych, mierzono wszystkie pęknięcia skalne, które można było prześledzić przynajmniej na przestrzeni 1 m. Pomijano spekania o przebiegu nieregularnym lub silnie zakrzywionym. Skrzętnie notowane były sekrecje mineralne w dużych szczelinach i naloty mineralne na powierzchniach spekań niezabliźnionych. Pomijano natomiast drobne szczelinki wypełnione różnymi sekrecjami mineralnymi. Stwierdzono jedynie, że może być kilka generacji takich szczelinek, przy czym generacje najstarsze wykazują zafałdowania, niekiedy bardzo intensywne i skomplikowane, mimo że powierzchnie warstw są na ogół równe i płaskie. Takie zafałdowania śródwarstwowe czy też śródfoliacyjne wykazują

najczęściej lidyty i łupki krzemionkowe syluru. Trafiają się one jednakże i w innych sekwencjach skalnych. Często łączyć je można z poślizgami na powierzchniach foliacji  $S_1$  w czasie tworzenia się drobnych fałdów ze ścinania.

W odkrywkach naturalnych i sztucznych mierzono azymut i kąt zapadu spękań. Mierzono też kierunki i nachylenie rys na wygładzonych powierzchniach drobnych uskoków, które można było dostrzec w odkrywkach, mimo że nie zaznaczały się w intersekcji mapy. Ich amplituda najczęściej nie dała się ustalić. W odkrywkach nie znaleziono nigdzie powierzchni dużych uskoków zaznaczających się w intersekcji mapy. Poprzecznymi rowami odsłonięto jedynie dyslokację Strugi dzielącą depresję Świebodzie od niecki śródsudeckiej (por. H. Teisseyre 1968b).

Dla odkrywek, w których dokonano więcej niż 100 pomiarów spękań, wykreślano diagramy kumulatywne na siatce równopowierzchniowej metodą ogólnie znaną z podręczników geologii strukturalnej (por. Billings 1958; Badgley 1959; Turner, Weiss 1963; Hills 1963; Price 1968 i in.). Bardzo często na jednym diagramie łączono pomiary z kilku sąsiednich odkrywek, uzyskując obrazy sumaryczne oparte na dużej ilości obserwacji.

Prócz spękań mierzono w terenie i notowano na diagramach uławicenie ( $S_0$ ), foliację ( $S_1$ ) i późniejsze złupkowania, głównie  $S_2$ , wyjątkowo także  $S_3$  i  $S_4$ . Na diagramy nanoszono też położenie struktur liniowych. Prawie bez wyjątku

były to struktury liniowe drugiej generacji ( $F_2 + L_2$ ). Pomiarom uławicenia, foliacji, złupkowań i struktur liniowych poświęcano najczęściej osobne diagramy. Wszystkie wykresy sporządzono na dolnej półkuli.

Każdy diagram spękań rozpatrywano na tle ogólnej budowy geologicznej zbadanego terenu, nawiązując również do szczegółowych map geologicznych danej okolicy, zamieszczonych w tekście w sąsiedztwie wykresów. Porównywano też diagramy spękań z ułożeniem warstwowania, foliacji, wtórnego złupkowania i zespołów struktur liniowych. Szczególną uwagę zwracano na zależności między układem spękań skalnych a przebiegiem dużych uskoków, zwłaszcza niewątpliwie stwierdzonych. Porównywano też przebieg drobnych uskoków widocznych w odkrywkach z siecią towarzyszących im spękań i kierunkiem uskoków dużych zaznaczających się w intersekcji mapy.

Ustalone prawidła i wnioski zawarte są w osobnym rozdziale przy końcu pracy.

#### PRZEBIEG GŁÓWNYCH LINII DYSLOKACYJNYCH

Główne linie dyslokacyjne zbadanego obszaru przedstawiono na figurze 1 grubymi liniami przerywanymi. Szkic ten nie daje jednak pełnego obrazu tektoniki dysjunktywnej w ramach uwzględnionego terenu. Pominięto na nim szereg dyslokacji mniejszych, zwłaszcza przypuszczalnych, chcąc zachować czytelność

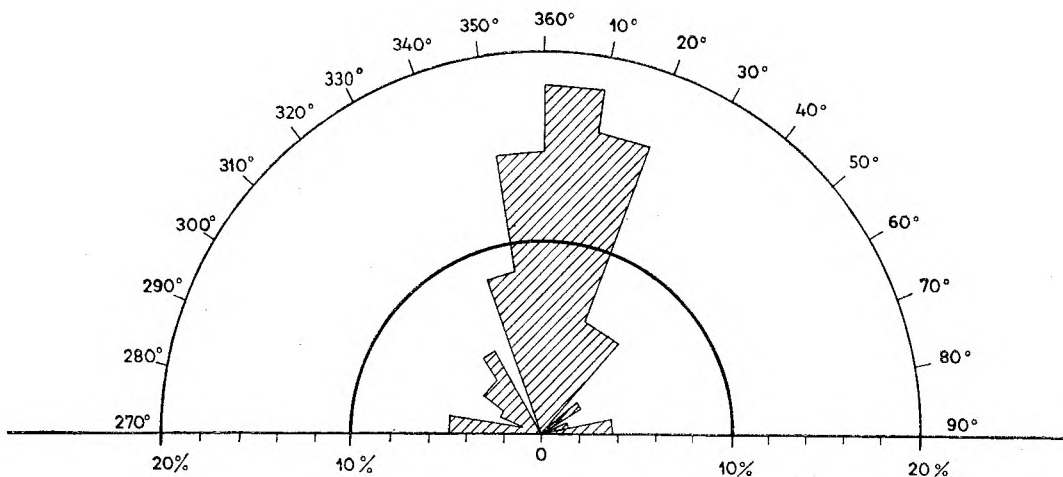


Fig. 2

Kierunki uskoków w SE części Gór Kaczawskich między Wojcieszowem a Dobromierzem w procentach (81 uskoków stwierdzonych i przypuszczalnych)

The directions of faults in the SE part of the Kaczawa Mts. (between Wojcieszów and Dobromierz) in percentages (81 faults proved and supposed)

rysunku. Aby się przekonać, jaka jest częstotliwość różnych kierunków dyslokacyjnych, pomierzono ogólne kierunki wszystkich stwierdzonych i domniemanych uskoków, osobno dla siodła Bolków — Wojcieszów (fig. 2) i osobno dla depresji Świebodzie (fig. 3). Otrzymany materiał liczbowy przedstawiono w wykresach azymutalnych, które oczywiście uwzględniają tylko kierunki dyslokacji i ich procentową częstotliwość. Ujemną stroną tych wykresów jest to, że nie brano pod uwagę długości uskoków. Uskoki krótkie wpłynęły na wygląd wykresów

dzonych i domniemanych dyslokacji przebiega między azymutami 20—40°. Silnie zaznacza się też kierunek 10°. Maksyma częstotliwości uskoków są tu zatem przesunięte nieco ku E w stosunku do siodła Bolków — Wojcieszów. Warto przy tym nadmienić, że maksima częstotliwości uskoków na jednym i drugim wykresie leżą w „polu azymutalnym” szczelin *Q* wyznaczonych przez Cloosa (1925) dla masywu granitowego Karkonoszy. Podrzednie występują uskoki o kierunku NW—SE, które mniej więcej odpowiadają położeniu spękanom *S*

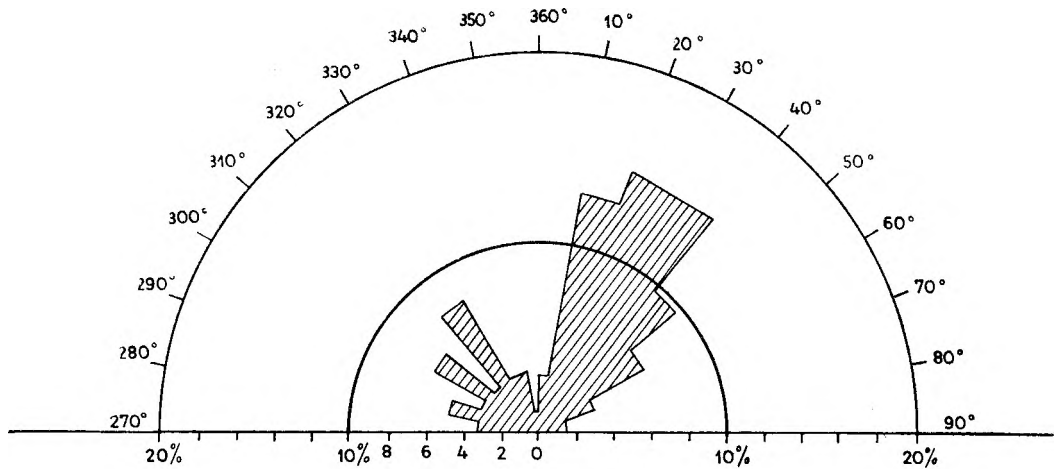


Fig. 3

Kierunki uskoków w depresji Świebodzie w procentach (65 uskoków stwierdzonych i przypuszczalnych)  
The directions of faults in the Świebodzie Depression in percentages (65 proved and supposed faults)

w tym samym stopniu co dyslokacje ciągnące się na dużej przestrzeni.

Pewna niedokładność diagramów na figurze 2 i 3, która stąd wynikła, nie dała się jednakże uniknąć. W terenie bowiem najczęściej trudno jest ustalić, w jakich miejscach uskoki ostatecznie wygasają.

Mimo tego niedostatku należy sądzić, że diagramy na figurze 2 i 3 są w przybliżeniu reprezentatywne dla obszarów zbadanych i mogą być tu omówione.

Diagram wykreślony dla siodła Bolków — Wojcieszów (fig. 2) wykazuje jasno, że najczęściej zjawiają się tu uskoki o kierunku 360—10°. Ich częstotliwość wynosi około 18%. Niewiele rzadsze są dyslokacje poprzeczne o przebiegu NNE—SSW. Nieco rzadziej napotykamy uskoki skierowane NNW—SSE, natomiast inne kierunki występują raczej podrzędnie.

„Róża uskoków” dla depresji Świebodzie wygląda nieco inaczej. Maksymalna ilość stwier-

Cloosa. Słabo zaznaczają się dyslokacje przebiegające równoleżnikowo.

Można sądzić, że spękania poprzeczne granitów Karkonoszy i uskoki poprzeczne Gór Kaczawskich, a także depresji Świebodzie, mają wspólne założenia regionalne i są związane przestrzennie i czasowo z tym samym polem sił.

#### ZAGADNIENIE REPREZENTATYWNOŚCI DIAGRAMÓW KUMULATYWNYCH WYKREŚLONYCH DLA SPĘKAŃ SKALNYCH

W czasie pomiarów wykonywanych w terenie zauważono, że w dużych odkrywkach względnie w sąsiadujących ze sobą grupach skałek maksima częstotliwości spękań mogą się zmieniać mniej lub więcej, od miejsca do miejsca. Aby się przekonać jak wielka może być zmienność diagramów kumulatywnych dla spękań na bardzo małej przestrzeni, wzięto pod uwagę skałkę spilitową w Mysławie, położoną około 450 m na N od szczytu

góry Grodzik. W skałce tej kierunki spekań są szczególnie silnie rozproszone, a system diaklaz zdradza raczej skrajną nieregularność. Wykonano tu trzy serie pomiarów, za każdym

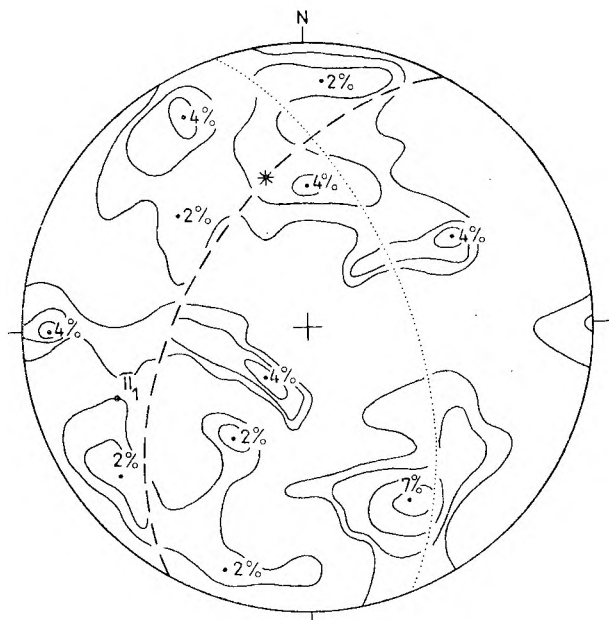


Fig. 4

Orientacja spekań w skałce spilitowej w Mysłowie około 450 m na N od wzgórza Grodzik (612,4 m n.p.m.) 100 pomiarów wykonanych w zachodniej części skałki; kontury: 1, 2, 4, 6%. Łuk kreskowany – powierzchnia uskoku; gwiazdka – rysy na powierzchni uskoku. Uwaga! Wszystkie diagramy w pracy są obrazami kumulatywnymi na siatkach równopowierzchniowych, dolnej półkuli

Orientation of joints in the spilites near Mysłów. A crag about 450 m to the north from the hill Grodzik 612,4 m

100 measurements performed in the western part of the crag, contours: 1, 2, 4, 6%. Broken arc – fault plane; star – striation on the fault plane. Attention! All diagrams in the paper are equal-area projection, lower hemisphere

razem biorąc pod uwagę 100 powierzchni dysjunkcji. Otrzymane rezultaty przedstawiono na wykresach (fig. 4 – zachodnia część skałki, fig. 5 – środkowa część skałki, fig. 6 – wschodnia część skałki). Otrzymane obrazy w szczegółach różnią się od siebie znacznie, chociaż niektóre maksima pokrywają się mniej lub więcej dokładnie. Ciekawa jest tendencja części maksimów do układania się w pasy, których bieguny leżą zawsze blisko obwodu projekcji. W każdym diagramie jednakże przebieg pasów jest inny. Mimo poważnych różnic w szczegółach diagramy te mają identyczny charakter. Widać na nich silną dyspersję kierunków spekań, wyrażającą się między innymi wielką stosunkowo ilością nieznacznych koncentracji biegunów. Uzasadniony wydaje się również wniosek, że pomiary wykonane

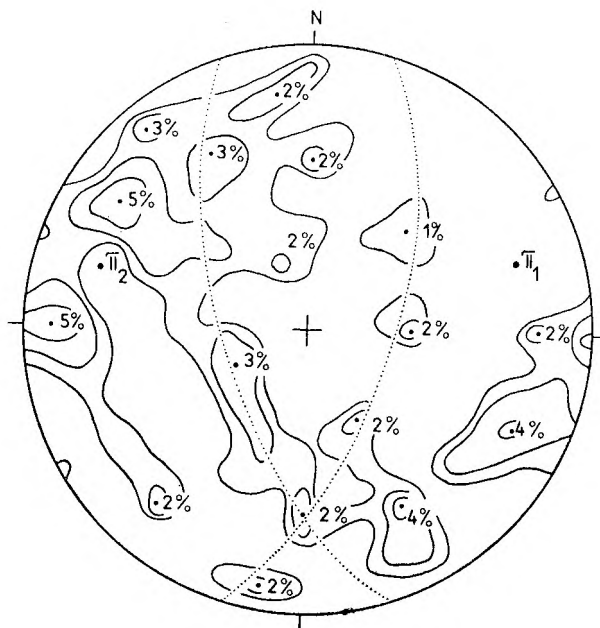


Fig. 5

Orientacja spekań w skałce spilitowej w Mysłowie (lokalizacja jak na fig. 4)

100 pomiarów spekań ze środkowej części skałki; kontury: 1, 2, 4, 6%

Orientation of joints in the spilites near Mysłów (the crag as in the fig. 4)

100  $\pi$  poles to the joint planes, as measured in the middle part of the crag; contours: 1, 2, 4, 6%

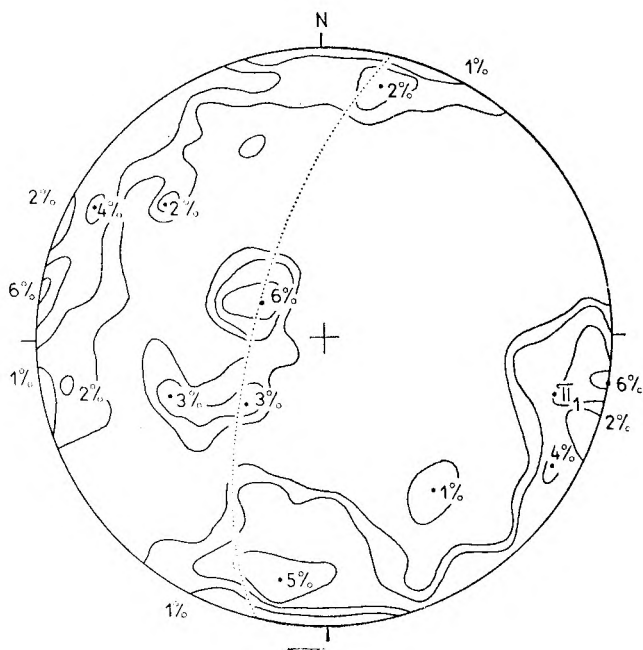


Fig. 6

Orientacja spekań w skałce spilitowej w Mysłowie (lokalizacja jak na fig. 4)

100 pomiarów we wschodniej części skałki; kontury: 1, 2, 4, 6%

Orientation of joints in the spilites near Mysłów (the crag as in the fig. 4)

100  $\pi$  poles to the joint planes, as measured in the eastern part of the crag; contours: 1, 2, 4, 6%



w jednej części dużej odkrywki lub grupy skałek nie muszą być reprezentatywne dla najbliższego sąsiedztwa, jeśli je szczegółowo analizujemy. Chcąc uzyskać obraz statystycznie reprezentatywny, musimy objąć badaniami całą odkrywkę lub cały zespół badanych skałek.

Także wydaje się, że 100 pomiarów sta-

nowi zbyt małą ilość dla sporządzenia obrazu reprezentatywnego, zwłaszcza jeśli kierunki spękań są rozproszone, jak na przytoczonym przykładzie. Mając to na uwadze, diagramy kumulatywne diaklaz zawarte w niniejszym opracowaniu wykreślano na podstawie na ogół wielokrotnie większej ilości obserwacji.

## CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA, OPIS DIAGRAMÓW

### OBSERWACJE SPĘKAŃ SKALNYCH W WOJCIESZOWIE

W Wojcieszowie pomierzono spękania skalne w dwu łomach, z których jeden założony

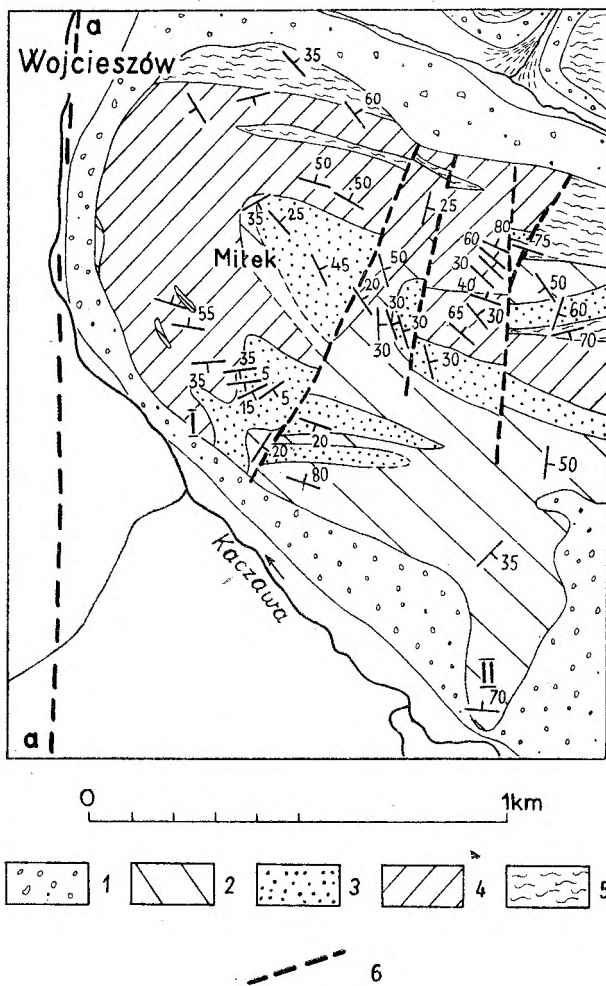


Fig. 7

#### Szkic geologiczny wzgórza Milek w Wojcieszowie

1 - czwartorzęd, gliny deluwialne; 2 - kambr środkowy i górny?, formacja zieleńcowa; 3 - kambr dolny, wapień wojcieszowskie część górna; 4 - kambr dolny, wapień wojcieszowskie część dolna; 5 - eokambr, warstwy radzimowickie; 6 - uskoki; a-a - przypuszczalny uskok w dolinie Kaczawy

Geological sketch-map of the hill Milek in Wojcieszów  
1 - Quaternary, residual loams; 2 - Middle and Upper Cambrian?, greenschist-formation; 3 - Lower Cambrian, Wojcieszów limestones, upper part; 4 - Lower Cambrian, Wojcieszów limestones, lower part; 5 - Eocambrian, Radzimowice beds; 6 - faults; a-a - supposed fault in the Kaczawa valley

został w wapieniach wojcieszowskich fig. 7, (I) drugi zaś przy drodze do Kaczorowa w formacji zieleńcowej fig. 7, (II). Figura 7 podaje ponadto szczegóły budowy geologicznej okolicy, w której leżą oba kamieniołomy. Występujący tu zespół skalny należy do jednostki Bolkowa i składa się z warstw (łupków) radzimowickich, wapieni wojcieszowskich dolnych i górnych oraz formacji zieleńcowej, której towarzyszą porfiroidy. Załączony wycinek szczegółowej mapy geologicznej przedstawia mały fragment południowego skrzydła siodła Bolków - Wojcieszów, silnie wtórnie zafałdowany. Dla tektoniki tego obszaru charakterystyczne są uskoki o przebiegu NNE -

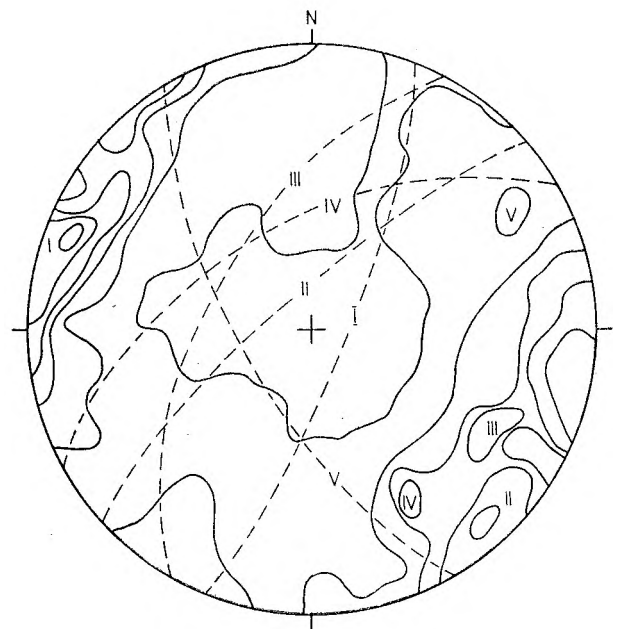


Fig. 8

Orientacja spękań w wapieniach wojcieszowskich, kamieniołom „Milek”

366 pomiarów; kontury: 0, 1, 2, 3, 5, 8%. I - V - maksima zagęszczenia biegunów i przy należne do nich wielkie koła

Orientation of joints in the Wojcieszów limestones the quarry "Milek"

366  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 1, 2, 3, 5, 8, 12%. I - V - maxima of pole concentrations and their great circles



—SSW, względnie N—S. Najważniejszym jest uskoki o przebiegu prawie południkowym (fig. 7, *a-a*) towarzyszący przełomowej dolinie Kaczawy. Na jego istnienie wskazuje fakt, że obraz intersekcyjny mapy geologicznej po obu stronach doliny Kaczawy jest nieco odmienny.

## KAMIENIOŁOM „MILEK”

W kamieniołomie „Milek” pomierzono 366 spękań skalnych, 115 struktur liniowych  $F_2 + L_2$  oraz 14 drobnych ślizgów uskokowych. Rezultaty obserwacji są przedstawione na diagramach (fig. 8–10).

Diagram na figurze 8 przedstawia rozmieszczenie pomierzonych spękań skalnych. Zaznacza się dość duża dyspersja spękań, jednakże spękania strome o przebiegu NNE—SSW i NE—SW stanowią zdecydowaną większość (fig. 8, maksima I–IV). Najbardziej zaznacza się maksimum dla spękań o przebiegu NNE—SSW i zapadzie pionowym lub do pionowego bardzo zbliżonym (ponad 12%). Działki strome o przebiegu NE—SW są mniej

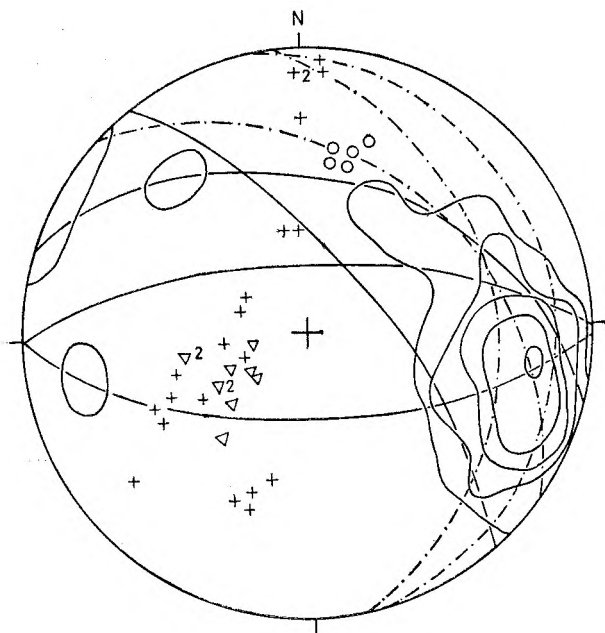


Fig. 9

Orientacja struktur liniowych  $F_2 + L_2$  w wapieniach wojcieszowskich, kamieniołom „Milek” (fig. 7, I)

115 pomiarów; kontury: 0, 1, 5, 10, 20%. Krzyżyki – bieguny powierzchni uławicenia; trójkąty – bieguny powierzchni drugiego złupkowania; kółka – lineacja  $L_2$ ; duże koła kreślone linią ciągłą – wybrane powierzchnie uławicenia ( $S_0$ ); duże koła kreska-kropka – wybrane powierzchnie drugiego złupkowania ( $S_2$ )

Orientation of linear structures  $F_2 + L_2$  in the Wojcieszów limestones quarry “Milek” (fig. 7, I)

115 measurements; contours: 0, 1, 5, 10, 20%. Crosses – poles to bedding planes; triangles – poles to secondary cleavage planes; circles – lineation  $L_2$ ; solid circles – bedding planes ( $S_0$ ); broken circles – planes of the secondary cleavage ( $S_2$ )

skoncentrowane, dając trzy niewielkie maksima leżące blisko siebie.

Na figurze 9 przedstawiono diagram kumulatywny dla struktur liniowych  $F_2 + L_2$ , pięć pomiarów lineacji  $L_2$ , pomiary uławicenia i wtórnego złupkowania. Porównując diagramy (fig. 8 i 9) widzimy, że maksimum struktur liniowych  $F_2 + L_2$  jest zbliżone do maksimum występowania spękań o kierunku NNE—SSW. Maksima te są odległe o około  $20^\circ$ , jednakże

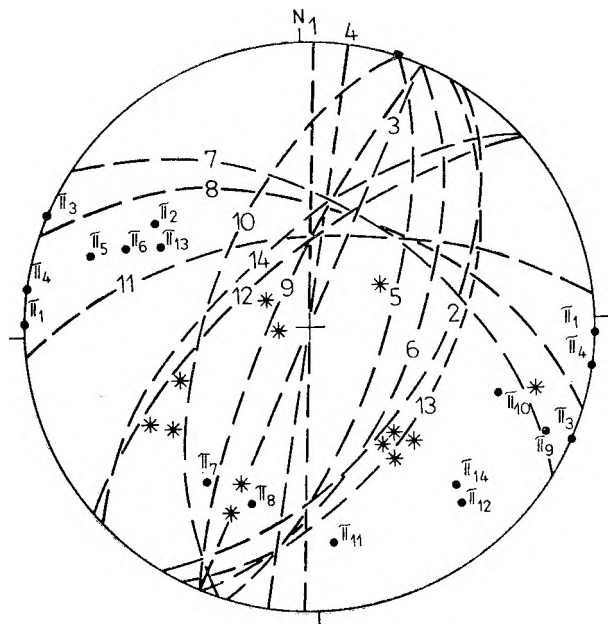


Fig. 10

Orientacja drobnych uskoków w wapieniach wojcieszowskich, kamieniołom „Milek” (fig. 7, I)

14 pomiarów. Zaznaczono powierzchnie ślizgowe uskoków i ich bieguny  $\pi$ . Gwiazdki – rysy na powierzchniach ślizgowych uskoków

Orientation of small faults in the Wojcieszów limestones quarry “Milek” (fig. 7, I)

14 planes of small faults and their  $\pi$  poles. Stars – striation on fault planes

pole rozrzutu lineacji  $F_2 + L_2$  pokrywa się częściowo z polem rozrzutu spękań NNE—SSW. Można by z tego wnioskować, że w obrębie tych spękań występują też szczeliny *ac* wyżej wspomnianej lineacji. Nie widać natomiast zależności spękań od uławicenia, wtórnego złupkowania i przebiegu lineacji  $L_2$ .

Bardzo interesująco wygląda również diagram czternastu drobnych ślizgów uskokowych (fig. 10). Wynika z niego, że drobne strome uskoki o biegu NNE—SSE dominują podobnie jak spękania o tym kierunku. Jedynie trzy ślizgi uskokowe są w przybliżeniu równoległe do osi siodła Bolków—Wojcieszów i struktur liniowych  $F_2 + L_2$ . Rysy ślizgowe są przeważnie nachylone pod niewielkimi kątami ku SW lub SE. Rysy

strome są rzadkie. Trzy powierzchnie ślizgowe są pionowe. Dwie z nich przebiegają prawie N—S. Są one równoległe do uskoku przelomowego odcinka Kaczawy. Jeden ślizg pionowy przebiega NNE—SSW. Pozostały zespół ślizgów NNE—SSW (8 pomiarów) przedstawia powierzchnie uskokowe zapadające bądź ku EES, bądź też stromo ku WWN. Kąty zawarte między tymi zespołami ślizgów przeciwnie zapadających są ostre. Być może mamy

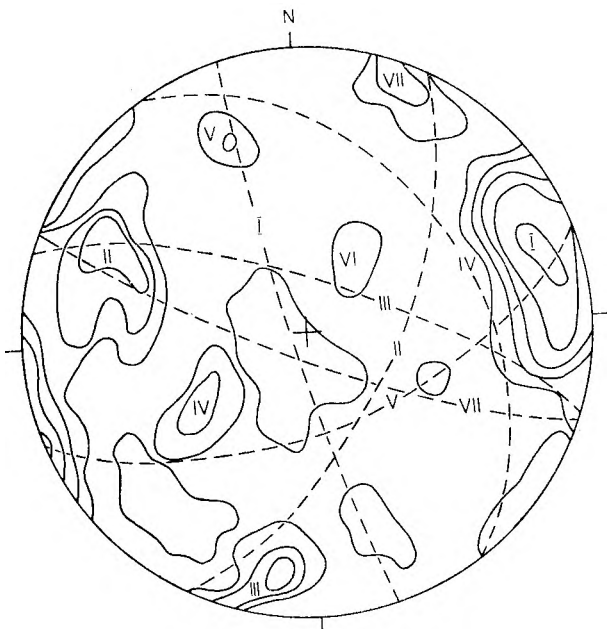


Fig. 11

Orientacja spękań w formacji zielenicowej. Wojcieszów, stary łom przy szosie do Kaczorowa około 1000 m na SSE od wzgórza Miłek (fig. 7,II)

250 pomiarów; kontury: 0, 1, 2, 3, 5, 8%. I—VII—maksima koncentracji biegunów i odpowiadające im duże koła

Orientation of joints in greenschist formation. Wojcieszów, an old quarry about 1 km to the SSE from the Miłek hill (fig. 7,II)

250 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 1, 2, 3, 5, 8%. I—VII—maxima of  $\pi$  poles concentrations and their great circles

tu do czynienia przynajmniej częściowo ze sprzężonymi ślizgami ścinającymi. Są one w każdym razie równoległe do uskoku wyróżnionych przez autora na E od wzgórza Miłek, a także układają się równoległe do spękań  $Q$  wyznaczonych przez Cloosa (1925). Istnienie wyraźnego maksimum spękań o biegu NNE—SSW we wschodniej części masywu Karkonoszy potwierdziły też badania Cz. Żaka (1958) oraz M. Mierzejewskiego (w druku).

#### KAMIENIOŁOM PRZY DRODZE Z WOJCIESZOWA DO KACZOROWA

W kamieniołomie tym, dziś już nieczynnym, odsłaniają się łupki zielenicowe przelawicane

szarymi metałupkami mułowcowymi. Wkładki zielenców w metałupkach szarych tworzą pięknie wykształcone budiny. Obok głównej foliacji ( $S_1$ ) zaznacza się wyraźnie wtórne złupkowanie ( $S_2$ ) typu „fracture cleavage”, względnie „strain-slip cleavage” (złupkowanie spękaniaowe według nomenklatury autora 1957). Doskonale rozwinięty jest też zespół struktur liniowych  $F_2+L_2$ . Reprezentują go drobne fałdy przeważnie z asymetrią północną, gufraż i linie przecięcia się  $S_1$  i  $S_2$ . Warstwy są odwrócone i zapadają bardzo stromo w kierunku północnym. Odwrócenie warstw potwierdza między innymi fakt, że kłiważ  $S_2$  zapada znacznie łagodniej od warstw ( $S_0$ ), względem których układa się zgodnie główna foliacja skał ( $S_1$ ).

W kamieniołomie omawianym zmierzono 250 spękań skalnych. Załączony diagram (fig. 11) wykazuje, że kierunki spękań są silnie rozproszone. Wyróżnić można siedem maksimum, które są jednakże na ogół słabo lub bardzo słabo zaznaczone. Z diagramu na figurze 11 wynika, że największe skupienie tworzą spękania zapadające bardzo stromo ku EEN (fig. 11, I). Układają się one pod kątem około  $45^\circ$  względem przebiegu uskoku wzgórza Miłek i być może stanowią spękania tensyjne związane z tym zespołem uskoku. Maksimum zagęszczenia omawianych spękań jest oddalone o około  $20^\circ$  od maksimum częstotliwości struktur liniowych  $F_2+L_2$ . Pole rozrzutu tych struktur pokrywa się jednak częściowo z polem rozrzutu spękań zapadających stromo ku EEN. Nie jest zatem wykluczone, że wśród tych spękań obecne są też szczeliny  $ac$  związane z powyżej wspomnianą lineacją główną.

Spękania strome o biegu NNE—SSW zaznaczają się na diagramie raczej słabo (fig. 11, II). Podobnie słabe są maksima III i VII, skupiające pęknięcia mniej więcej równoległe do osi fałdy Bolków—Wojcieszów i na ogół bardzo strome. Ich przebieg jest zgodny z kierunkiem spękań  $S$ , wydzielonych przez Cloosa, we wschodniej części masywu granitowego Karkonoszy.

Maksimum oznaczone na figurze 11 cyfrą IV pokrywa się z polem, w którym występują bieguny wtórnego złupkowania (fig. 12). Wydaje się, że złupkowanie to predysponuje pęknięcia zapadające pod średnimi kątami ku NNE.

Na diagramie na figurze 13 podano położenie powierzchni warstwowania ( $S_0$ ), względem których układa się równoległe główna foliacja

( $S_1$ ), oraz powierzchnie wtórnego złupkowania. W polu, w którym przecinają się oba zespoły dużych łuków zaznaczone są drobne fałdki  $F_2$ , wykazujące niemal stale północną asymetrię. Porównując diagramy na figurze 11 i 12

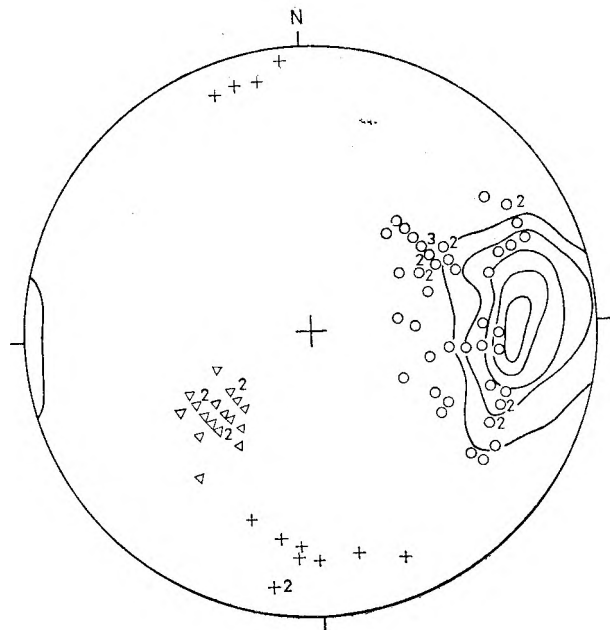


Fig. 12

Orientacja struktur liniowych  $F_2 + L_2$  w formacji zieleńcowej. Wojcieszów, stary łom jak na fig. 11

78 pomiarów; kontury: 0, 2, 10, 20, 30%. Krzyżyki – bieguny foliacji ( $S_1$ ) równoległej do warstwowania ( $S_0$ ); trójkąty – bieguny powierzchni wtórnego złupkowania ( $S_2$ ); kółka – lineacja  $L_4$ ?; cyfry – ilość pomiarów większa od 1

Orientation of linear structures  $F_2 + L_2$  in greenschist formation. Wojcieszów, an old quarry, as in the fig. 11

78 measurements; contours: 0, 1, 2, 10, 20, 30%. Crosses – poles to foliation planes ( $S_1$ ) parallel to the bedding planes ( $S_0$ ); triangles – poles to the secondary cleavage ( $S_2$ ); circles – lineation  $L_4$ ?; figures – number of measurements if more than one

nie dostrzegamy wpływu warstwowania ( $S_0$ ) i lineacji prawdopodobnie  $L_4$  na przebieg spekań skalnych w omawianym kamieniołomie.

#### OBSERWACJE SPEKANIA SKALNYCH W ZIELEŃCACH NA GRZBIECIE MARCINIEC NA WSCHÓD OD WOJCIESZOWA

Punkty, w których na grzbiecie Marcinięc dokonano w zieleńcach pomiarów spekań, zaznaczone są na figurze 14 symbolem III. Grzbiet ten zbudowany jest z łupków zieleńcowych tworzących tu jądro jednostki Świerzawy. Na skrzydle północnym tej jednostki występują szare metałupki ordowiku słabo odsłonięte. Bezpośrednio na południe

od grzbieta Marcinięc trafiamy na skały złupkowane lub prawie masywne, szarozielone, często pasiaste, ze smugami i soczewkami sinymi lub prawie czarnymi, a niekiedy z żyłkami i plamami różowymi. Skały te zawierają

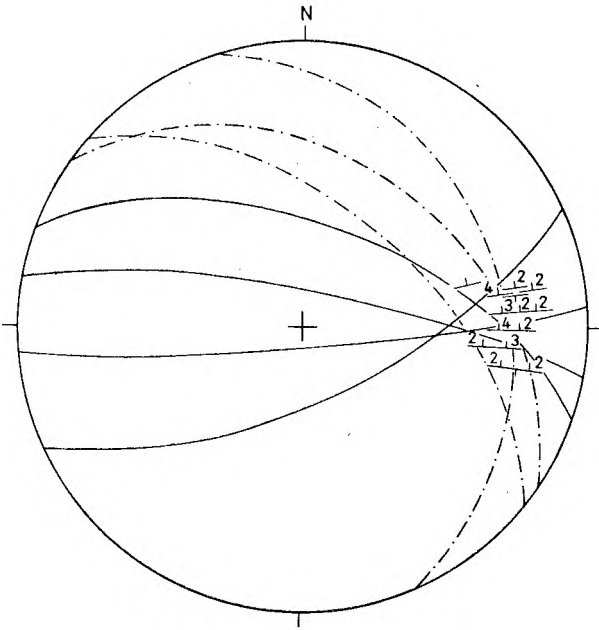


Fig. 13

Orientacja foliacji i wtórnego złupkowania w formacji zieleńcowej. Wojcieszów, stary łom jak na fig. 11

Duże koła określone pełną linią – foliacją ( $S_1$ ), równoległa do warstwowania ( $S_0$ ); duże koła: kreska-kropka – wtórne złupkowanie ( $S_2$ ); symbole biegu i zapadu warstw – osie drobnych fałdów  $F_2$  i asymetria tych fałdów; cyfry – ilość pomiarów większa od 1

Orientation of foliation and secondary cleavage in greenschist formation. Wojcieszów, an old quarry, as in the fig. 11

Solid black arcs – foliation planes ( $S_1$ ), parallel to the bedding planes ( $S_0$ ); broken great circles – planes of secondary cleavage ( $S_2$ ); strike and dip symbols – axes of minor folds ( $F_2$ ) and the assymetry of the folds ( $F_2$ ); figures – number of measurements if more than one

między innymi chloryt, aktynolit i albit, a miejscami jak się wydaje zieloną hornblendę. Charakterystyczne są też łyszczki miodowej barwy o słabym pleochroizmie. Rzadko natrafic można na granat. Morawski (1960) podaje obecność biotyту, podkreślając zupełny brak minerałów kontaktowych. Błędny jest zatem wniosek E. Zimmermanna (1941), który opisane elementy litologiczne wydzielił jako „kontaktmetamorphe Gesteine”. Według Morawskiego (1960) mamy tu do czynienia z blastomylonitami. Wniosek taki wydaje się tym bardziej słuszny, że skały o których mowa, towarzyszą na południowych zboczach Marcinięc kontaktowi jednostki Świerzawy i wyżej leżącej nasuniętej jednostki Bolkowa.

Ta ostatnia jednostka zbudowana jest w dolnej części z warstw (łupków) radzimowickich, wśród których występują łupki jasnoszare lub seledynowe, kwarcowo-serycytowo-albitowe, często z większą lub mniejszą przymieszką chlorytu, ciemnoszare łupki o tym samym składzie zabarwione pigmentem grafitowym, kwarcyty i łupki kwarcytowe, a także metalidyty i zieleńce. Te ostatnie mogą stanowić skały obce, wyrwane z niżej leżącej jednostki Świerzawy i całkowicie odkorzone. Niejasną jest też pozycja metalidytów na południowych zboczach Marcinića. Może być to fragment syluru ostatnio wspomnianej jednostki.

Diagram kumulatywny na figurze 15 opiera się na 279 pomiarach spękań wykonanych na skałkach łupków zieleńcowych budujących

grzbiet Marcinića. Na diagramie tym dostrzegamy cztery wyraźne maksima. Maksimum *I* odpowiada spękanom o przebiegu N—S zapadającym stromo ku zachodowi. Są one równoległe do kilku przypuszczalnych uskoków poprzecznych. Maksimum to leży ponadto w polu rozrzutu lineacji  $L_2$  i może reprezentować spękania *ac* prostopadłe do tejże lineacji. Maksimum *II* jest najsilniejsze (12,6%). Skupia ono spękania zapadające bardzo stromo ku NNW. Ich przebieg jest prawie równoległy do intersekcyjnej linii nasunięcia jednostki Bolkowa na jednostkę Świerzawy. Na S zboczach Marcinića powierzchnia nasunięcia podwija się pod blastomylonity, na których zalegają zieleńce jednostki Świerzawy. Maksima *III* i *IIIa* łączą się ze spękaniami stromymi

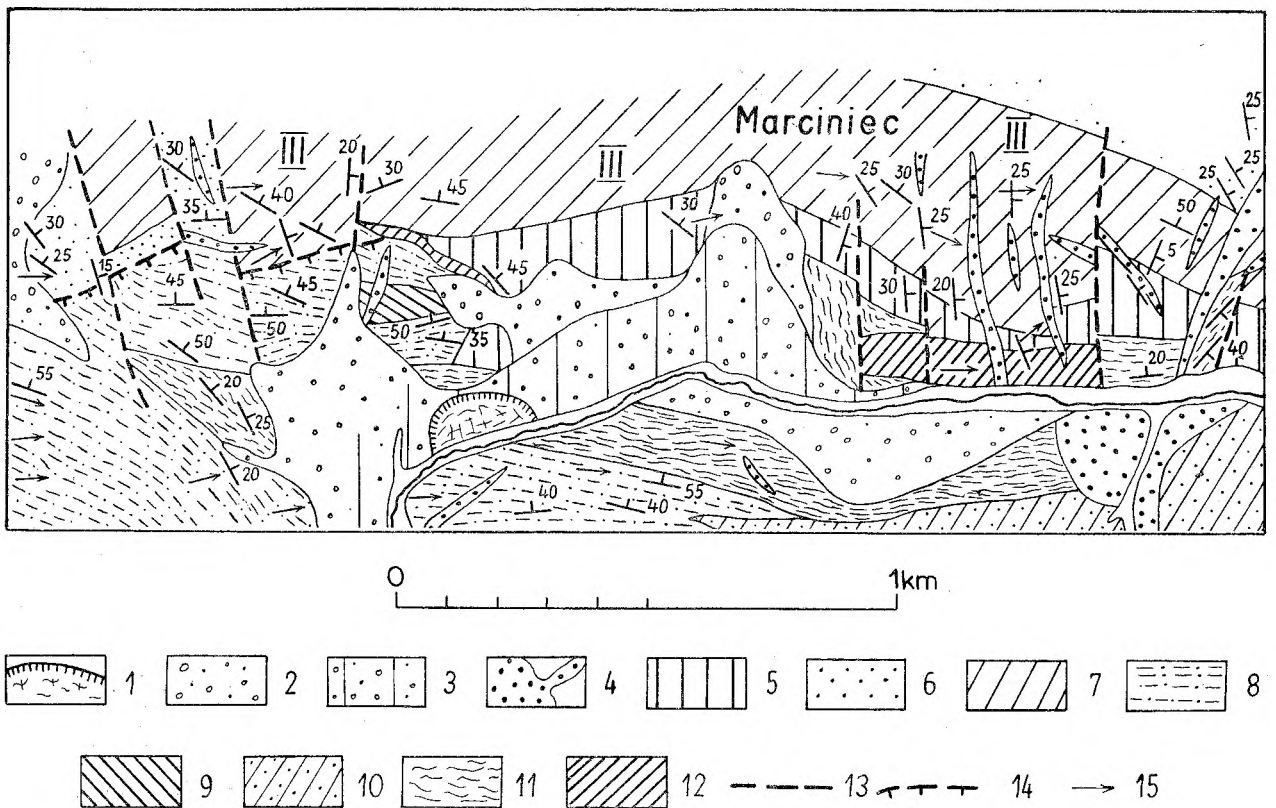


Fig. 14

Szkic geologiczny wzgórza Marcinić. 626,8 m na wschód od Wojcieszowa

1 — osuwisko; 2 — gliny deluwialne; 3 — gliny deluwialne na utworach wodno-lodowcowych; 4 — karbon?, porfiry; 5 — dolny karbon?, według Morawskiego (1960) blastomylonity; 6 — ordowik, szare metalupki z wkładkami kwarcytów; 7 — kambr górny i środkowy?, formacja zieleńcowa; eokambr, warstwy (łupki) radzimowickie: 8 — łupki jasnoszare, kwarcowo-serycytowe i chlorytowo-serycytowe, 9 — zieleńce wśród warstw radzimowickich, 10 — łupki kwarcytowe i kwarcyty, 11 — łupki kwarcowo-albitowo-serycytowe z pigmentem grafitowym, 12 — metalidyty; 13 — uskoki, 14 — nasunięcia; 15 — struktury liniowe  $F_1 + L_2$ ; III—III — skałki zieleńców, na których mierzono spękania

Geological sketch-map of the Marcinić hill 626,8 m (to the east from Wojcieszów)

1 — landslide; 2 — residual loam; 3 — residual loam on the fluvio-glacial deposits; 4 — Carboniferous?, porphyries; 5 — Carboniferous?, hornfelses?; 6 — Ordovician, gray slates with intercalations of quartzites; 7 — Upper and Middle Cambrian?, greenschist-formation; Eocambrian, Radzimowice beds: 8 — light-gray slates, sericitic, often with chlorite, 9 — greenstones in the Radzimowice beds, 10 — quartzitic schists and quartzites, 11 — albite-sericite schists with a graphite pigment, 12 — metalydites; 13 — faults; 14 — thrusts; 15 — linear structures  $F_1 + L_2$ ; III—III — crags of greenschists where the measurements have been executed

o kierunku NE—SW, zaś w maksimum IV, koncentrują się diaklazy pionowe i bardzo strome, przebiegające NNW—SSE. Spękania NNW—SSE i NE—SW przecinają się pod

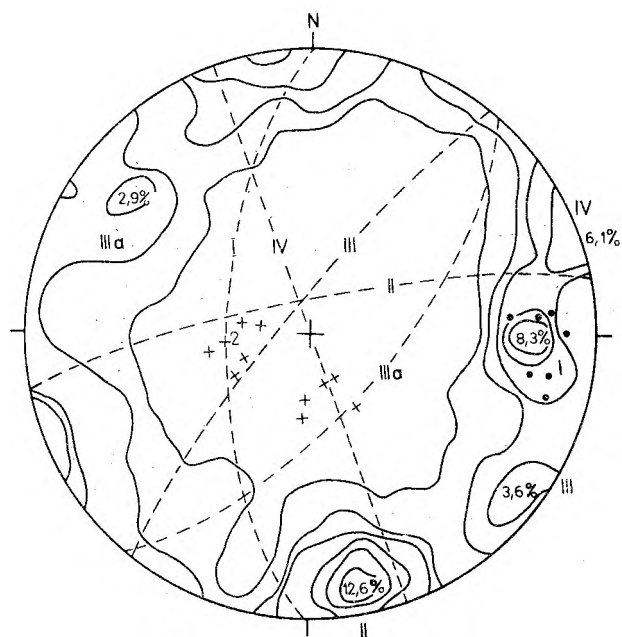


Fig. 15

Orientacja spękań w formacji zieleńcowej. Wzgórze Marciniac na E od Wojcieszowa

279 pomiarów; kontury: 0, 1, 2,5, 5, 7,5, 10%. I—IV—maksyma koncentracji biegunów oraz przynależne do nich duże koła; krzyżyki—foliacja ( $S_1$ ); kropki—lineacja  $L_2$

Orientation of joints in greenschist-formation. The Marciniac hill toward the east from Wojcieszów

279 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 1, 2, 2,5, 5, 7,5, 10%. I—IV—maxima of  $\pi$  poles concentration and the corresponding great circles; crosses—foliation planes ( $S_1$ ); dots—lineation  $L_2$

kątami zbliżonymi do  $60^\circ$ . Nie jest wykluczone, że mamy tu do czynienia z zespołami sprzężonych diaklaz ścinających utworzonych przy stressie kompresyjnym prawie N—S. Panował on w czasie fałdowania i dofałdowywania się jednostek budujących SE część Gór Kaczawskich.

Na diagramie na figurze 16 przedstawiono pomierzone powierzchnie foliacji ( $S_1$ ) i ich bieguny w tych samych odkrywkach, w których na Marciniacu badano spękania. Zamieszczono też pomiary lineacji  $L_2$ . Układ płaszczyzn foliacji ( $S_1$ ) i ich biegunów wskazuje na istnienie płaskich mezofałdów, których osie zanurzają się łagodnie ku NNE, względnie NE. Byłyby to mezofałdy zespołu  $F_3$ .

#### OBSERWACJE SPEKAŃ SKALNYCH W OKOLICY MYSŁOWA (NA WSCHÓD OD WOJCIESZOWA)

Szczegóły budowy geologicznej okolic Mysłowa podano na figurze 17. Odsłania się tu północne skrzydło siodła Bolków—Wojcieszów zbudowane z urozmaiconej sekwencji skalnej jednostki Bolkowa. Sekwencja ta jest wtórnie zafałdowana i pocięta uskokami, których przybliżony przebieg podaje figura 17. Do ważniejszych należy uskok Mysłowa towarzyszący dolinie, w której leży ta miejscowość, oraz uskok położony na E od wgrza Grodzik. Uskok pierwszy ma kierunek NE—SW, dyslokacja druga przebiega w kierunku N—S.

W Mysłowie i okolicy odsłaniają się ciemnoszare łupki radzimowickie zaliczane do eokambru (wendu), wapień wojcieszowski dolny i górny dolnego kambru oraz formacja wulkaniczna reprezentująca kambr środkowy i górny(?). Formacja ta składa się z łupków zieleńcowych, spilitów, porfioroidów, law poduszkowych i keratofirów, przy czym lawy poduszkowe stanowią szczególną odmianę zespołu spilitowego. Zapady warstw są zmienne, przeważnie jednakże północne. Miejscami wy-

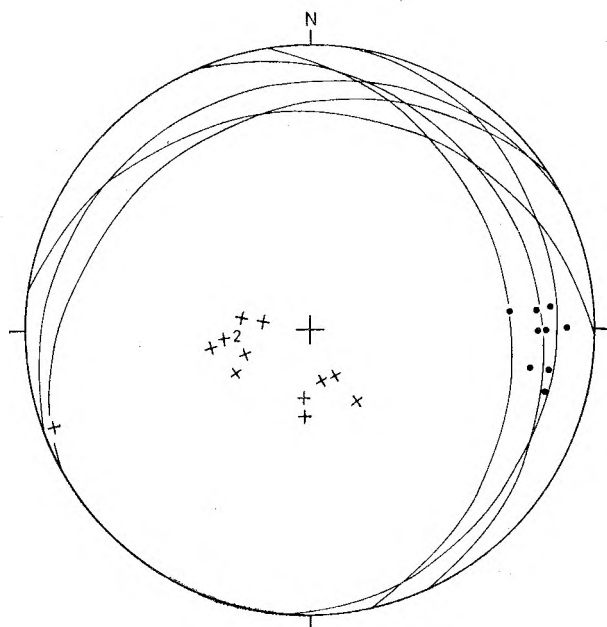


Fig. 16

Orientacja foliacji ( $S_1$ ) w formacji zieleńcowej. Wzgórze Marciniac na E od Wojcieszowa

Krzyżyki—bieguny foliacji ( $S_1$ ); kropki—lineacja  $L_2$ ; cyfra dwa—pomiar

Orientation of foliation in greenschist-formation. The Marciniac hill the east from Wojcieszów

Crosses— $\pi$  poles to the foliation planes; dots—lineation  $L_2$

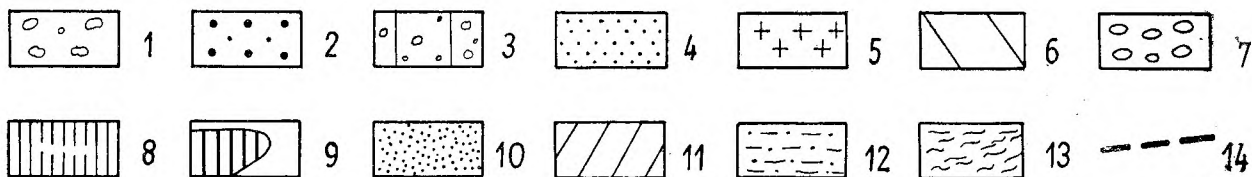
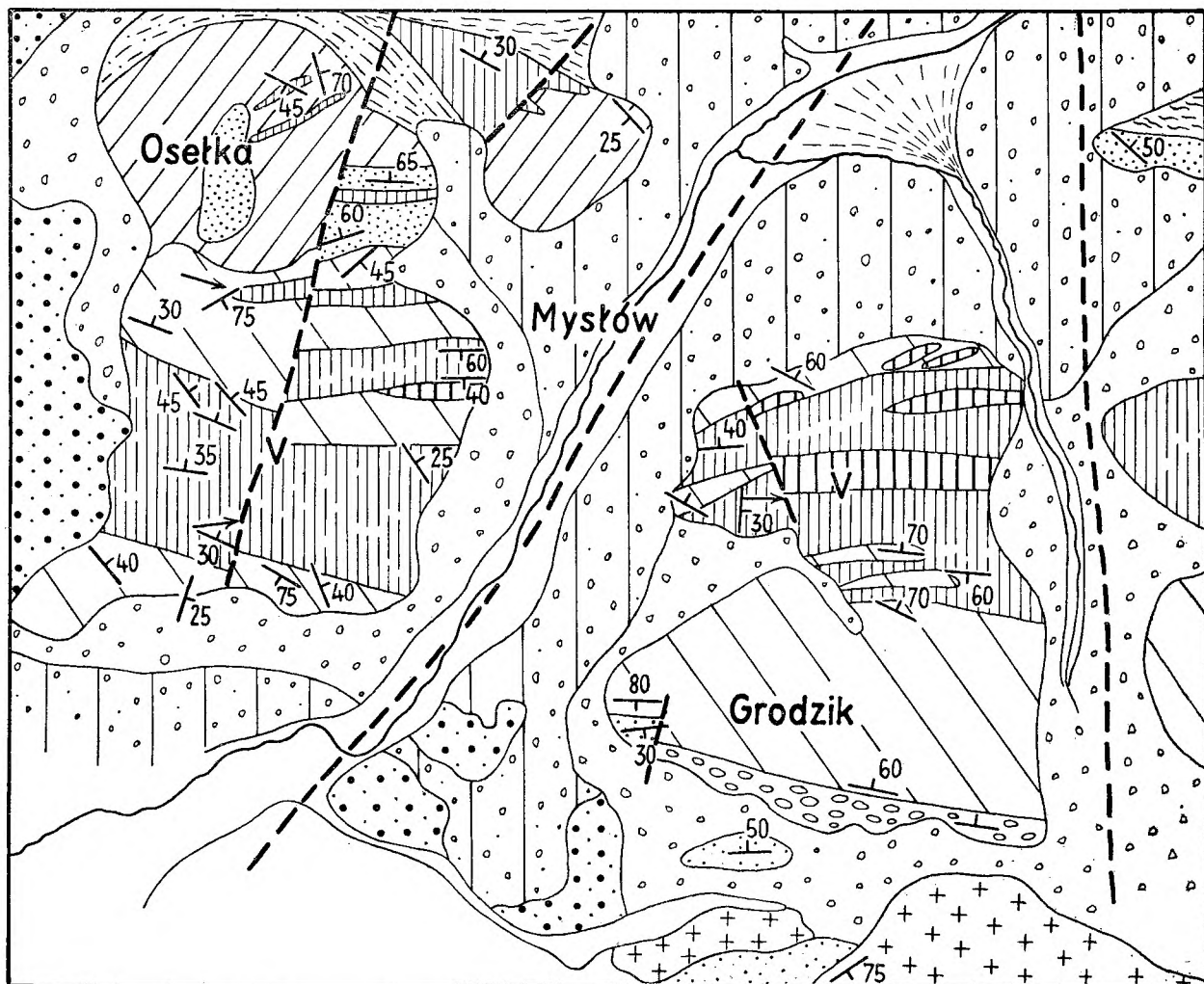


Fig. 17

Szkicowa mapa geologiczna okolic Mysłowa (na E od Wojcieszowa)

1 - gliny deluwialne; 2 - piaski i żwirny wodno-lodowcowe; 3 - gliny deluwialne na piaskach i żwirach wodno-lodowcowych; jednostka Dobromierza: 4 - ordowik, szare metalupki, 5 - kambr górny i środkowy?, łupki zielenicowe; jednostka Bolkowa: 6 - kambr górny i środkowy?, łupki zielenicowe, 7 - kambr górny i środkowy?, zielenice poduszkowe, 8 - kambr górny i środkowy?, porfiroidy, 9 - kambr górny i środkowy?, zielenice masywne (spility), 10 - kambr dolny, wapień wojcieszowski górny, 11 - kambr dolny, wapień wojcieszowski dolny, 12 - eokambr, warstwy radzimowickie, łupki serycytowe, 13 - eokambr, warstwy radzimowickie, łupki albitowo-serycytowe z pigmentem grafitowym; 14 - uskoki

Geological sketch-map of the Mysłów environs (E from Wojcieszków)

1 - residual loams; 2 - sands and gravels, fluvioglacial; 3 - residual loams on sands and gravels; Dobromierz unit: 4 - Ordovician gray slates, 5 - Upper and Middle Cambrian?, greenschists; Bolków unit: 6 - Upper and Middle Cambrian?, greenschists, 7 - Upper and Middle Cambrian?, pillow lavas, 8 - Upper and Middle Cambrian?, porphyroides, 9 - Upper and Middle Cambrian?, massive greenstones (spillites), 10 - Lower Cambrian, Wojcieszów limestones upper part, 11 - Lower Cambrian, Wojcieszów limestones lower part, 12 - Eocambrian, Radzimowice beds, sericite schists, 13 - Eocambrian, Radzimowice beds, albite sericite schists with a graphite pigment; 14 - faults



stepują struktury liniowe drugiej generacji ( $F_2$ ) nachylone łagodnie ku wschodowi. Cyfrą V zaznaczono na mapce obszary, w których wykonane zostały pomiary spekań w porfiroidach, w łupakach zieleńcowych i spilitach.

mezofaldów. Maksimum IV jest stosunkowo słabe i odpowiada diaklazom NNW–SSE. Niewielkie są również maksima V, VI i VII. Maksima ujawniające się na figurze 18 układają się w dwa pasy podane na diagramie. Ich bieguny  $\Pi_1$  i  $\Pi_2$  odległe są od siebie o około  $80^\circ$ . Pas łączący maksima II, V, VI i VII leży bardzo blisko pasa, w którym układają się bieguny foliacji  $S_1$  (fig. 19). Spekania wymienionych maksimów mogą być predysponowane przez układ foliacji przynajmniej częściowo.

Pas zawierający maksima I, III i IV mógłby być spowodowany rotacją stressów w czasie rozwijającej się deformacji, przy czym oś rotacji wyznaczona przez biegun pasa  $\Pi_2$  była prawie pionowa.

SPEKANIA W SKALCE SPILITOWEJ 450 M NA PÓŁNOC OD WZGÓRZA GRODZIK W MYSŁOWIE

Chodzi tu o tę samą skałkę, dla której sporządzono trzy poprzednio opisane diagramy spekań (fig. 4–6). Każdy z nich oparty był

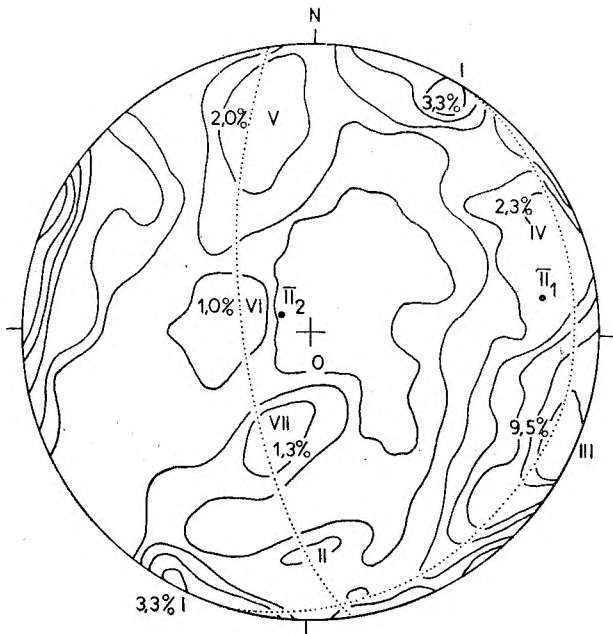


Fig. 18

Orientacja spekań w porfiroidach. Skałki w Mysławie na E od Wojcieszowa

306 pomiarów; kontury: 0, 0,5, 1, 2, 3, 5, 7, 9%. I–VII – maksima koncentracji biegunów

Orientation of joints in the porphyroides. Craggs in Mysłów easternward from Wojcieszów

306 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 0,5, 1, 2, 3, 5, 7, 9%. I–VII – maxima of the  $\pi$  poles concentration

SPEKANIA W PORFIROIDACH

Spekania w porfiroidach okolic Mysłowa wykazują dość dużą dyspersję, jak to wskazuje diagram na figurze 18. Skupiają się one w siedmiu maksimach o różnych wielkościach i różnym zasięgu. Maksimum I obejmuje spekania pionowe o biegu WNW–EES, równoległe do uskoku wzgórza Osełka. Bardzo słabe maksimum II odpowiada diaklazom zapadającym stromo ku N, a przebiegającym równoległe do osi siodła Bolków–Wojcieszów.

Najsilniej zaznaczone jest maksimum III (9,5%), skupiające bardzo strome diaklasy o przebiegu NNE–SSW. Maksimum to leży w polu, w którym przecinają się duże łuki wykreślone dla pomiarów foliacji  $S_1$  (fig. 19). Przecięcia te są efektem występowania mezofaldów  $F_2$ . Maksimum III może zatem reprezentować spekania *ac* wymienionej generacji

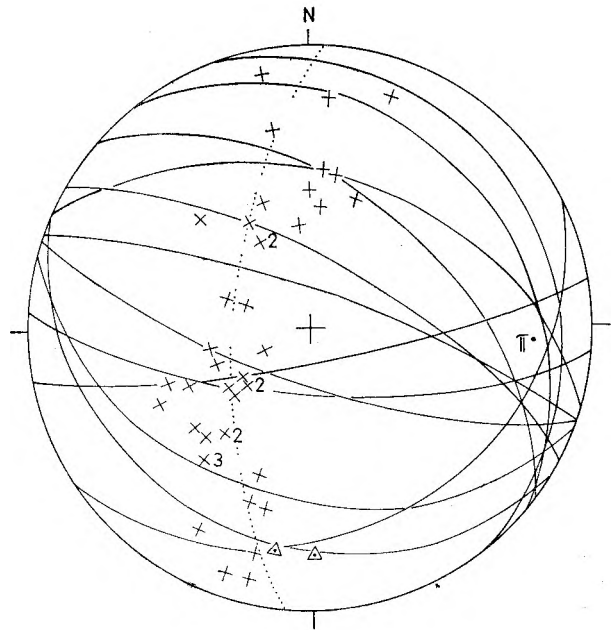


Fig. 19

Orientacja foliacji w formacji zieleńcowej. Mysłów na E od Wojcieszowa

Krzyżyki – bieguny powierzchni foliacji ( $S_1$ ); duże koła – powierzchnie foliacji ( $S_1$ ); trójkąty – bieguny powierzchni wtórnego złupkowania ( $S_2$ )

Orientation of foliation in green schist-formation. Mysłów easternward from Wojcieszów

Crosses –  $\pi$  poles to the foliation planes ( $S_1$ ); great circles – foliation planes ( $S_1$ ); triangles –  $\pi$  poles to the secondary cleavage ( $S_2$ )

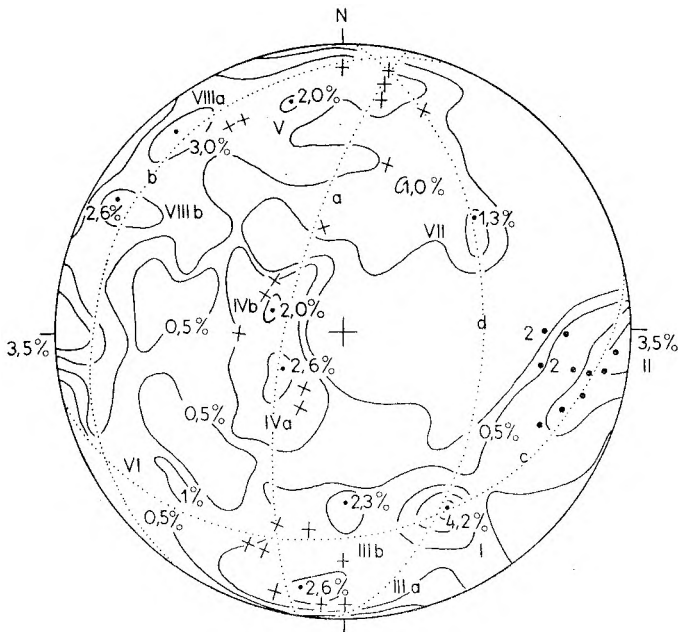


Fig. 20

Orientacja spękań w skałce spilitowej około 450 m na N od wzgórza Grodzik 612,4 m n.p.m. w Mysławie 309 pomiarów; kontury: 0,5, 1, 2, 3, 4%. I–VIIIb –maksima koncentracji biegunów

Orientation of joints in the spilitite crag about 450 m towards the north from the Grodzik hill (612,4 m), near Mysłów

309 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0,5, 1, 2, 3, 4%. I–VIIIb –maxima of poles concentrations

na 100 pomiarach wykonanych w różnej części skałki. Diagramy te były omówione powyżej jako przykład dużej zmienności w ukierunkowaniu spękań na niewielkiej odległości.

Diagram na figurze 20 wykreślony został dla spękań w skałce spilitowej na podstawie 309 pomiarów. Jego charakter jest podobny do zacytowanych diagramów na figurach 4–6. Zaznacza się bowiem duża dyspersja diałkraz wyrażająca się występowaniem wielu niewielkich maksimum koncentracji.

Największe maksimum I (4,2%) skupia spękania nachylone dość stromo ku NW. Maksimum II (3,5%) leży w polu rozrzutu struktur liniowych  $F_2$ , a także jest równoległe do dużego uskoku, który przecina południowe skrzydło siodła Bolków–Wojcieszów na E od wzgórza Grodzik. Maksimum to może zawierać szczeliny  $ac$  prostopadłe do drugiej generacji struktur liniowych. Maksima IIIa, IVa, IVb i V leżą w pasie oznaczonym symbolem  $a$ , w którym grupują się bieguny foliacji  $S_1$ . Skupiają one spękania zapewne w dużej mierze predysponowane przez tę foliację (por. fig. 20 i 21). Pozostałe maksima wykazują tendencję do

utworzenia trzech dalszych pasów:  $b$ ,  $c$  i  $d$ . Być może jest to efekt rotacji stressów przynajmniej w pewnej mierze. Spękania w maksimach VIIIa i VIIIb są mniej więcej równoległe do dyslokacji Mysłowa.

POMIARY SPĘKAŃ SKALNYCH  
W FORMACJI ZIELEŃCOWEJ  
JEDNOSTKI DOBROMIERZA  
MIĘDZY BOLKOWEM A SADAMI DOLNYMI  
(WZGÓRZA NA EES OD BOLKOWA)

Szkie geologiczny okolicy przedstawia figura 22. W zachodniej części obszaru objętego szkicem dominują w krajobrazie wzgórza zbudowane z różnych elementów formacji zieleńcowej. Są to epimetamorficzne lawy, tufy i tufity spilitowe, objęte zespołową nazwą formacji zieleńcowej. Zalicza się je do środkowego i górnego kambru umownie, brak bowiem na to jakichkolwiek bezpośrednich dowodów.

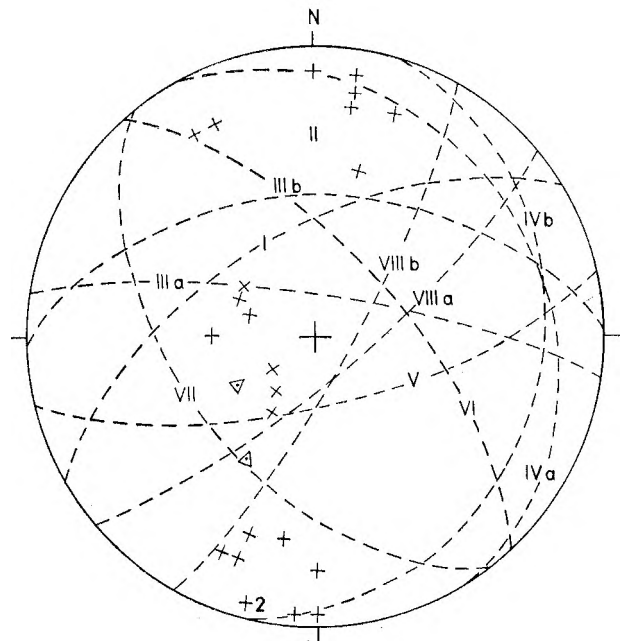


Fig. 21

Orientacja spękań, foliacji i wtórnego złupkowania w skałce spilitowej w Mysławie (lokalizacja jak na fig. 20)

I–VIIIb –duże koła do maksimum spękań; krzyżyki –foliacja ( $S_1$ ); trójkąty –wtórne złupkowania; cyfry –ilość pomiarów większa od 1

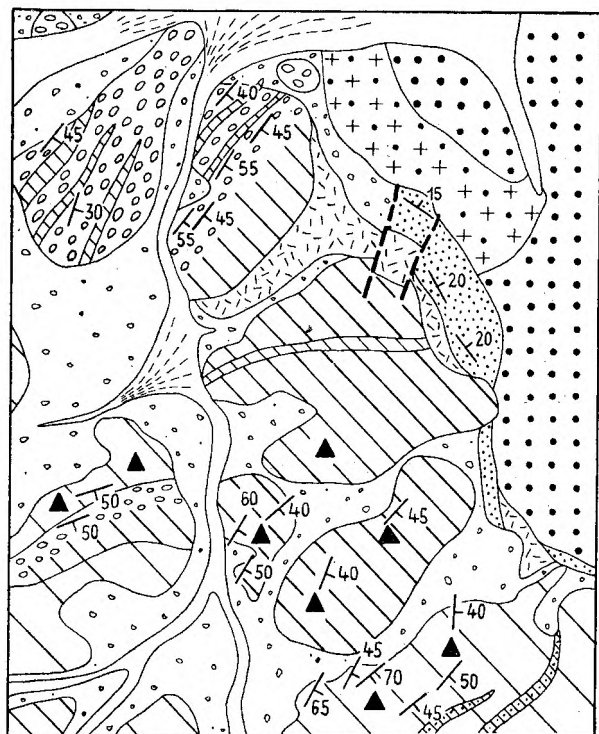
Orientation of joints, foliation and secondary cleavage the spilitite crag near Mysłów (location the same as on the fig. 20)

I–VIIIb –great circles for the  $\pi$  poles maxima to the joint planes; crosses – $\pi$  poles to the foliation planes; triangles – $\pi$  poles to the secondary cleavage; figures –number of measurements if more than one



Obszar zbadany jest fragmentem jednostki strukturalnej wyższego rzędu, którą autor wydzielił jako jednostkę Dobromierza (H. Teisseyre 1956, 1963). Ciągnie się ona na przestrzeni około 25 km między okolicami położonymi na S od Wojcieszowa a brzegiem Sudetów koło Dobromierza. Szerokość tej jednostki waha

się od niespełna 3 km na krańcu zachodnim do około 6 km na krańcu wschodnim. Nachylenie laminacji  $S_0$  i foliacji  $S_1$  jest na ogół monoklinalne. W obrębie wycinka przedstawionego na figurze 22 powierzchnie  $S_1$  i pierwotne uławicenie zapadają zgodnie w kierunkach SE. Jednostka Dobromierza jest wtórnie zafałdo-



0 1km

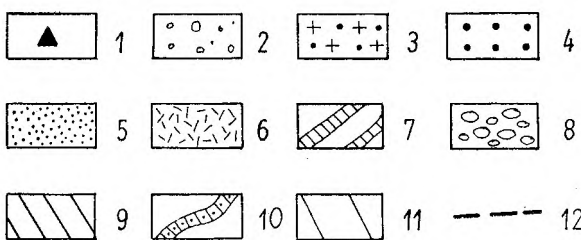


Fig. 22

Szkic geologiczny wzgórz między Bolkowem a Sadami Dolnymi

1 - skałki, w których wykonano pomiary spękań; 2 - gliny deluwialne; 3 - gliny zwałowe; perm dolny: 4 - mułowce i piaskowce, 5 - tufy, 6 - regolity; kambr górny i środkowy?: 7 - lupki serycytowe, chlorytowe i zielenicowe w zielenicach masywnych, 8 - lawy poduszkowe, 9 - zielenice masywne, 10 - lupki serycytowe i chlorytowe w lupkach zielenicowych, 11 - lupki zielenicowe; 12 - uskoki

Geological sketch-map of the hills between Bolków and Sadami Górne

1 - crags in which joints have been measured; 2 - residual loams; 3 - glacial till; Lower Permian: 4 - mudstones and sandstones, 5 - tuffs, 6 - regolites; Upper and Middle Cambrian?: 7 - sericite-chlorite schists and greenstones in the massive greenstones, 8 - pillow lavas, 9 - massive greenstones, 10 - sericite- and chlorite schists in greenstones, 11 - greenstones; 12 - faults

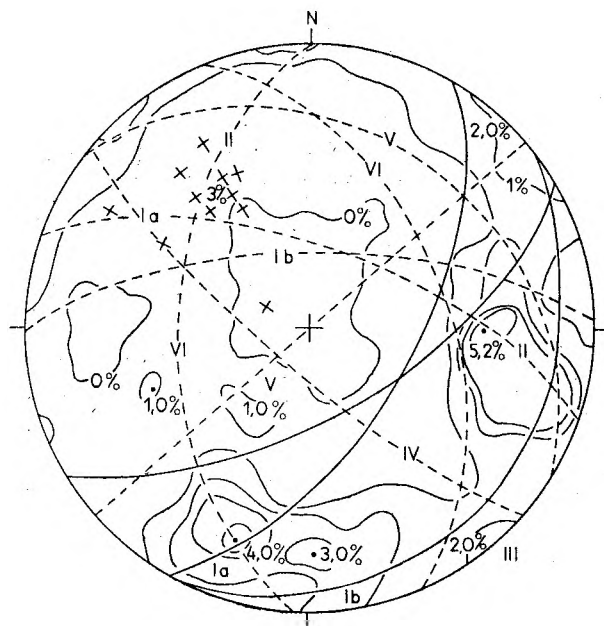


Fig. 23

Orientacja spękań w formacji zielenicowej jednostki Dobromierza. Wzgórza między Bolkowem a Sadami Dolnymi

400 pomiarów; kontury: 0, 1, 2, 3, 4%. Krzyżyki - bieguny powierzchni foliacji ( $S_1$ ); koła kresłone linią ciągłą - wybrane powierzchnie foliacji ( $S_1$ ); Ia - VI - maksima koncentracji biegunów spękań i przynależne do nich duże koła (łuki kreskowane)

Orientation of joints in greenschist-formation of the Dobromierz unit. The hills between Bolków and Sadami Dolne

400 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 1, 2, 3, 4%. Crosses: -  $\pi$  poles to the foliation planes ( $S_1$ ); solid circles - chosen foliation planes ( $S_1$ ); Ia - VI - poles to the joint planes maxima and the corresponding great circles (broken)

wana. Przecinają ją liczne poprzeczne i diagonalne uskoki.

Wschodnia część obszaru (fig. 22) zajęta jest przez skały dolnego permu, który wypełnia zapadlisko tektoniczne wydłużone w kierunku merydionalnym. Jest to zapadlisko Wolbromki.

Diagram przedstawiony na figurze 23 odnosi się od skał zielenicowych jednostki Dobromierza, odsłaniających się między Bolkowem a Sadami Dolnymi. Punkty pomiarowe zaznaczono na figurze 22. Izolinie na diagramie oparte są na 400 pomiarach spękań. W diagramie tym uderza dość duża dyspersja dia-

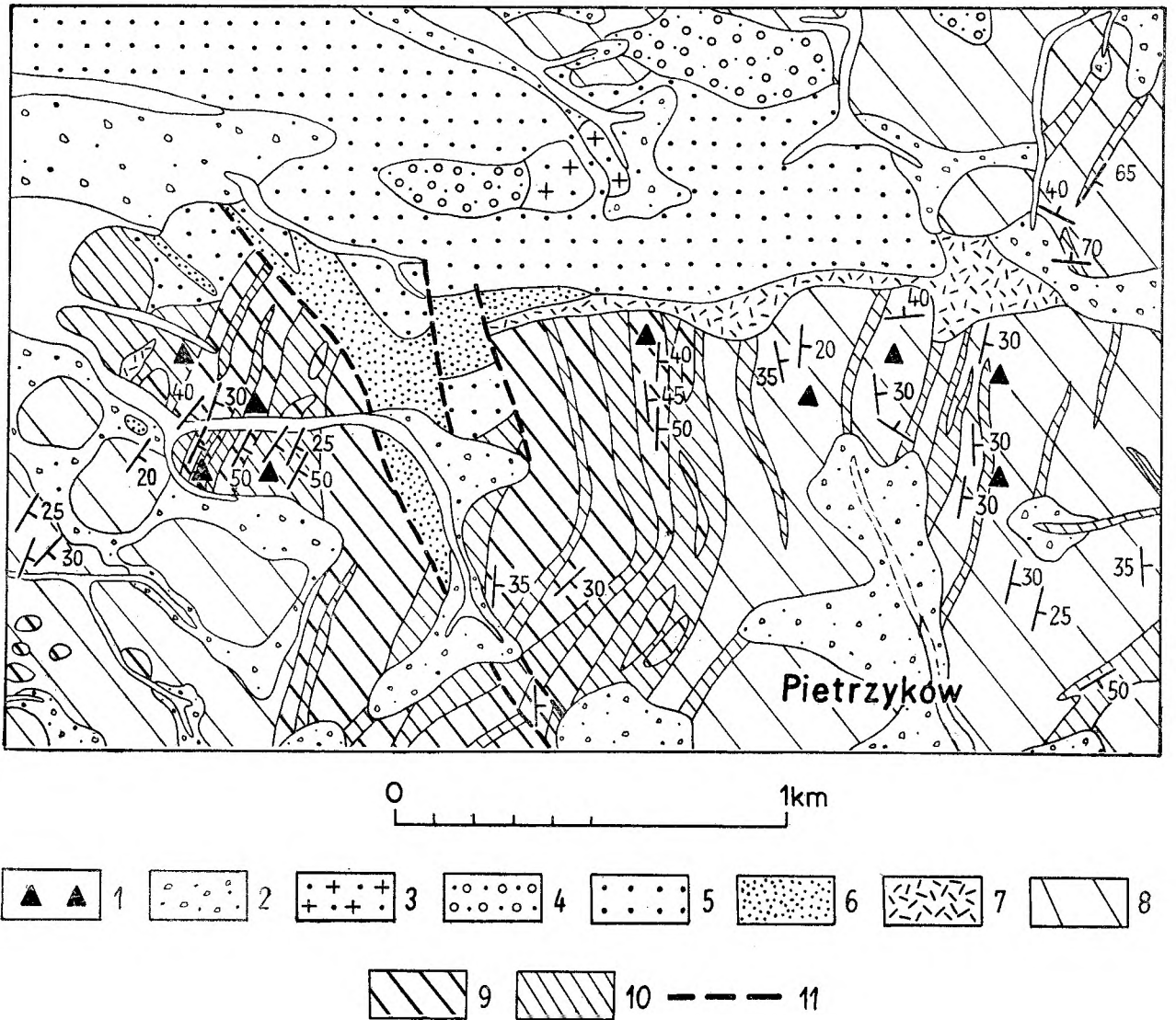


Fig. 24

## Szkic geologiczny wzgórz między Dobromierzem a Sadami Dolnymi

1 – punkty pomiarowe; 2 – gliny deluwialne; 3 – gliny zwałowe; 4 – piaski i żwiry wodno-lodowcowe; perm dolny: 5 – mułowce piaskowce z wkładkami drobnoziarnistych zlepieńców, 6 – tufy, 7 – regolity; formacja zieleńcowa jednostki Dobromierza: 8 – łupki zieleńcowe, 9 – zieleńce masywne, 10 – wkładki łupków serycytowych i chlorytowych; 11 – uskoki

## Geological sketch-map of the hills between Dobromierz and Sady Dolne

1 – points where measurements have been executed; 2 – residual loams; 3 – glacial till; 4 – fluvioglacial sands and gravels; Lower Permian: 5 – mudstones and sandstones with intercalations of fine grained conglomerates, 6 – tuffs, 7 – regolites; greenschist formation of the Dobromierz unit: 8 – greenschists, 9 – massive greenstones, 10 – intercalations of sericite- and chlorite schists; 11 – faults

i dwa wyraźne ich skupienia. Pierwsze z nich rozbite na dwa maksima *Ia* i *Ib* odpowiada spękanom zapadającym stromo ku N, a równoległym lub prawie równoległym do przebiegu osi siodła Bolków – Wojcieszów. Spękania koncentrujące się w maksimum *Ia* (4%) są dokładnie równoległe do maksimum kierunków struktur liniowych  $F_2 + L_2$  w najbliższej i dalszej okolicy.

Maksimum spękań *II* (5,2%) w przybliżeniu pokrywa się z polem zajęтым przez wyżej

wspomniane struktury liniowe drugiej generacji. W znacznej mierze skupia ono pęknięcia *ac* związane z tymi strukturami.

POMIARY SPĘKAŃ SKALNYCH W FORMACJI ZIELEŃCOWEJ JEDNOSTKI DOBROMIERZA MIĘDZY DOBROMIERZEM A SADAMI DOLNYMI (NA WSCHÓD OD DOBROMIERZA)

Figura 24 przedstawia obszar między Dobromierzem a Sadami Dolnymi. W południowej

i wschodniej części tego obszaru występują różne odmiany skalne formacji zieleńcowej. Kierunki zapadu pierwotnego uławicenia i foliacji  $S_1$  są dość zmienne, w przewadze jednakże zwrócone są ku E lub SE, pod miernymi kątami. W Pietrzykowie w intersekcji mapy

ciami mniej lub więcej równoległymi do powierzchni osiowych tych struktur. Ich osie są nachylone najczęściej w kierunku EES pod kątem około  $30^\circ$ , dając wyraźne, ale wydłużone maksimum. Silne wydłużenie tego maksimum w kierunku SE może być spowodowane nakładaniem się na struktury  $F_2$  bliżej nieokreślonej młodszej generacji fałdowej. Zagadnienia tego nie zdołano jednakże rozstrzygnąć w terenie.

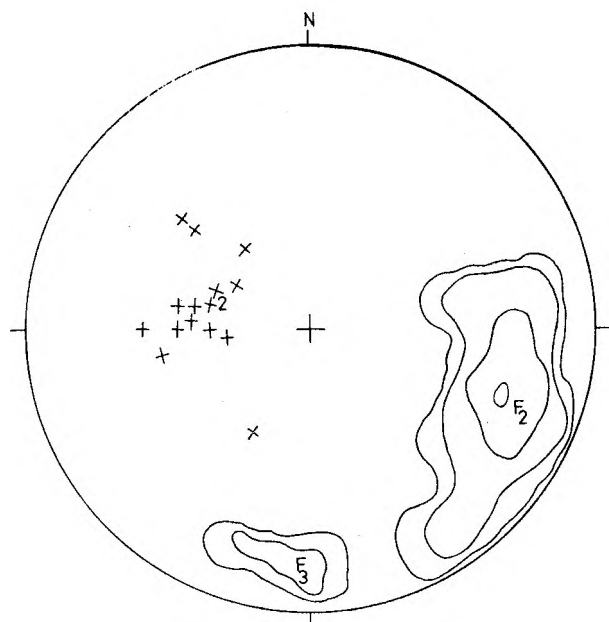


Fig. 25

Orientacja drobnych fałdów i foliacji w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Wzgórza między Dobromierzem a Sadami Dolnymi

91 pomiarów drobnych fałdów; kontury: 0, 1, 10, 20, 30%. Krzyżyki - bieguny powierzchni foliacji ( $S_1$ ); cyfry - ilość pomiarów większa od 1

Orientation of minor fold and foliation in greenschist-formation of the Dobromierz unit. The hills between Dobromierz and Sady Dolne

91 measurements of the minor fold axes; contours: 0, 1, 10, 20, 30%. Crosses -  $\pi$  poles to the foliation planes ( $S_1$ ); figures - number of measurements if more than one

zaznacza się płaska wtórna antyklina, której oś nachyla się łagodnie ku EES. Północno-zachodnią część obszaru objętego zdjęciem budują skały czerwonego spągowca. Ukazują się one również między uskokami w środkowej części mapy. Omawiany czerwony spągowiec należy do zapadliska Wolbromki, podobnie jak czerwony spągowiec zaznaczony na figurze 22.

Na obszarze badanym (fig. 24) pomierzono w zieleńcowych łupkach 91 mezofałdów. Otrzymany rezultat przedstawiono na diagramie kumulatywnym na figurze 25.

Na pierwszy plan wybijają się mezofałdy drugiej generacji, często podkreślane pęknię-

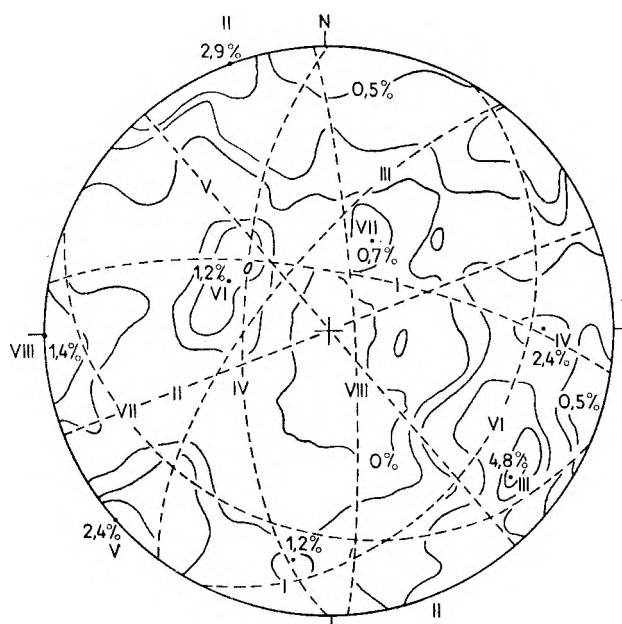


Fig. 26

Orientacja spękań w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Wzgórza między Dobromierzem a Sadami Dolnymi

412 pomiarów; kontury: 0, 0,5, 1, 2, 3, 4%. I - VIII - maksima koncentracji biegunów spękań i odpowiadające im duże koła

Orientation of joints in greenschist-formation of the Dobromierz unit. The hills between Dobromierz and Sady Dolne

412 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 0,5, 1, 2, 3, 4%. I - VIII - maxima concentrations of  $\pi$  poles

Drugie maksimum, znacznie słabsze od opisanego, tworzą mezofałdy, których osie zainicjują się łagodnie ku S względnie SE. Najprawdopodobniej jest to trzecia generacja drobnych struktur liniowych. Można do tego dorzucić, że mezofałdy  $F_2$  są zawsze otwarte, czasem asymetryczne, zaś struktury zaliczone warunkowo do generacji trzeciej mają najczęściej charakter bardziej płaskich fałdków załamowych.

W dziewięciu odkrywkach skał zieleńcowych między Dobromierzem a Sadami Dolnymi uzy-

skano 412 pomiarów spękań. Diagram kumulatywny wykreślony na podstawie tych pomiarów przedstawia figura 26. Podobnie jak na wielu poprzednich wykresach można na nim stwierdzić duże rozproszenie kierunków spękań, które układają się w osiem niewielkich maksimum. Maksimum *I* pokrywa się z lineacją zaliczoną warunkowo do generacji trzeciej. Być może skupiają się tu pęknięcia

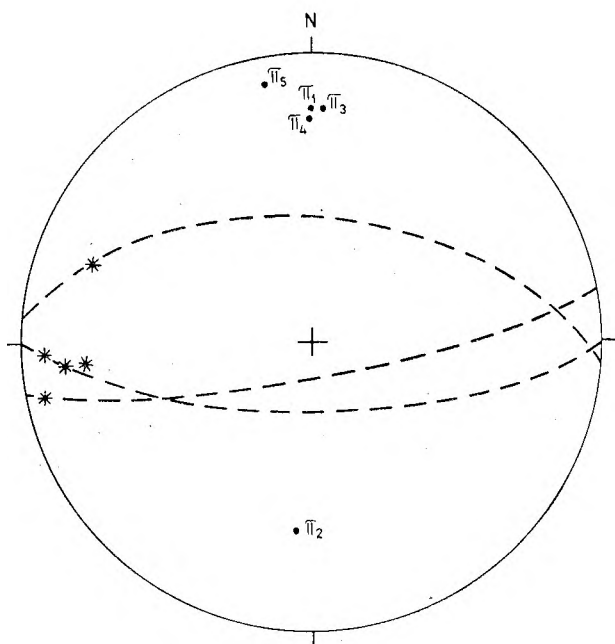


Fig. 27

Orientacja drobnych uskoków w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Wzgórza między Dobromierzem a Sadami Dolnymi

Kropki – bieguny pięciu drobnych uskoków; kola kreskowane – powierzchnie trzech skrajnych uskoków; gwiazdki – rysy na powierzchniach uskokowych

Orientation of small faults in greenschist-formation of the Dobromierz unit. The hills between Dobromierz and Sady Dolne

Dots –  $\pi$  poles to five small faults; great circles – planes of three chosen faults; stars – striations on the fault planes

ac tej lineacji. Najwyższe maksimum *III* (4,8%) i maksimum *IV* w znacznej mierze pokrywają się z polem rozrzutu struktur liniowych  $F_2$  i zawierają zapewne między innymi także szczeliny ac tejże generacji struktur. Pozostałe szczegóły diagramu są raczej trudne do interpretacji.

Ciekawy jest natomiast diagram na figurze 27, na którym zaznaczono położenie ślizgów drobnych uskoków znalezionych w omawianym terenie. Przebieg ślizgów jest równoleżnikowy lub zbliżony. Rysy na ślizgach są subhoryzontalne.

#### POMIARY SPĘKAŃ SKALNYCH W OKOLICY PIETRZYKOWA I CIESZOWA (NA POŁUDNIE OD DOBROMIERZA)

Budowa geologiczna okolic Pietrzykowa i Cieszowa przedstawiona jest na figurze 28. Budowa ta jest wielce skomplikowana, a zespół skalny urozmaicony. NW wycinek obszaru przedstawionego na figurze zajmują łupki zieleńcowe jednostki Dobromierza. W pozostałej części terenu występują skały metamorficzne jednostki Cieszowa przefaladowane z utworami górnego dewonu i kulmu depresji Świebodzic. Cały teren pocięty jest licznymi i różnie ukierunkowanymi dyslokacjami. W NE części figury zaznaczono uskok sudecki brzeżny przebiegający tu w kierunku NNW – SSE.

Najniższe ogniwo skalne jednostki Cieszowa reprezentowane jest przez spility na ogół masywne, lecz silnie spękane. Wyżej leżą kataklazyty i mylonity z Cieszowa (Smulikowski 1956), następnie tufogeniczne łupki chlorytowe z soczewkami wapieni krystalicznych i szare metałupki ordowiku. Spilitom towarzyszą wkładki materiału tufogenicznego. Spility, kataklazyty i mylonity z Cieszowa, a także łupki chlorytowe zalicza się na ogół do wyższego kambru, jednakże bez jakichkolwiek bezpośrednich dowodów.

#### SPĘKANIA W ŁUPKACH ZIELEŃCOWYCH BEZPOŚREDNIO NA POŁUDNIE OD PIETRZYKOWA

Na lewym brzegu Strzegomki odsłania się duży łom, prawy stok doliny zdobią liczne skałki. W punktach tych dokonano 416 pomiarów spękań, które posłużyły do skonstruowania diagramu przedstawionego na figurze 29. Na diagramie tym zaznacza się maksimum *I* wielkością znacznie przewyższające pozostałe kierunki diaklaz. Maksimum to skupia pionowe i bardzo strome diaklazy przebiegające prawie południkowo, równoległe do uskoku o kierunku N – S, który towarzyszy przełomowemu odcinkowi Strzegomki. Na obecność takiego uskoku wskazuje fakt, że granice wydzieleni po wschodniej stronie doliny są przesunięte względem granic po stronie zachodniej.

Maksima *II*, *III* i *IV* grupują pęknięcia zapadające dość stromo w kierunku NW, N i NE. Razem maksima *I*, *II*, *III* i *IV* tworzą pas, którego oś ( $\pi$ ) nachyla się pod średnim kątem ku NNE. Drobne maksima *V*, *VI* i *VII*

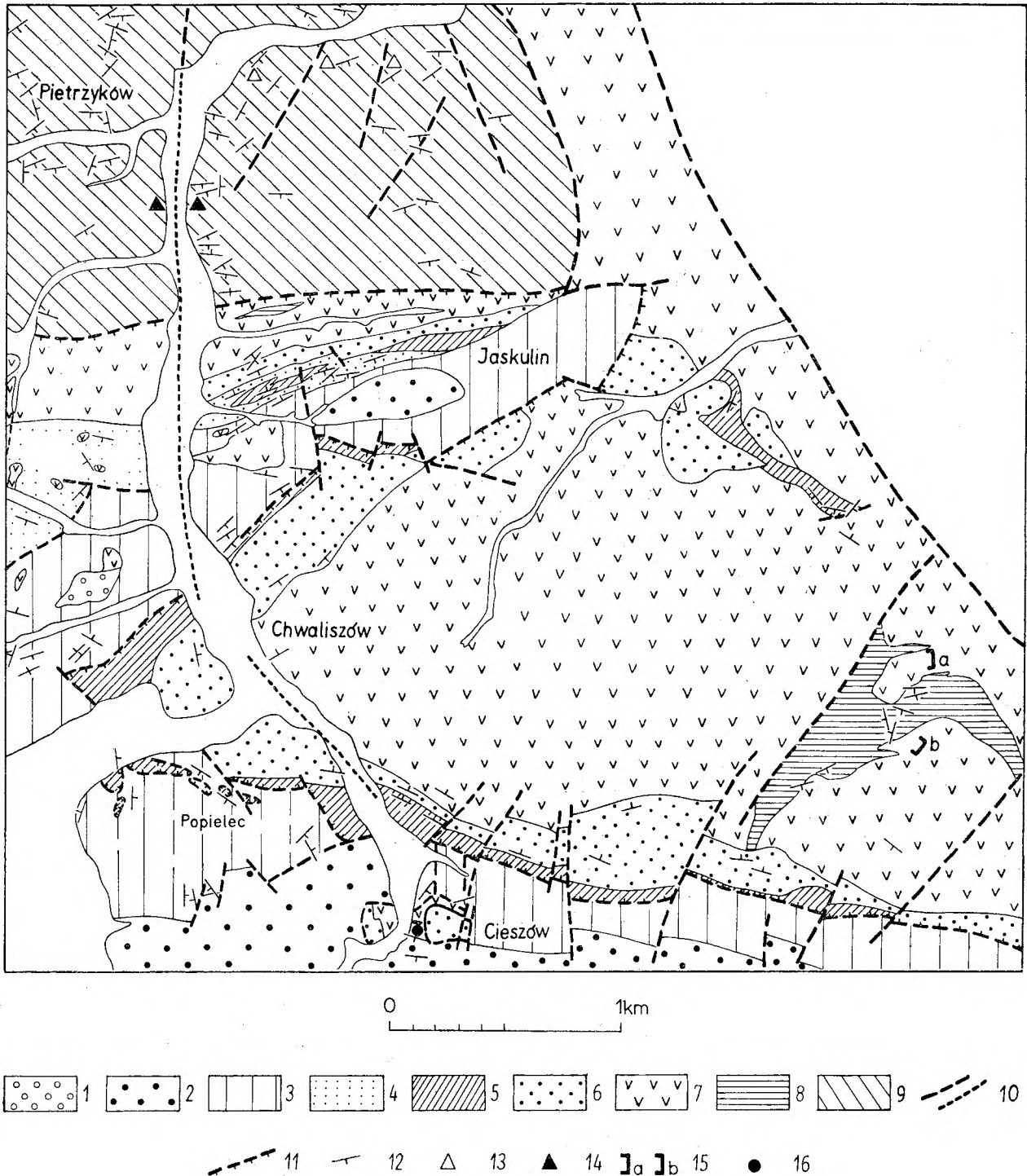


Fig. 28

Szkic geologiczny brzeżnej partii Sudetów na S od Dobromierza

1 - trzeciorzęd?, żwiry rzeczne; 2 - karbon dolny, kuhl z Chwaliszowa; 3 - dewon górny, mułowce i szaroglazy; 4 - ordowik, szare metalupki; kambry górny i środkowy?; 5 - łupki chlorytowe z soczewkami wapieni krystalicznych, 6 - kataklazyty i mylonity, 7 - spillity, 8 - łupki tufogeniczne, adinole i rogowce (5-8 - jednostka Cieszowa); 9 - łupki zielenicowe jednostki Dobromierza; 10 - uskoki; 11 - nasunięcia; 12 - biegi i upady foliacji ( $S_1$ ); 13-16 - punkty pomiarowe

Geological sketch-map of the marginal part of Sudetes to the south from Dobromierz

1 - Tertiary?, gravels; 2 - Lower Carboniferous, Culm from Chwaliszów; 3 - Upper Devonian, mudstones and graywackes; 4 - Ordovician, gray slates; Upper and Middle Cambrian: 5 - chlorite schists with limestone lenses, 6 - cataclasites and mylonites, 7 - spillites, 8 - tuffites, adinole and cherts (5-8 - Cieszów unite, Upper and Middle Cambrian?); 9 - greenschists of the Dobromierz unit (Upper and Middle Cambrian?); 10 - faults; 11 - thrusts; 12 - strike and dip of the foliation ( $S_1$ ); 13-16 - points where measurements have been executed

odpowiadają zgrupowaniu nielicznych spękań o biegu NW—SE pionowych lub nachylonych ku SE.

Na diagramie na figurze 30 przedstawiono położenie powierzchni foliacji  $S_1$ , wtórnego złupkowania  $S_2$  oraz lineacji w tych samych

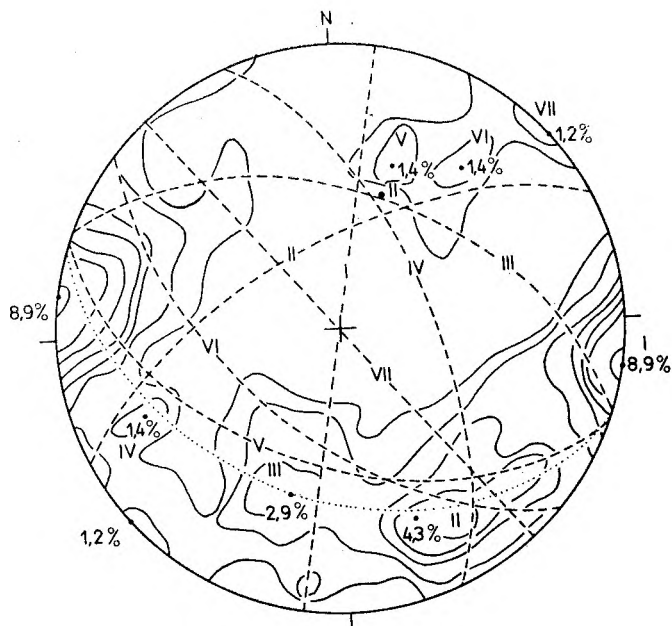


Fig. 29

Orientacja spękań w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Pietrzyków, punkty pomiarowe 14 fig. 28 416 pomiarów; kontury: 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 8%. I—VII—maksyma koncentracji biegunów i odpowiadające im duże koła

Orientation of joints in the greenschists-formation of the Dobromierz unit. Pietrzyków, points where the measurements have been executed fig. 28, 14

416 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 8%. I—VII— $\pi$  poles concentration and the corresponding great circles

odkrywkach. Lineacja o kierunku EEN i SE przynależy do drugiej grupy struktur liniowych. Tu też zaliczyć należy dwa pomiary lineacji mieszczące się w kwadrancie NW. Przynależność pozostałych lineacji nie jest zupełnie jasna.

Porównując diagramy na figurze 29 i 30 widzimy, że pas spękań obejmujących maksimum I, II, III i IV układa się stromo względem foliacji  $S_1$ .

SPĘKANIA W ŁUPKACH ZIELEŃCOWYCH JEDNOSTKI DOBROMIERZA W RÓWNOLEŻNIKOWYM ODCINKU DOLINY STRZEGOMKI NA WSCHÓD OD PIETRZYKOWA

Prawe, silnie skaliste zbocze doliny Strzegomki, na którym wykonano pomiary poniżej Pietrzykowa, pocięte jest uskokami. Na

figurze 28 zaznaczono trzy uskoki o kierunku NE—SW i jeden N—S. Są to uskoki przypuszczalne. Niezależnie od nich w odkrywkach naturalnych natrafiono tu na 12 ślizgów drobnych uskoków, które nie zaznaczają się w intersekcji mapy geologicznej (fig. 31).

Połowa tych ślizgów to strome, drobne dyslokacje o przebiegu NNE—SSW lub N—S. Dwa ślizgi przebiegają prawie równoleżnikowo i zamykając między sobą kąt około  $75^\circ$  mogą należeć do sprzężonych powierzchni ścinających. Trzy dyslokacje przebiegają w kwadrantach NW—SE i są nachylone w kierunkach NE, zaś jedna nachyla się pod kątem około  $50^\circ$  ku SE. Uwagę zwraca fakt, że rysy na powierzchniach ślizgowych drobnych uskoków są nachylone pod miernym lub bardzo małym kątem. Brak jest stromych kierunków wzajemnego przemieszczania się mas skalnych na drobnych uskokach.

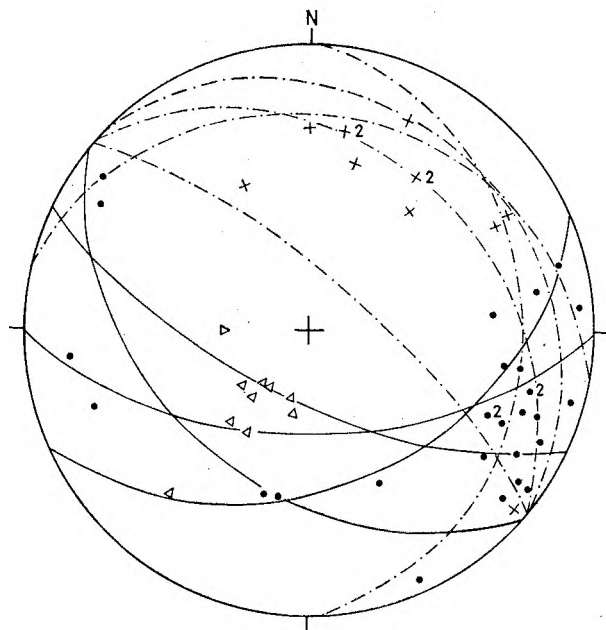


Fig. 30

Orientacja struktur liniowych, foliacji i złupkowania w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Pietrzyków, punkty pomiarowe 14 na fig. 28

Punkty—struktury liniowe; krzyżki—powierzchnie foliacji ( $S_1$ ); trójkąty—wtórne złupkowanie; łuki ciągłe—powierzchnie foliacji ( $S_1$ ); koła kreska-kropka—powierzchnie wtórnego złupkowania; cyfry—ilość pomiarów większa od 1

Orientation of linear structures, foliation and cleavage in greenschist-formation of the Dobromierz unit.

Pietrzyków, points of measurements fig. 28, 14

Points—linear structures; crosses— $\pi$  poles to the foliation plane ( $S_1$ ); triangles—secondary cleavage planes; solid circles—foliation planes ( $S_1$ ); broken arcs—planes of the secondary cleavage; figures—number of measurements if more than one



Na diagramie przedstawionym na figurze 32 podano wykres kumulatywny dla 207 spękań pomierzonych na tych samych skałkach, w których znaleziono wyżej opisane drobne uskoki. Spękania te tworzą pięć maksimum ułożonych w przybliżeniu w pobliżu jednego pasa. Maksimum *I* (6,2%) układu się mniej więcej zgodnie z drobnymi uskokami, przebiegającymi w kwadrantach NW—SE. Maksimum *II* (6,7%)

nego, z którego jak się zdaje powstały zieleńce odsłaniające się w Pietrzykowie. Zaznaczono na nim ponadto powierzchnie *ac* dwu głównych koncentracji struktur liniowych.

Najwyraźniej występuje zespół struktur liniowych  $F_4$  dając maksimum (15,2%) w SE kwadrancie projekcji. Zespół  $L_2 + F_2$  reprezentowany jest przez maksimum (10,4%) skupiającym lineacje nachylone bardzo słabo ku E i EES. Struktury liniowe  $F_3$  zanurzające się łagodnie ku N lub NNE są bardzo słabo reprezentowane.

Interesująco wypada porównanie diagramów 32 i 33. Okazuje się, że maksimum spękań *II* nachylonych stromo ku NW pokrywa się prawie idealnie z polem rozrzutu mezofałdów  $F_4$ . Nie ulega wątpliwości, że wspomniane maksimum stanowi zbiór spękań *ac* związanych genetycznie z tymi strukturami liniowymi. Uderza również brak spękań *ac* dla struktur liniowych drugiej generacji ( $F_2 + L_2$ ). Charakterystyczne jest również, że wszystkie maksima spękań leżą w strefie przecinania się dużych

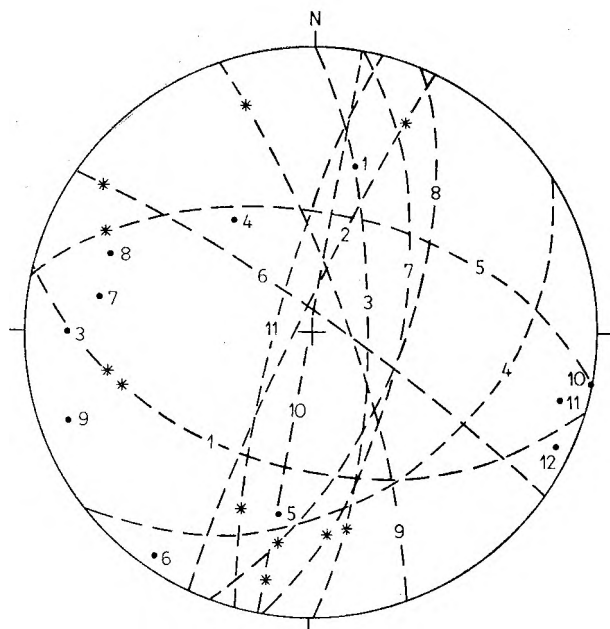


Fig. 31

Orientacja drobnych uskoków w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Pietrzyków, punkty pomiarowe 14 na fig. 28

1—11—powierzchnie drobnych uskoków i ich bieguny; gwiazdki—ryszy na ślizgach uskokowych

Orientation of small faults in the greenschist-formation of the Dobromierz unit. Pietrzyków, points in which measurements have been executed fig. 28, 14

1—11—surfaces of small faults and the corresponding  $\pi$  poles; stars—striations on the fault planes

skupia diaklazy zapadające stromo ku NW. Pozostałe maksima są niewielkie. Jest rzeczą ciekawą, że maksima *II* i *III* oraz *IV* i *V* tworzą pary skupień diaklaz bardzo blisko siebie położonych (rotacje stressu?). Uderza też brak spękań równoległych do drobnych i stromych uskoków o przebiegu NNE—SSW.

Diagram kumulatywny (fig. 33) sporządzono na podstawie 126 pomiarów drobnych struktur liniowych pomierzonych w tych samych odkrywkach, w których badano wyżej opisane spękania i drobne uskoki. Diagram ten podaje ponadto położenie foliacji  $S_1$ , równoległej do laminacji ( $S_0$ ) wyjściowego materiału tufogenicz-

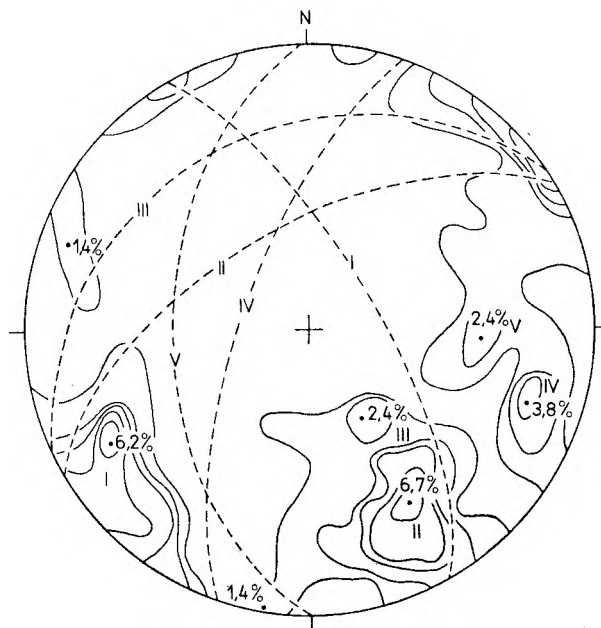


Fig. 32

Orientacja spękań w formacji zieleńcowej jednostki Dobromierza. Pietrzyków, punkty pomiarowe 13 na fig. 28

207 pomiarów; kontury: 1, 2, 3, 4, 6%. I—V—maksima koncentracji biegunów i odpowiadające im duże koła

Orientation of joints in the greenschist-formation of the Dobromierz unit. Pietrzyków, points where measurements have been executed fig. 28, 13

207 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 1, 2, 3, 4, 6%. I—V—maxima of pole concentrations and the corresponding large circles

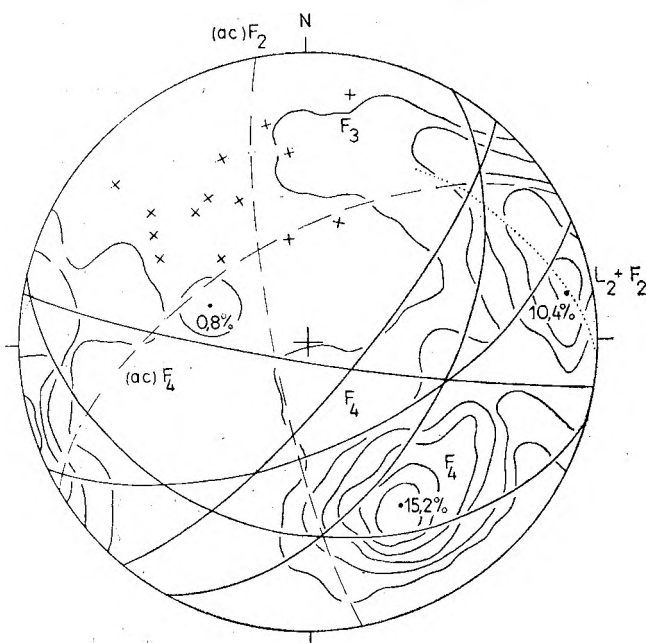


Fig. 33

Orientacja struktur liniowych w formacji zielenicowej jednostki Dobromierza. Pietrzyków, punkty pomiarowe 13 na fig. 28

126 pomiarów; kontury: 0, 1, 2, 4, 8, 12%. Krzyżyki – bieguny powierzchni foliacji ( $S_1$ ); koła cięgie – powierzchnie foliacji ( $S_1$ )

Orientation of linear structures in the greenschist-formation of the Dobromierz unit. Pietrzyków shows where the measurements have been executed, fig. 28, 13 126 measurements; contours: 0, 1, 2, 4, 8, 12%. Crosses – poles to the foliation planes ( $S_1$ ); solid circles – planes of foliation ( $S_1$ )

łuków wykreślonych dla biegunów foliacji ( $S_1$ ). Wynika z tego, że spękania są ułożone raczej stromo względem tej foliacji.

#### SPEKANIA W SPILITACH OKOLIC CIESZOWA

Spility okolic Cieszowa budują rozległy płat o zarysie trójkąta, którego wierzchołek leży w Chwaliszowie, zaś podstawa utworzona jest przez uskoki sudecki brzeżny (fig. 28). Płat ten jest najprawdopodobniej nasunięty z północy na utwory górnego dewonu i został przez autora opisany jako płat (element) Jaskulina (H. Teisseyre 1968b). Przecinają go liczne i różnie ukierunkowane dyslokacje, a ogranicza linia intersekcyjna nasunięcia.

W spilitach płata Jaskulina mierzono spękania i drobne ślizgi uskokowe w dwu starych łomach zaznaczonych na figurze 28 literami *a*, *b*.

W łomach tych pomierzono 254 spękań, na podstawie których wykreślono diagram kumulatywny przedstawiony na figurze 34.

Diagram ten jest różny od wszystkich dotychczas omówionych. Bieguny spękań wykazują tendencję do skupiania się na peryferii diagramu i do utworzenia pierścienia peryferycznego. Pierścień taki otrzymamy, jeśli centrum projekcji przesuniemy o 10 do kilkunastu stopni ku wschodowi.

Wydaje się, że spękania w spilitach tego płata są w zasadzie natury termicznej i powstały w znacznej mierze w czasie ostygnięcia pokrywy lawowej. Pierścieniowy układ biegunów spękań można bowiem w ten sposób tłumaczyć. Teren jest tektonicznie silnie zakłócony i niewątpliwie maksima koncentracji biegunów spękań nałożone na omówiony pierścień są przynajmniej częściowo tektonicznego pochodzenia.

Za silnym tektonicznym zaangażowaniem skał płata Jaskulina przemawia nie tylko mapka na figurze 28, lecz również diagramy na figurze 35 i 36. Pierwszy z nich przedstawia ślizgi drobnych uskoków w starym kamieniołomie zaznaczonym na mapce szkicowej (fig. 28) literą *b*, drugi odnosi się do łomu oznaczonego literą *a*.

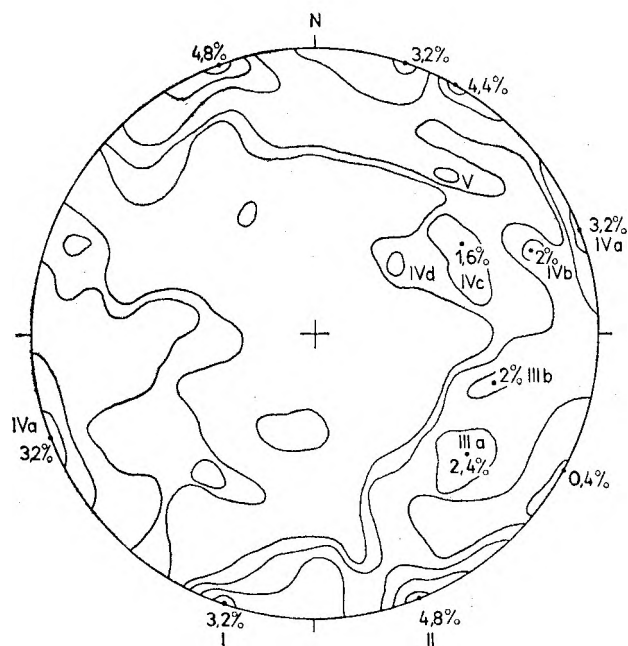


Fig. 34

Orientacja spękań w spilitach jednostki Cieszowa. Cieszów, odkrywki *a*, *b* na fig. 28

254 pomiarów; kontury: 0,5, 1, 2, 3, 4%. I–V – maksima koncentracji biegunów

Orientation of joints in spilites of the Cieszów unit. Cieszów, exposures *a*, *b*, fig. 28

254 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0,5, 1, 2, 3, 4%. I–V – maxima of  $\pi$  pole concentration



Diagram na figurze 35 odnosi się zatem do jednej z odkrywek, w których mierzono spekania dla wykresu kumulatywnego na figurze 34. Porównując te obie figury łatwo dostrzec, że zagęszczeniu ślizgów uskokowych o biegu E—W i zbliżonym odpowiada maksimum *I* na figurze 34. Maksimum *II* łączy

skorzystały z istniejących już dysjunkcji. Oczywiście nie wyklucza to zagęszczenia spekań pierwotnych przez późniejsze pęknięcia tektoniczne w pewnych kierunkach wyznaczonych przez stressy górotwórcze.

Dodać też trzeba, że rysy na ślizgach uwidocznionych na wykresie (fig. 36) są na ogół słabo lub miernie nachylone, a wiele z nich układa się horyzontalnie lub subhoryzontalnie.

POMIARY SPEKAŃ SKALNYCH  
W ORDOWIKU JEDNOSTKI CIESZOWA  
I W KULMIE OKOLICY SADÓW GÓRNYCH

Między Jaskulinem a Sadami Górnymi rozciąga się osobny element strukturalny, przynależny do jednostki Cieszowa, jednakże oddzielony od elementu Jaskulina przez wychodnie górnego dewonu, a częściowo i kulmu. Jest to element, który autor wydzielił jako element Sadów Górnych (H. Teisseyre 1968b). Element ten jest wydłużony w kierunku E—W i składa się ze spilitów, kataklazytów i mylonitów oraz strzępów łupka chlorytowego i metałupków ordowiku. W ordowiku obok meta-

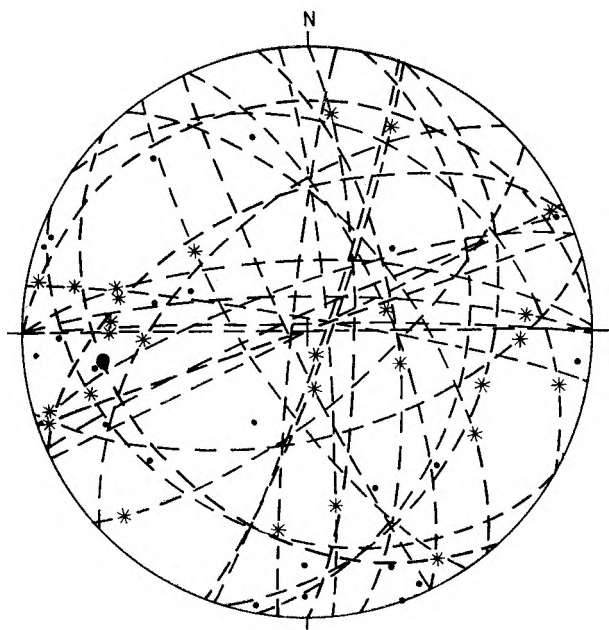


Fig. 35

Orientacja drobnych uskoków w spilitach jednostki Cieszowa (Cieszów, odkrywka *b* na fig. 28)

28 pomiarów. Duże koła—powierzchnie uskoków; kropki—bieguny powierzchni uskokowych; gwiazdki—rysy na powierzchniach uskoków

Orientation of small joints in spilites of the Cieszów unit (Cieszów, exposure *b* on fig. 28)

28 measurements. Great circles—fault planes; dots— $\pi$  poles to fault planes; stars—striations

się natomiast z zagęszczeniem powierzchni ślizgowych przebiegających EEN—WWS. Mniej wyraźnie zaznaczają się korelacje między mniejszymi maksimumami i przebiegami powierzchni drobnych uskoków. Jest również rzeczą ciekawą, że większość rys na ślizgach wykazuje nachylenie umiarkowane lub małe. Rysy strome są rzadsze.

Porównanie diagramów na figurze 34 i 36 wykazuje, że bieguny ślizgów uskokowych trzymają się prawie bez wyjątku pierścienia utworzonego przez bieguny spekań, które nie wykazują ślizgów. Przyjmując, że spekania strome w dużej mierze mogły powstać w okresie ostygnięcia lawy spilitowej, możemy się spodziewać, że późniejsze przemieszczenia wywołane stressami tektonicznymi niejednokrotnie

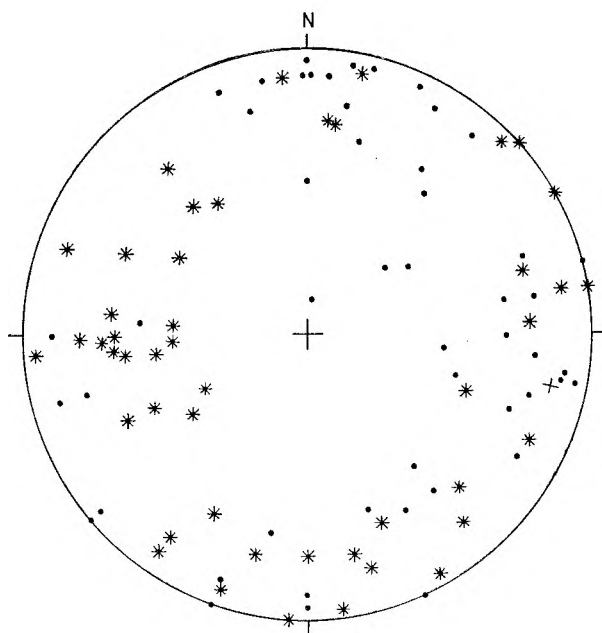


Fig. 36

Orientacja drobnych uskoków w spilitach jednostki Cieszowa (Cieszów, odkrywka *a* na fig. 28)

49 pomiarów. Kropki—bieguny powierzchni uskokowych; gwiazdki—rysy na powierzchniach uskokowych

Orientation of small faults in spilites of the Cieszów unit (Cieszów exposure *a* on fig. 28)

49 measurements. Dots— $\pi$  poles to the fault planes; stars—striation on the fault planes

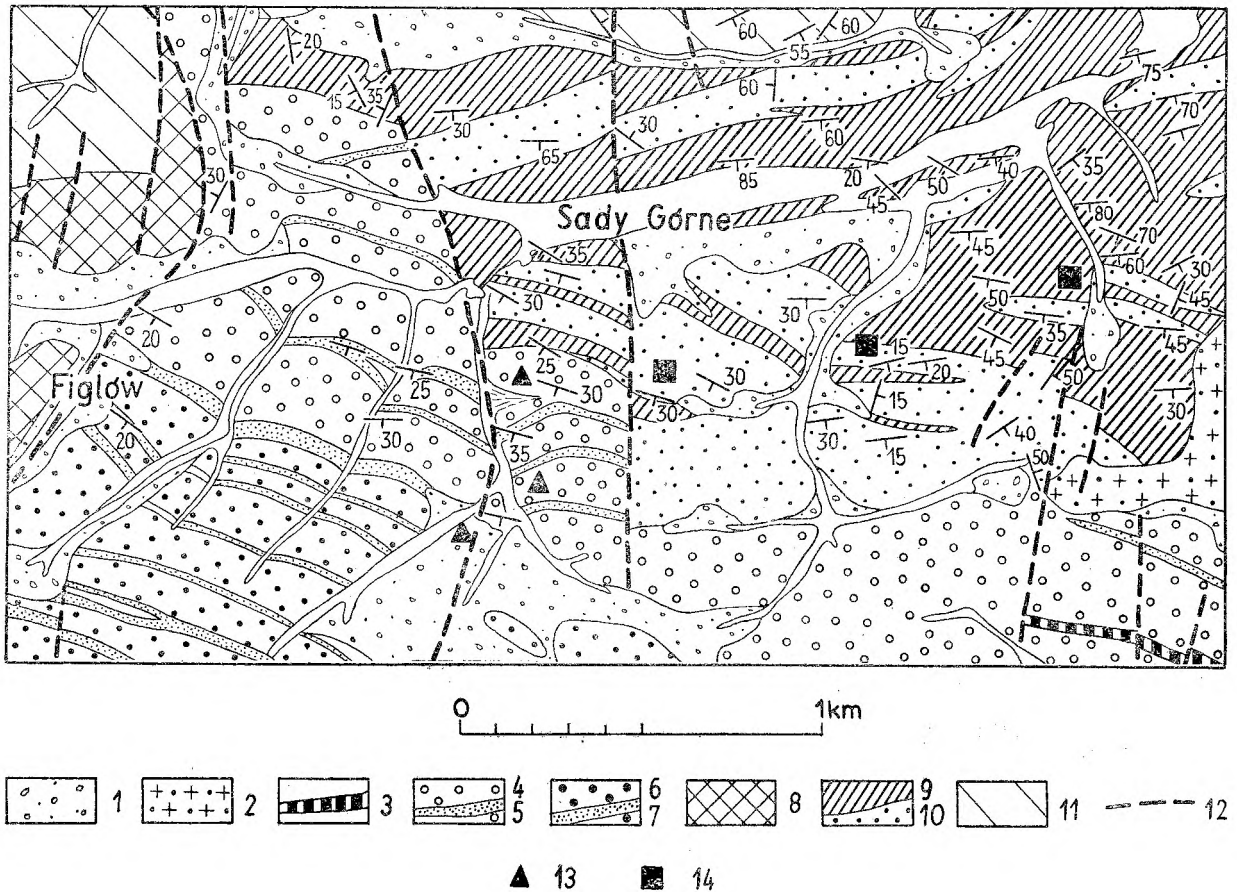


Fig. 37

Szkicowa mapa geologiczna okolicy Sądów Górnych (na S od Bolkowa)

1 - gliny deluwialne; 2 - gliny zwalowe; 3 - wulkanity młodopaleozoiczne; kulum z Sądów Górnych: 4 - zlepieńce, 5 - mułowce i szarogłazy; kulum ze Starych Bogaczowic; 6 - zlepieńce, 7 - mułowce i szarogłazy; 8 - brekcje zielenicowe z Figlowa; ordowickian jednostki Cieszowa: 9 - szare metalupki, 10 - kwarcyty z Sądów Górnych; 11 - lupki zielenicowe jednostki Dobromierza; 12 - uskoki; 13 - punkty pomiarowe w kulumie; 14 - punkty pomiarowe w ordowickian jednostki Cieszowa

Geological sketch-map of the Sady Górne environs (S from Bolków)

1 - residual loams; 2 - glacial till; 3 - young Paleozoic volcanites; Culm from Sady Górne: 4 - conglomerates, 5 - mudstones and graywackes; Culm from Stare Bogaczowice; 6 - conglomerates, 7 - mudstones and graywackes; 8 - breccia from Figlów; Ordovician of the Cieszów unit, 9 - gray slates, 10 - quartzites of Sady Górne; 11 - greenschists of the Dobromierz unit; 12 - faults; 13 - points of measurements in the Culm; 14 - points of measurements in Ordovician

mułowców zjawiają się grube do kilkudziesięciu metrów soczewy kwarcytów, czasem gruboziarnistych z nieregularną foliacją  $S_1$ , niekiedy dobrze widoczną. Są to kwarcyty z Sądów Górnych.

Element z Sądów Górnych jest wąski i przewalony ku S w odcinku wschodnim w Jaskulinie. Zapady warstw są tu zwrócone ku N. W Chwałiszowie rozszerza się on znacznie i widać w nim wtórne zafałdowania, a w Sądach Górnych panują na ogół monoklinalne zapady zwrócone w południowym kierunku. Kąt zapadów jest tu umiarkowany. Element Sądów Górnych przecinają liczne uskoki poprzeczne, rzadziej diagonalne. Pomiarzy spekań zostały wykonane w skałkach, które towarzyszą wy-

chodniom kwarcytów z Sądów Górnych. Tu bowiem znajduje się najwięcej odkrywek nadających się do tego celu. Najważniejsze punkty pomiarowe zaznaczono na figurze 37.

Diagram kumulatywny na figurze 38 oparty jest na 436 pomiarach spekań. Kierunki i kąty nachylenia spekań są dość zmienne i rozproszone. Brak jest wielkich maksimumów. Bieguny spekań koncentrują się raczej w pobliżu peryferii projekcji. Spekania są zatem w znacznej mierze strome lub pionowe. Interpretacja diagramu wymaga porównania go z wykresami na figurze 39 i 40.

Na wykresie pierwszym przedstawiono położenie foliacji  $S_1$ , oraz bieguny złupkowania drugiego ( $S_2$ ), trzeciego ( $S_3$ ) i czwartego ( $S_4$ ).

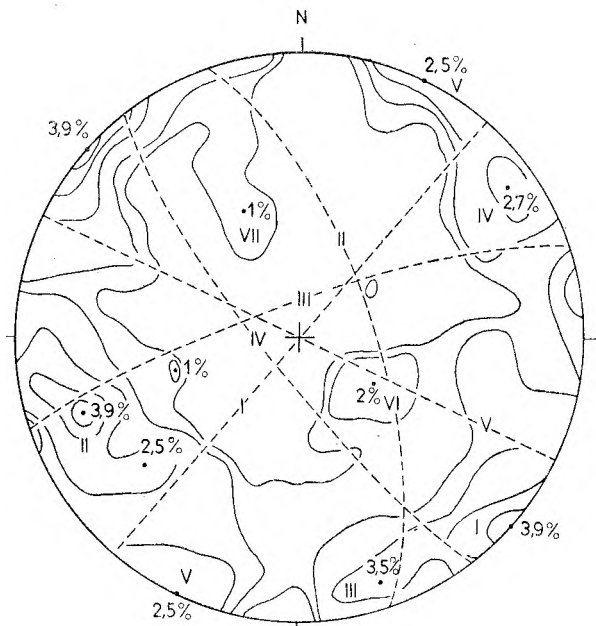


Fig. 38

Orientacja spekań w skałach ordowiku jednostki Cieszowa. Sady Górne, punkty pomiarowe fig. 37,14

436 pomiarów; kontury: 0,5, 1, 2, 3, 5%. I-VII -maksima koncentracji biegunów i odpowiadające im duże koła

Orientation of joints in Ordovician rocks of the Cieszów unit. Sady Górne, points of measurements fig. 37,14

436 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0,5, 1, 2, 3, 5%. I-VII - $\pi$  poles concentration maxima and the corresponding great circles

Diagram kumulatywny na figurze 40 odnosi się do pomiarów struktur liniowych, które należą do czterech zespołów, a to:  $F_2+L_2$ ,  $F_3+L_3$ ,  $F_4+L_4$  i  $F_5$ . Z diagramu wynika, że najsilniej zaznacza się maksimum dla zespołu  $F_4+L_4$ .

Porównując wykresy na figurach 38, 39 i 40 stwierdzić można, że maksimum spekań I (3,9%) układa się zgodnie z maksimum  $F_5$ . Mamy tu zatem do czynienia ze spekaniami *ac* związanymi z tą grupą struktur liniowych. Maksimum biegunów diaklaz II (3,9%) przypada na pole rozrzutu struktur liniowych  $F_2+L_2$ . Będą to zatem spekania *ac* drugiej generacji struktur liniowych. Maksimum dla biegunów spekań III (3,5%) leży w polu rozrzutu liniowych struktur zespołu czwartego i reprezentuje zapewne szczeliny *ac* związane genetycznie z tym zespołem. Maksimum spekań IV (2,7%) przypada na pole, w którym projektują się bieguny czwartego złupkowania. Złupkowanie to predysponuje występujące tu pęknięcia. Maksimum spekań V leży na peryferii pola rozrzutu struktur liniowych  $F_3+L_3$  i między innymi może zawierać szczelinki *ac* tych struktur. Geneza spekań nachylonych

łagodnie ku WNW (maksimum VI) nie jest jasna. Natomiast maksimum diaklaz VII leży w polu, w którym zagęszczają się bieguny foliacji  $S_1$ , i może być predysponowane przez tę foliację. Ciekawy jest brak spekań związanych wyraźnie z uskokami poprzecznymi, które w Sadowach Górnych ułożone są merydionalnie lub w kierunkach zbliżonych.

Pewną zależność między uskokami a spekaniami widać jedynie w punkcie pomiarowym wysuniętym najdalej ku W i leżącym w najbliższym sąsiedztwie dużego uskoku N-S obcinającego element Sadow Górnych od zachodu. Diagram dla tego punktu pomiarowego przedstawia figura 41. Foliacja jest tu nachylona łagodnie ku SW i przecięta przez ślizgi dwu drobnych uskoków o kierunku NNE-SSW, a zatem przebiegiem zbliżonych do wyżej wspomnianej dużej dyslokacji. Rysy ślizgowe na drobnych uskokach są subhoryzontalne.

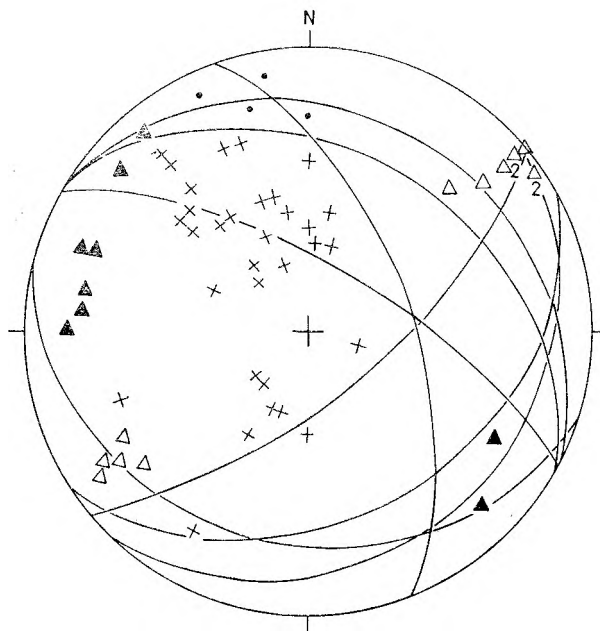


Fig. 39

Orientacja foliacji i złupkowania w skałach ordowiku jednostki Cieszowa. Sady Górne, punkty pomiarowe fig. 37, 14

Krzyżyki - bieguny foliacji ( $S_1$ ); kropki - bieguny wtórnego złupkowania ( $S_2$ ); trójkąty pełne - bieguny złupkowania ( $S_3$ ); trójkąty puste - bieguny złupkowania ( $S_4$ ); duże koła - wybrane powierzchnie foliacji ( $S_1$ )

Orientation of foliation and cleavage in Ordovician rocks of the Cieszów unit. Sady Górne, points of measurements fig. 37, 14

Crosses -  $\pi$  poles to the foliation planes ( $S_1$ ); dots - poles to the secondary cleavage ( $S_2$ ); solid triangles -  $\pi$  poles to the cleavage ( $S_3$ ); open triangles -  $\pi$  poles to the cleavage ( $S_4$ ); great circles - chosen planes foliation ( $S_1$ )

Najczęstsze są diaklasy zapadające stromo ku NW. Ich bieguny zgrupowane są w SE kwadrancie projekcji, a duże koło dla centralnej części tego zgrupowania opatrzone jest cyfrą *I*. Są to pęknięcia przecinające dużą dyslokację pod kątem ostrym, najczęściej zbliżonym do 45°, i mogą reprezentować pęknięcia

wykreślone na podstawie tych biegunów. Zapad warstw jest łagodny i zwraca się ku SW. Doprowadzając na projekcji warstwy do poziomu zauważymy, że bieguny spekań utworzą pierścień peryferyczny rozbity na dość liczne maksima. Najsilniejsze z tych maksimów *I* (10,4 %) skupia pęknięcia bardzo strome i równoległe do dużego uskoku, który przebiega bezpośrednio na W od punktów pomiarowych. Maksimum *II* (5,2 %) jest zgodne w przebiegu z drobnymi ślizgami uwidaczniającymi się na diagramie poprzednim (fig. 41). Maksimum *III* (3,9 %) skupia diaklasy strome i ułożone równoleżnikowo, równoległe do ogólnego przebiegu elementu Sadów Górnych i linii nasunięcia, które dzieli ten element od jednostki Dobromierza.

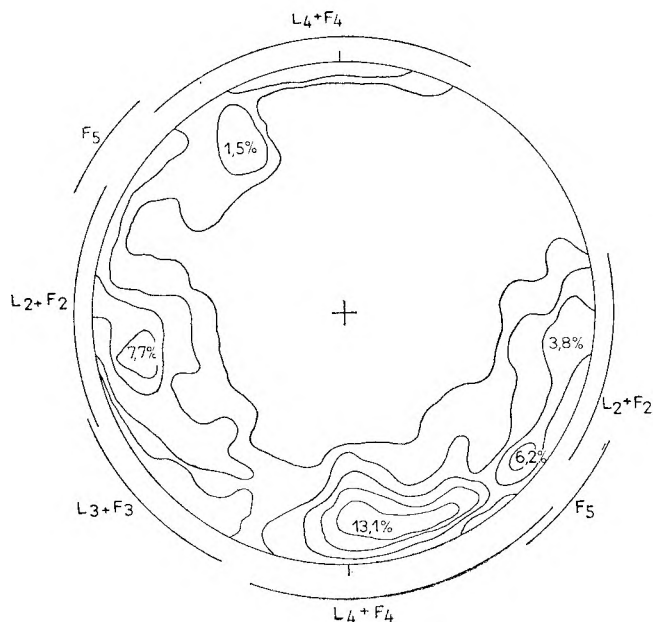


Fig. 40

Orientacja struktur liniowych w skałach ordowiku jednostki Cieszowa. Sady Górne, punkty pomiarowe fig. 37, 14

129 pomiarów; kontury: 0, 1, 3, 5, 10 %

Orientation of linear structures in Ordovician rocks of the Cieszów unit. Sady Górne, points of measurements fig. 37, 14

129 measurements, contours: 0, 1, 3, 5, 10 %

tensyjne związane z tą dyslokacją. Nieco zageszczone są diaklasy prostopadłe do kierunku dużego uskoku i małych uskoku, a także pęknięcia równoległe do dwu wyżej opisanych ślizgów (*II*). Grupa spekań zapadających stromo ku NE (*III*) jest ustawiona pod kątami zbliżonymi do 45° względem obu małych ślizgów uskoku. Większość diaklasz zapada stromo lub bardzo stromo względem foliacji  $S_1$ .

Pomiary spekań w zlepieńcach dolnego kulmu, wykonane w Sadach Górnych po zachodniej stronie uskoku obcinającego element Sadów Górnych, przedstawione są na diagramie kumulatywnym (fig. 42). Wykres ten opiera się na 154 pomiarach i zawiera prócz tego bieguny uławicenia oraz łuki (duże koła)

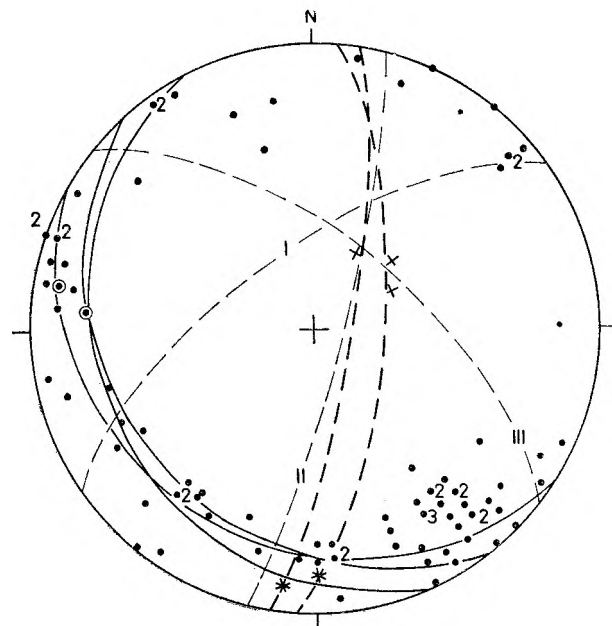


Fig. 41

Orientacja spekań, drobnych uskoku i foliacji w skałach ordowiku jednostki Cieszowa. Sady Górne, fig. 37, 14, punkt pomiarowy wysunięty najdalej ku W

Kropki – bieguny spekań; kółka z kropką – bieguny drobnych uskoku; krzyżyki – bieguny foliacji ( $S_1$ ); koła duże ciągłe – powierzchnie foliacji; koła duże przerywane cienkie – powierzchnie maksimów spekań; koła duże przerywane grube – powierzchnie drobnych uskoku; gwiazdki – rysy na powierzchniach uskoku; cyfry – ilość pomiarów większa od 1

Orientation of joints, small faults and foliation in Ordovician rocks of the Cieszów unit. Sady Górne, fig. 37, 14, the most western point of measurements

Dots –  $\pi$  poles to joint planes; small circles with dots – poles to the fault planes; crosses –  $\pi$  poles to the foliation planes ( $S_1$ ); solid great circles – foliation planes ( $S_1$ ); thin broken great circles – planes to the maxima of  $\pi$  poles to the joints concentrations; thick broken circles – planes of small faults; stars – striations on the fault planes; figures – number of measurements if more than one

## SPEKANIA SKALNE W KULMIE PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI DEPRESJI ŚWIEBODZIC

Powyżej zaznaczono, że jednostka Cieszowa, najwyższa z czterech struktur pierwszego rzędu budujących SE część Gór Kaczawskich, jest przełađowana z utworami górnego dewonu

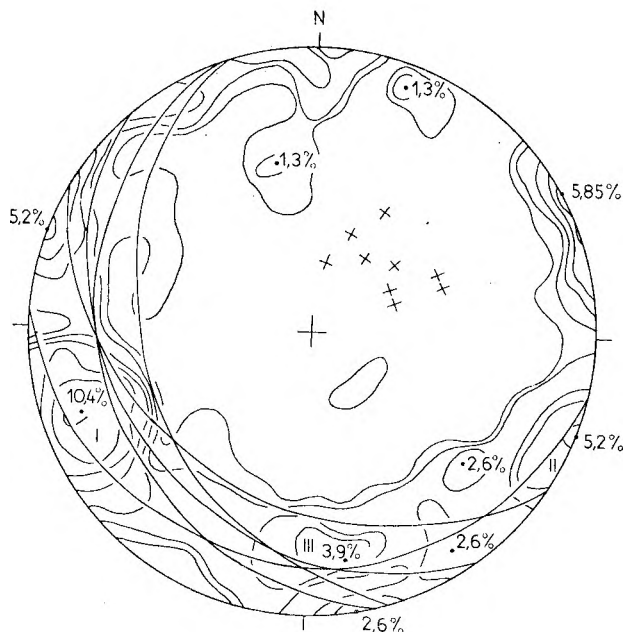


Fig. 42

Orientacja spekań w skałach kulmu. Sady Górne, fig. 37, pełne trójkąty

154 pomiarów; kontury: 0, 1, 2, 3, 5, 10%. Krzyżyki—bieguny powierzchni sedimentacyjnych; koła duże ciągle—powierzchnie sedimentacji

Orientation of joints in Culm rocks. Sady Górne, fig. 37, solid triangles

154 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0, 1, 2, 3, 5, 10%. Crosses—poles to the stratification planes; solid great circles—stratification planes

i kulmu depresji Świebodzić. Jest rzeczą interesującą jak ustosunkowują się spekania w jednostce Cieszowa do diałaz we wspomnianych utworach. Dewon górny depresji Świebodzić w N jej części jest słabo odsonięty i nie nadaje się do statystycznych rozważań nad diałazami. Za to kulm wykształcony w postaci bardzo gruboławicowych i odpornych na wietrzenie zlepieńców tworzy liczne skałki silnie spekane i dostarcza obfitego materiału obserwacyjnego. W zlepieńcach kulmu depresji Świebodzić pomierzono spekania w czterech okolicach: w Cieszowie, Chwaliszowie, Strudze i Pełcznicy.

## ZLEPIENŃCE KULMU Z KSIĄŻA W PEŁCZNICY

Osiedle Pełcznica znajduje się bezpośrednio na zachód od Świebodzić w dolinie potoku

Pełcznica odwadniającego okolice Wałbrzycha. Szkicowa mapka geologiczna (fig 43) ilustruje dość skomplikowaną budowę brzeżnej partii Sudetów w sąsiedztwie wspomnianego osiedla. Partie antyklinalne zbudowane są z utworów górnego dewonu (szarogłazy i mułowce ze sporadycznymi soczewkami wapieni organogenicznych). W synklinach występują bardzo grubo uławiczone zlepieńce kulmu z Książa, składające się głównie z otoczków i bloków gnejsów sowiogórskich.

Wyspowo zjawiają się łupki zieleńcowe uważane za wyższą partię kambru. Jedna z takich wysp (mniejsza) znajduje się na stromym skalistym prawym brzegu potoku Pełcznica. Od N i E okala ją górny dewon, ku S graniczy z synkliną zbudowaną z kulmu z Książa. Druga większa wyspa skał zieleńcowych występuje wśród skał dewońskich na E od Pełcznicy. Nie udało się ustalić czy łupki zieleńcowe są nasunięte, czy też przebijają się z podłoża górnego dewonu. Okolica Pełcznicy wykazuje w każdym razie silne zaburzenia tektoniczne. Występują zarówno dyslokacje podłużne o kie-

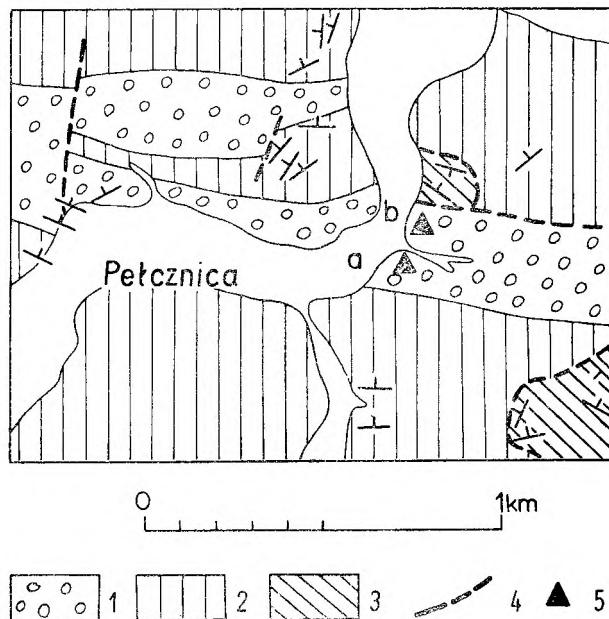


Fig. 43

Szkicowa mapa geologiczna okolic Pełcznicy koło Świebodzić

1—kulm z Książa; 2—dewon górny, mułowce i szarogłazy; 3—kambry górny i środkowy?, łupki zieleńcowe; 4—dyslokacje; 5—punkty pomiarowe

Geological sketch of the Pełcznica environs near Świebodzić

1—Culm of Książ; 2—Upper Devonian, mudstones and graywackes; 3—Upper and Middle Cambrian?, green schists; 4—dislocations; 5—points in which measurements have been executed

runku E—W, równoległe do głównego fałdowania i poprzeczne skierowane południkowo.

Figura 44 przedstawia wykres kumulatywny 209 spēkań pomierzonych w dwu odkrywkach *a* i *b*, zaznaczonych na figurze 43.

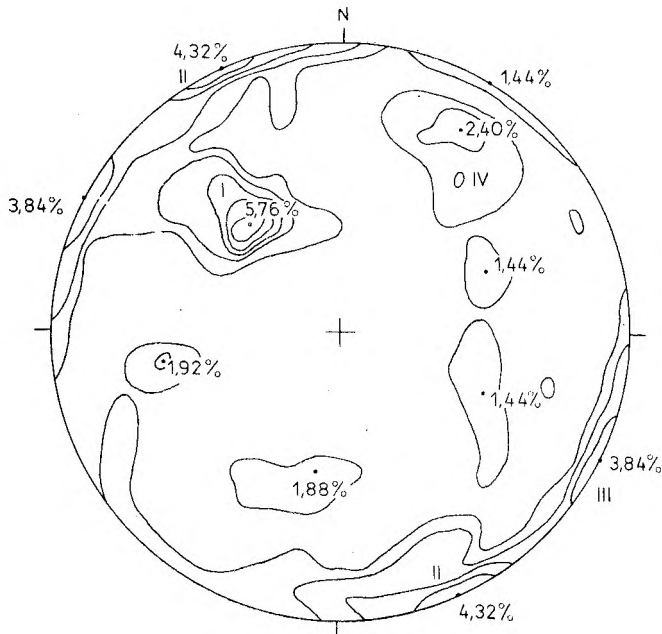


Fig. 44

Orientacja spēkań w skałach kulmu z Książa. Pełcznica, trójkąty na fig. 43

209 pomiarów; kontury: 1, 2, 3, 4, 5%. I—IV—maksima koncentracji biegunów

Orientation of joints in Culm of Książ. Pełcznica, triangles on the fig. 43

209 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 1, 2, 3, 4, 5%. I—IV—maxima of  $\pi$  poles concentration

Na wykresie (fig. 44) widać silną dyspersję spēkań rozbitych na szereg maksimów rozrzuconych zarówno wewnątrz projekcji jak i na jej obwodzie. Stosunek tych maksimów do uławicenia jest nieznan. Nie udało się bowiem wykryć żadnej powierzchni uławicenia w obu odkrywkach. Wiadomo jedynie, że jest ono raczej dość strome. W odkrywkach *a* i *b* znaleziono natomiast kilkadziesiąt wygładzonych i porysowanych powierzchni małych uskoków, które zaznaczono na diagramach (fig. 44 i 46). Uskoki te przecinają się w różnych kierunkach, przy czym na diagramie (fig. 45) obserwujemy szczególne zagęszczenie stromych powierzchni ślizgowych o biegu E—W i zbliżonym. W odkrywce *b* (fig. 46) dominują natomiast strome ślizgi NE—SW.

Maksimum spēkań I (5,76%) nie ma od-

powiednika w powierzchniach ślizgowych (fig. 44). Skupia ono diaklasy ustawione pod kątem około  $45^\circ$  wobec ślizgów stromych przebiegających NE—SW. Być może zespół tych diaklaz przedstawia szczeliny tensyjne związane ze wspomnianymi ślizgami. Maksimum spēkań II (4,32%) skupia powierzchnie równoległe do ślizgów pionowych i bardzo stromych o biegu EEN—WWS. Diaklasy maksimum III (3,84%) układają się zgodnie ze ślizgami pionowymi NNE—SSW. Pozostałe mniejsze maksima mają również swe odpowiedniki w ślizgach. Skała uległa przeobrażeniu w brekcję przez różnie ukierunkowane powierzchnie ścinania, po części sprzężone, a zapewne i powierzchnie spēkań tensyjnych, a brekcja ta pod dalszym naporem uległa rozślizganiu. Rysy na ślizgach układają się niemal wyłącznie pod średnimi lub małymi kątami. Niektóre leżą horyzontalnie. Rys stromych jest natomiast niewiele. W omawianej brekcji dominowały wzajemne przesunięcia skośne i subhoryzontalne.

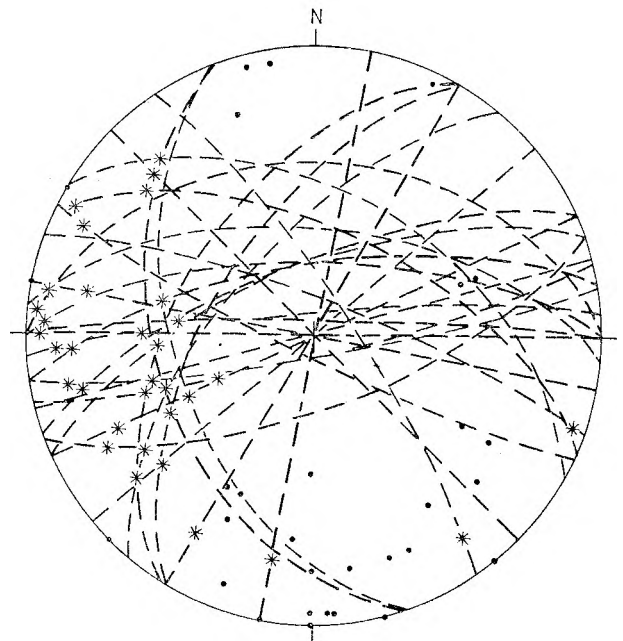


Fig. 45

Orientacja drobnych uskoków w Kulmie z Książa. Pełcznica, punkt pomiarowy *a* na fig. 43

Koła duże kreskowane—ślizgi drobnych uskoków; kropki—bieguny powierzchni uskokowych; gwiazdki—rysy na powierzchniach uskokowych

Orientation of small faults in Culm of Książ. Pełcznica, point of measurements fig. 43a

Broken circles—small faults planes; dots— $\pi$  poles to fault planes; stars—striation on the fault planes



## ZLEPIENIE KULMU Z KSIĄŻA W CIESZOWIE

W Cieszowie odsłania się duża skałka zbudowana ze zlepieńców z Książa na prawym brzegu doliny Strzegomki. Skałka ta tworzy

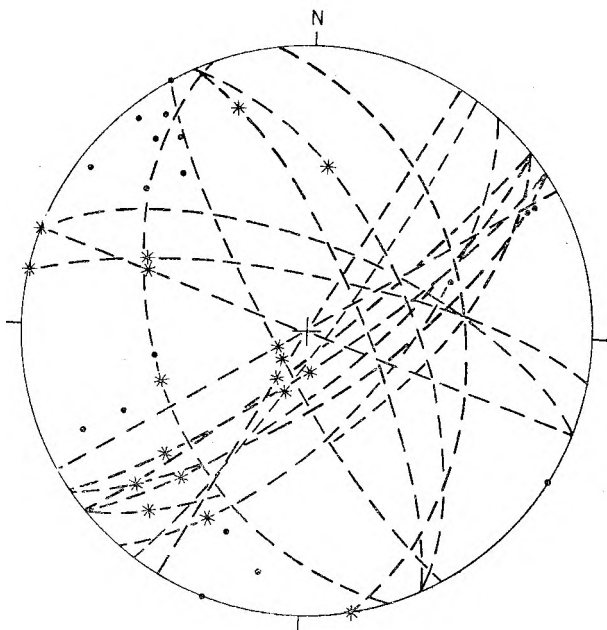


Fig. 46

Orientacja drobnych uskoków w Kulmie z Książa. Pełcznica, punkt pomiarowy *b* na fig. 43

Koła duże kreskowane – powierzchnie ślizgowe drobnych uskoków; kropki – bieguny powierzchni uskokowych; gwiazdki – rysy na powierzchniach uskokowych

Orientation of small faults in Culm of Książ. Pełcznica, point of measurements fig. 43b

Broken great circles – planes of small faults; dots –  $\pi$  poles to the fault planes; stars – striations on the fault planes

zbocze wzgórza, którego partię szczytową wieńczy „czapka” kataklazytów. 200 pomiarów spękań uzyskanych w tej skałce przedstawiono w diagramie kumulatywnym na figurze 47. Diagram ten w szczególności nie jest podobny do wykresu kumulatywnego spękań obserwowanych w zlepieńcach z Książa w Pełcznicy. Oba diagramy jednakże mają ten sam charakter. Cechują się one silną dyspersją powierzchni spękań i występowaniem wielkiej ilości nieznacznych maksimum. W Cieszowie najwyraźniej zaznacza się podwójne maksimum *Ia* i *Ib* skupiające spękania o przebiegu prawie równoleżnikowym, względnie WWS – EEN. Są to spękania strome i pionowe zgodne z ogólnym kierunkiem przebiegu fałdów w depresji Świebodzie. Zespół drobnych maksimum *IIa* – *IIe* skupia diaklazy stromo nachylone ku W, WWN i WWS. Maksimum *III* odpowiada bardzo

stromym spękaniami zapadającym ku SW. Drobne maksima *IV*, *V* i *VI* łączą się ze spękaniami miernie nachylonymi ku SW, NW i E. W całym tym skomplikowanym systemie mogą istnieć sprzężone diaklazy ścinające. Wielka ilość maksimum stwarza tu jednak wiele możliwych i dowolnych kombinacji. Całość systemu spękań ujawnia zbrekejonowanie skały, przy czym niektóre powierzchnie są wyślizgane i porysowane. Poza dwoma przypadkami rys subhoryzontalnych większość przemieszczeń odbyła się w kierunkach stromo nachylonych.

Prócz pomiarów spękań w kulmie z Książa, badano też ułożenie diaklaz w kulmie z Chwaliszowa, zarówno w Chwaliszowie jak i w sąsiedniej Strudze.

KULM Z CHWALISZOWA W CHWALISZOWIE  
(NA PRAWYM BRZEGU STRZEGOMKI)

Szkicowa mapka geologiczna (fig. 48) przedstawia budowę okolicy styku wsi Stare Bogaczowice i Chwaliszów po obu stronach doliny

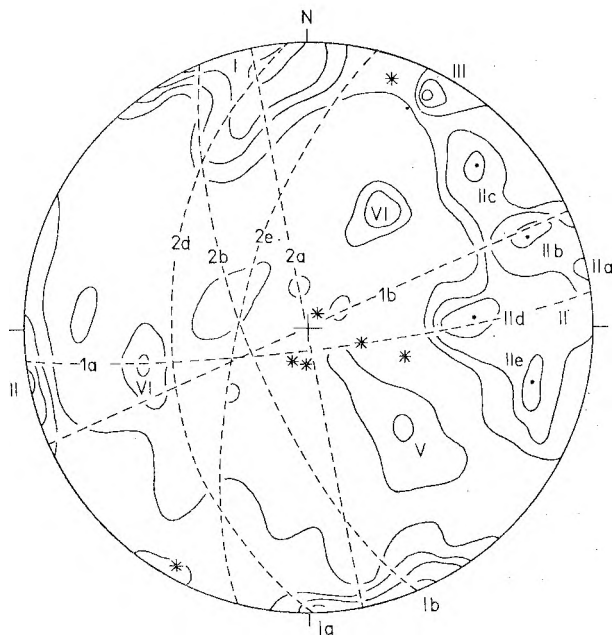


Fig. 47

Orientacja spękań w Kulmie z Książa. Cieszów, punkt pomiarowy *16* na fig. 28

200 pomiarów; kontury: 1, 2, 3, 4%. *Ia* – *VI* – maksima koncentracji egunów i odpowiadające im duże koła; gwiazdki – rysy na powierzchniach drobnych uskoków

Orientation of joints in Culm of Książ. Cieszów, the point of measurements indicated on fig. 28, *16*

200 measurements of  $\pi$  poles to joint planes; contours: 1, 2, 3, 4%. *Ia* – *VI* –  $\pi$  poles concentration maxima and the corresponding great circles; stars – striations on fault planes

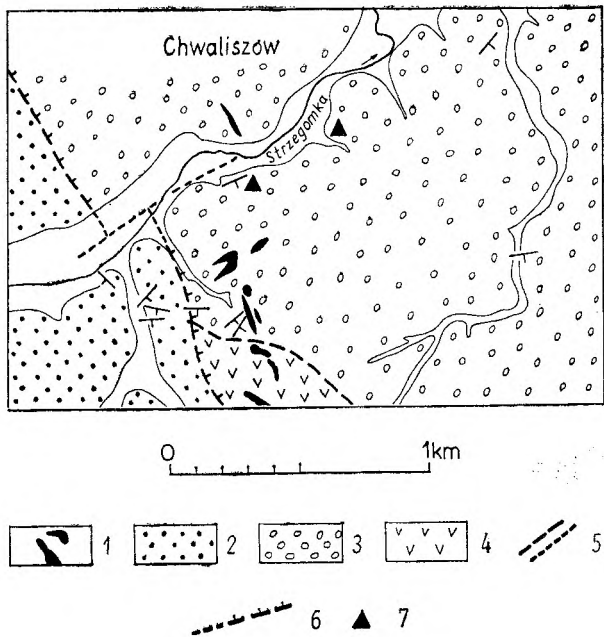


Fig. 48

Szkicowa mapa geologiczna okolic między Chwaliszowem a Starymi Bogaczowicami

1 - wulkanity młodopaleozoiczne; 2 - kulum ze Starych Bogaczowic; 3 - kulum z Chwaliszowa; 4 - kambry górny?, spility; 5 - uskoki; 6 - nasunięcia; 7 - punkty pomiarowe

Geological sketch-map of the environs between Chwaliszów and Stare Bogaczowice

1 - young Paleozoic volcanites; 2 - Culm of Stare Bogaczowice; 3 - Culm of Chwaliszów; 4 - Upper Cambrian?, spilites; 5 - faults; 6 - thrusts; 7 - points where measurements have been executed

Strzegomki. Środkowa i wschodnia część mapki stanowi fragment depresji Świebodzię. Występują tu wielkie masy gruboławicowych i polimiktycznych zlepieńców z Chwaliszowa, w których słabo wysortowane otoczaki tkwią w szarogłazowym tle skalnym. Na południe od Strzegomki ukazuje się wycinek elementu Strugi zbudowany tu ze spilitów, być może reprezentujących wyższą część kambry. Budowę geologiczną urozmaicają liczne drobne wystąpienia wulkanitów młodopaleozoicznych.

SW część mapki ujawnia wychodnie zlepieńców polimiktycznych kulmu ze Starych Bogaczowic, który stanowi jedno z ogniw dolnego karbonu niecki śródsudeckiej. Nieckę tę oddziela od depresji Świebodzię powierzchnia nasunięcia, zaznaczona na mapce, wzdłuż której utwory wspomnianej depresji nasunęły się ku WWS (nasunięcie Strugi).

Pomiary spekań wykonano w kulmie z Chwaliszowa na prawym skalistym brzegu Strzegomki, w starym łomie oraz na skałkach w punktach zaznaczonych na mapce. Figura 49

przedstawia wykres kumulatywny pomierzonych tu 308 diaklaz. Zaznaczono na nim także trzy bieguny powierzchni warstwowania oraz odpowiadające im duże luki. Na wykresie występuje bardzo silna dyspersja położenia spekań podobnie jak na wykresach wyżej opisanych z obszaru depresji Świebodzię. Przypatrując się figurze 49 widzimy wiele drobnych maksimum skupiających niewielkie procenty pomiarów. Najsilniejsze z nich, maksimum I (3,8%) odpowiada spekaniom, które są ustawione pod kątem w przybliżeniu prostym względem nasunięcia Strugi.

Diagram na figurze 50 przedstawia położenie drobnych ślizgów uskokowych w tych samych odkrywkach, w których pomierzono spekania przedstawione na figurze 49. Widzimy, że drobne ślizgi uskokowe układają się tu w dwie przecinające się wiązki, a to: wiązkę NNW—SSE mniej więcej równoległą do nasunięcia Strugi i wiązkę przebiegającą w kwadrantach NE—SW. Powierzchnie ślizgowe obu wiązek

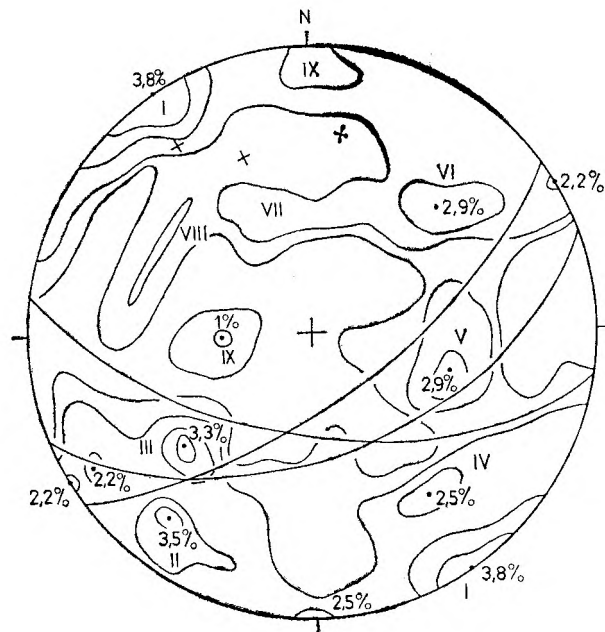


Fig. 49

Orientacja spekań w kulmie z Chwaliszowa. Stare Bogaczowice-Chwaliszów, punkty pomiarowe podano na fig. 48

308 pomiarów; kontury: 0,5, 1, 2, 3%. I-IX - maksima koncentracji biegunów; krzyżyki - bieguny powierzchni ulawiczenia; łuki - powierzchnie ulawiczenia

Orientation of joints in the Culm of Chwaliszów. Stare Bogaczowice-Chwaliszów, the points of measurements indicated on the fig. 48

308 measurements of  $\pi$  poles to the joint planes; contours: 0,5, 1, 2, 3%. I-IX -  $\pi$  poles concentration maxima; crosses -  $\pi$  poles to the bedding planes; great circles - bedding planes



przecinają się pod kątami od 60 do 90°. Maksimum spękań *I* na figurze 49 łączy się z drugą wiązką ślizgów. Spękania skupiające się w maksimach *II*, *III* i *IV* układają się natomiast dość zgodnie ze ślizgami wiązki NNW–SSE.

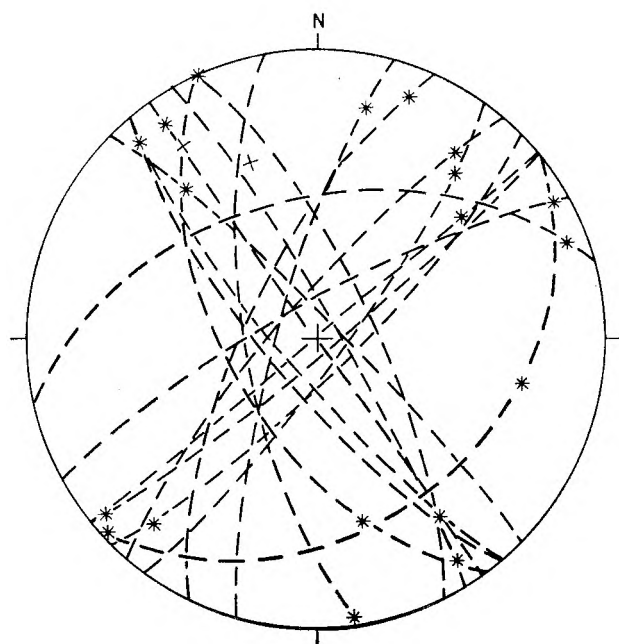


Fig. 50

Orientacja drobnych uskoków w kulmie z Chwaliszowa. Stare Bogaczowice-Chwaliszów, punkty pomiarowe podano na fig. 48

Krzyżyki – bieguny powierzchni ulawicenia; koła przerywane – powierzchnie drobnych uskoków; gwiazdki – rysy na powierzchniach ślizgowych uskoków

Orientation of small faults in the Culm of Chwaliszów. Stare Bogaczowice-Chwaliszów, the points of measurements indicated on fig. 48

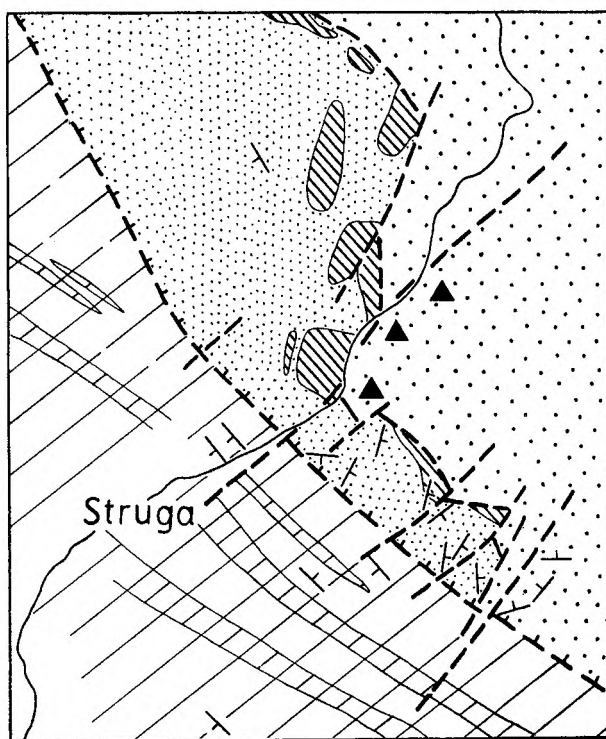
Crosses –  $\pi$  poles to the bedding planes; broken great circles small faults planes; stars – striation on fault planes

Stosunek innych maksimów do drobnych i dużych uskoków nie jest dostatecznie jasny. Są one objawem brekcejonowania skał przy zmiennych stressach. Jest rzeczą również ciekawą, że rysy na ślizgach drobnych uskoków są łagodnie nachylone, subhoryzontalne, a nawet zupełnie poziome. Świadczy to o rozślizganiu strzaskanej skały w kierunkach raczej zbliżonych do tangencjalnych.

#### ZLEPIENIE POLIMIKTYCZNE KULMU Z CHWALISZOWA W STRUDZE

Budowę geologiczną okolicy wsi Struga przedstawiono na figurze 51. SW część tego obszaru buduje kulm z Lubomina, który obej-

muje najprawdopodobniej osady środkowego wizeniu i leży w obrębie niecki śródsudeckiej. Kulm zapada stromo ku SW w pobliżu nasunięcia Strugi, które przecina obszar przedstawiony na figurze 51 diagonalnie w kierunku NNW–SSE. Bezpośrednio do wspomnianego nasunięcia przylega od E element Strugi zbudowany z szarogłazów i łupków górnego dewonu, a także masywnych spilitów nieustalonego wieku, być może reprezentujących wyższy kambr. Według J. Teisseyre (1962) element ten stanowi fragment podłoża kulmu depresji



0 1km

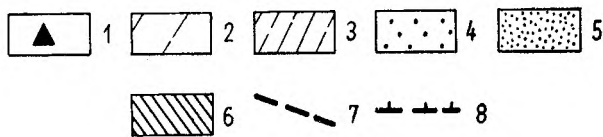


Fig. 51

Szkicowa mapa geologiczna okolic Strugi

1 – punkty pomiarowe; 2 – zlepienie kulmu z Lubomina; 3 – mulowce i szarogłazy kulmu z Lubomina; 4 – zlepienie kulmu z Chwaliszowa; 5 – mulowce i szarogłazy górnego dewonu; 6 – spility, kambr górny?; 7 – uskoki; 8 – nasunięcia

Geological sketch-map of the Struga environs

1 – points where measurements have been executed; 2 – Culm of Lubomin, conglomerates; 3 – Culm of Lubomin mudstones and graywackes; 4 – Culm of Chwaliszów, conglomerates; 5 – Upper Devonian, mudstones and graywackes; 6 – Upper Cambrian?, spilites; 7 – faults; 8 – thrusts

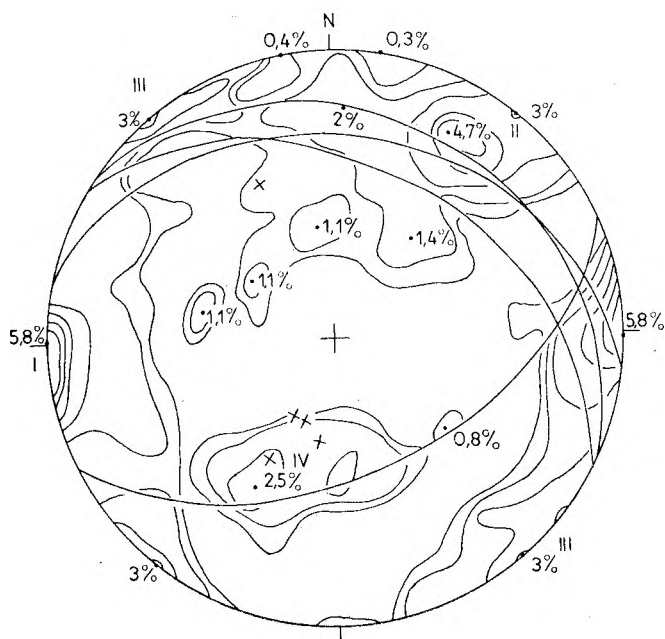


Fig. 52

Orientacja spękań w kulmie z Chwaliszowa. Struga, punkty pomiarowe podano na fig. 51

361 pomiarów; kontury: 0,5, 1, 2, 3, 4, 5%. I-IV -maksima koncentracji biegunów; krzyżyki -bieguny powierzchni uławicenia; duże koła -powierzchnie uławicenia

Orientation of joints in the Culm of Chwaliszów. Struga, points of measurements indicated on fig. 51

361 measurements of  $\pi$  poles to joint planes; contours: 0,5, 1, 2, 3, 4, 5%. I-IV -  $\pi$  poles concentration maxima; crosses -  $\pi$  poles to bedding planes; great circles - bedding planes

Świebodzie ograniczony uskokami i wyciśnięty ku górze wzdłuż nasunięcia Strugi. We wschodniej części obszaru (fig. 51) występują gruboławicowe zlepnie kulumu z Chwaliszowa. Nie ulega wątpliwości, że teren pocięty jest licznymi dyslokacjami. Te, które udało się wykryć, względnie których istnienie jest bardzo prawdopodobne, zaznaczone są na mapce. Trzy punkty pomiarowe rozmieszczone są na skałkach na prawym stromym zboczu doliny Czyżynki.

Na figurze 52 zamieszczono diagram kumulatywny 361 biegunów pomierzonych tu spękań. Duża dyspersja diaklaz jest na nim dobrze widoczna. Najwybitniejszym szczegółem diagramu jest maksimum I (5,8%) skupiające spękania pionowe lub prawie pionowe o przebiegu N-S. Uskok o tym kierunku występuje na lewym brzegu Czyżynki ograniczając element Strugi od E na niewielkiej przestrzeni. Spękania zapadające stromo ku SW gromadzą się w maksimum II (4,7%). Przebiegają one mniej więcej równoległe do nasunięcia Strugi (zespół spękań ścinających). Maksimum III (3%) obejmuje diaklasy o kierunku NE-SW układające się zgodnie z wiązką poprzecznych uskoków przecinających SE część elementu Strugi. Niejasne jest znaczenie maksimum IV. Pozostałe skupienia spękań bardzo nisko procentowe mogą też być rozmaicie tłumaczone.

## ZESTAWIENIE MATERIAŁU OBSERWACYJNEGO I WNIOSKI

W szczegółowej części niniejszej pracy opisano 20 wykresów spękań skalnych, z których 15 przypada na elementy litologiczne południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich, cztery odnoszą się do kulumu depresji Świebodzie, a jeden dotyczy kulumu niecki śródsudeckiej. W Górach Kaczawskich zmierzono 4015 spękań, w kulmie depresji Świebodzie 1078 pomiarów, a w kulmie niecki śródsudeckiej zbadano i pomierzono 154 diaklasy.

Łącznie materiał przedstawiony w części szczegółowej opierał się na 5247 pomiarach spękań.

W tekście zamieszczono też liczne wykresy drobnych ślizgów uskokowych, zauważonych w odkrywkach, w których obserwowano spękania. Dla tych samych odkrywek zestawiono pomiary struktur liniowych, uławicenia ( $S_0$ ) głównej foliacji ( $S_1$ ) oraz wtórnych złupkowań ( $S_2, S_3, S_4$ ). Zamieszczono też pomiary rys na ślizgach uskokowych. Niezależnie od tego

podano mapkę geologiczną zbadanej okolicy i szereg szczegółowych szkiców geologiczno-sytuacyjnych dla punktów, w których były wykonywane pomiary.

W ten sposób zestawiono możliwie kompletny materiał obserwacyjny, niezbędny dla interpretacji spękań skalnych. Należy podkreślić, że interpretacja genetyczna spękań skalnych należy do zadań szczególnie trudnych. W wielu wypadkach różne rozwiązania hipotetyczne są możliwe. Wskazuje na to niedwuznacznie bardzo obszerna literatura dotycząca tego zagadnienia.

Spękania mogą bowiem powstawać w skałach już w czasie procesów diagenetycznych, jak krzepnięcie lawy lub magmy i odwadnianie świeżych osadów w czasie lityfikacji (spękania pierwotne). Pęknięcia powstają również po skonsolidowaniu materiału skalnego na skutek różnych czynników działających z zewnątrz (spękania wtórne). W terenach, które uległy

silnym ruchom tekto- i orogenicznym, a skały są poważnie zdeformowane, spekania wiąże się najczęściej, lecz nie zawsze, z czynnikami tektonicznymi. Nie zawsze, ponieważ i w tych terenach mogą powstawać pęknięcia innej natury. Jako przykład można tu wymienić „pęknięcia odprężeniowe” „release joints” autorów anglosaskich, por. Billings 1958). Występowanie takich spekań przyjmuje się między innymi tam, gdzie wskutek wypiętrzania górotworu denudacja usunęła wielkie masy skalnego nadkładu. W odciążonym górotworze powstają wtedy spekania przebiegające mniej więcej równoległe do powierzchni ziemi (por. Cloos 1925). Są to zatem pęknięcia wtórne postdeformacyjne, które nie mają bezpośredniego związku z procesami tektonicznymi.

Różnorodne są zatem czynniki, które mogą spowodować zjawianie się spekań ciosowych w skałach, co zaznaczone jest zresztą w podręcznikach geologii strukturalnej (Billings 1958; de Sitter 1959, Hills 1963; Price 1968 i in.).

Jerzykiewicz (1968) omawiając cios w utworach górnej kredy niecki śródsudeckiej podaje krótką dyskusję na temat genezy ciosu w ogóle. Między innymi przytacza opinie niektórych badaczy, którzy przyczyn spekań w niezaburzonych zespołach skalnych dopatrują się nawet w czynnikach planetarnych, jak np. zmiany osi rotacji ziemi i w związku z tym zmiany kształtu globu ziemskiego. Także Dżułyński (1953) dyskutuje genezę spekań ciosowych w skałach odwołując się do literatury. Sądzi on, że system spekań w jurze i kredzie południowej części Wyżyny Krakowskiej może zawdzięczać swe powstanie trzęsieniom ziemi, które musiały być tu częste i silne w czasie fałdowania Karpat. Intensywne drgania sejsmiczne obejmowały wówczas bez wątpienia także i przedmurze Karpat. Można wszakże założyć, że w tych regionach Sudetów, które były silnie i wielokrotnie deformowane, przewaga spekań jest natury tektonicznej. Wiadomo przecież, że wszelkiego rodzaju dysjunkcje (uskoki podłużne, poprzeczne, diagonalne, nasunięcie i spekania) powstają często równocześnie z rozwojem fałdów, zwłaszcza w płytszych strefach skorupy ziemskiej (U. L. de Sitter 1959 i in.). Autor przypuszcza, że poważna część uskoków i spekań skalnych w dolnym piętrze Gór Kaczawskich, a może i w depresji Świebodzie, jest syndeformacyjna w tym sensie, że powstała w czasie różnych etapów fałdowania. Zobaczmy zresztą jakie prawidła

wynikają z podsumowania obserwacji i pomiarów podanych w części szczegółowej, jeśli je rozpatrujemy na tle budowy geologicznej regionu i całokształtu lokalnych elementów strukturalnych. Prawidłowości te można ująć krótko w następujących punktach:

1. Jedną z najbardziej uderzających cech ogromnej większości przedstawionych diagramów spekań jest duża lub bardzo duża dyspersja pomiarów. Na odnośnych wykresach kumulatywnych zaznacza się wielka ilość maksimów stosunkowo niewysokich, osiągających wielkość od jednego do kilku procent całości pomiarów. Pola dla pomiarów o niskiej częstotliwości procentowej zajmują zazwyczaj wielkie obszary na wykresach. Można to tłumaczyć nakładaniem się na siebie różnowiekowych systemów spekań, które wiązały się z różnymi polami sił i stressów.

2. Z silną dyspersją pomiarów spekań łączy się często układanie się maksimów dla biegunów tych spekań w pasy mniej lub bardziej regularne. Osie tych pasów mogą być różnie zorientowane. Tam gdzie osie pasów nie są prostopadłe do uławicenia, trudno się doszukać diałaz pierwotnych, jakkolwiek nie można wykluczyć całkowicie ich obecności. Raczej jednakże mamy tam do czynienia z rotacją stressów górotwórczych w przestrzeni i w czasie, względnie z rotacją mas skalnych przy stressach mniej więcej stałych. Spekania pojawiają się w rotujących masach skalnych za każdym razem, kiedy stress przekracza wytrzymałość materiału skalnego. Rotacja taka może się dokonywać w czasie jednego aktu deformacji. Różnie ułożone pasy maksimów spekań mogą należeć do różnych faz górotwórczych lub do różnych etapów tej samej fazy.

3. W obrazie wielu wykresów kumulatywnych może się zaznaczać pewna ilość spekań pierwotnych. Odróżnienie ich od spekań wtórnych jest jednakże na ogół niemożliwe do obiektywnego przeprowadzenia. Częściowo pierwotny charakter mają jak się zdaje spekania na figurach 34 i 42.

Diagram pierwszy odnosi się do spekań w spilitach płata Jaskulina w Cieszowie. Prawdopodobnie mamy tu do czynienia z dość płasko nasuniętą płytą spilitowych law, w których spekania mają tendencję do utworzenia pierścienia obwodowego na projekcji równopowierzchniowej. W pewnej mierze mogą to być spekania tensyjne powstałe przy krzepnięciu pokrywy lawowej.

Na figurze 42 przedstawiono diagram kumulatywny dla spękań pomierzonych w kulmie z Sądów Górnych. Kulm ten należy do najniższych członów karbonu dolnego w niecce śródsudeckiej. Spękania skalne tworzą tu pas, którego oś jest prostopadła do powierzchni uławicenia i w dużej mierze mogą odpowiadać pierwotnym diaklazom powstałym w czasie konsolidacji sedymentu. Niektóre maksima zdają się jednakże pozostawać w związku z lokalną tektoniką. Spękania wtórne tektoniczne byłyby tu nałożone na spękania pierwotne.

Przy okazji warto nadmienić, że silnie sfałdowane żyły kwarcowe ukazujące się w metamorfiku Gór Kaczawskich, a przede wszystkim w łupkach krzemionkowych i litych syluru, mogą należeć do pierwotnego systemu szczelin. Ich przebieg jest niezgodny z późniejszą foliacją  $S_1$ . Mogły one powstać w czasie procesów diagenety, a ich silne i często skomplikowane zafałdowanie może pozostawać w związku z późniejszymi deformacjami.

4. Maksima koncentracji biegunów spękań układają się często równolegle lub prawie równolegle do dużych dyslokacji wykrytych w terenie w czasie szczegółowych prac kartograficznych.

Ta współzależność w przestrzennym ułożeniu zaznacza się najczęściej między poprzecznymi i skośnymi uskokami i spękaniami. Diaklazы równoległe do biegu powierzchni nasunięć są znacznie rzadsze.

Spękania równoległe lub prawie równoległe do uskoków poprzecznych i skośnych są najprawdopodobniej związane z nimi genetycznie. Rozwój jednych i drugich zjawisk był równoczesny lub prawie równoczesny. Można sobie też wyobrazić, że silne spękania wyprzedziły założenie uskoku o tym samym kierunku. Rozwijający się uskok wzbudzał z kolei naprężenia w ościennych skałach, w których mogła powstawać nowa generacja spękań ścinających, zgodnych lub prawie zgodnych z inicjalnymi.

5. W wielu odkrywkach dostrzeżono drobne ślizgi uskokowe, które nie zaznaczają się w intersekcji mapy geologicznej. Ślizgi takie zalicza się na ogół do diaklaz. Autor wydzielił je jednak osobno, ze względu na ich duże znaczenie przy interpretacji spękań skalnych. Zamieszczono je na wykresach.

Drobne ślizgi dyslokacyjne układają się zwykle równoległe do sąsiednich dużych dyslokacji lub tworzą z nimi niewielki kąt. Niekiedy jednakże ślizgów takich jest bardzo

wiele. Obok kierunków uprzywilejowanych występują liczne inaczej zorientowane, zamieniając skałę w rozślizganą brekcję tektoniczną (diagramy na fig. 35, 36, 45, 46).

Maksima spękań skalnych układają się często równoległe lub prawie równoległe do drobnych ślizgów uskokowych. Można założyć, że wraz ze ślizgami tworzą one zespoły spękań ścinających. Rzadkie są natomiast diaklazы, które tworzą kąt zbliżony do prostego z małymi względnie dużymi uskokami. Mogą to być również spękania ścinające związane genetycznie z dyslokacjami. Niekiedy obserwowano koncentracje spękań ustawionych pod kątem bliskim  $45^\circ$  względem dużych lub drobnych dyslokacji. Można je tłumaczyć jako spękania tensyjne towarzyszące tym dyslokacjom.

6. Niekiedy maksima koncentracji biegunów dla powierzchni spękań układają się zgodnie z polem rozrzutu biegunów wyznaczonych dla foliacji. Widzimy to np. na diagramie na figurze 20, na którym jeden z pasów utworzonych przez maksima dla spękań pokrywa się mniej więcej z pasem, w którym występują bieguny foliacji ( $S_1$ ). W przypadkach takiego rodzaju można mówić o predysponowaniu spękań przez układ foliacji ( $S_1$ ).

7. Niektóre koncentracje biegunów spękań pokrywają się dokładnie lub w przybliżeniu z polem rozrzutu złupkowań młodszych od foliacji  $S_1$ . I tak w łomie założonym w Wojcieszowie w formacji zieleńcowej maksimum spękań oznaczone cyfrą  $IV$  (fig. 11) przypada dokładnie w miejscu, w którym koncentrują się bieguny złupkowania wtórnego  $S_2$  (fig. 12). W Sadach Górnych w kwarcytach ordowiku pole rozrzutu złupkowań  $S_3$  łączy się w przybliżeniu z maksimum spękań  $I$ , zaś rozrzutowi  $S_4$  odpowiadają w przybliżeniu maksima spękań  $II$  i  $IV$  (por. fig. 38 i 39).

W obu przytoczonych okolicach koncentracje spękań są albo predysponowane przez złupkowania młodsze od  $S_1$ , albo też powstawały prawie równocześnie z tymi złupkowaniami.

8. Blisko połowa diagramów spękań i struktur liniowych wykreślonych dla metamorfiku SE części Gór Kaczawskich wykazuje, że niektóre duże koncentracje biegunów spękań pokrywają się częściowo lub dokładnie z polem rozrzutu dla różnych zespołów struktur liniowych. Najczęściej jest to zespół  $F_2 + L_2$ , najlepiej rozwinięty we wspomnianym regionie. Można z tego wnosić, że koncentracje omawiane zawierają przynajmniej częściowo spękania pre-

dysponowane przez szczeliny *ac* danych zespołów struktur liniowych, względnie takie dialekty, które rozwijały się prawie równocześnie lub równocześnie z tymi strukturami. Szczeliny *ac* mogły też ukierunkowywać mniejsze i większe uskoki w szeregu przypadkach.

9. Pomiary wykonane w terenie ujawniły miejscami występowanie zespołów spękań, które przecinają się pod kątem zbliżonym do  $60^\circ$ . Takie zespoły mogą reprezentować sprzężone spękania ścinające. Dwusieczna kąta ostrego wskazuje wówczas na ukierunkowania najsilniejszego stressu kompresyjnego. Obserwując tego rodzaju spękania w odkrywkach, autor nigdy nie uzyskał jednakże pewności, że dwa zespoły przecinające się pod kątem około  $60^\circ$  rzeczywiście do siebie przynależą i reprezentują ukierunkowanie powierzchni największego ścinania jednego i tego samego stressu.

10. Porównując diagramy spękań załączone do niniejszej pracy, nie trudno zauważyć, że w szczegółach wszystkie różnią się między sobą mniej lub więcej. Duże różnice mogą wykazywać nawet diagramy wykreślone dla odkrywek ze sobą sąsiadujących i odsłaniających te same skały. Szczególnym przykładem zmienności ukierunkowania spękań od miejsca do miejsca jest duża skałka spilitowa położona w Mysłowie około 450 m na N od wzgórza Grodzik. W części opisowej podano, że skałkę tę podzielono na trzy sektory i dla każdego z nich wykonano po 100 pomiarów spękań. Wszystkie trzy diagramy (fig. 4, 5 i 6) różnią się między sobą w przebiegu izolinii i usytuowaniu znacznej części maksimów, jakkolwiek analogiczne maksima na ogół można na nich odszukać. Wskazuje to na zmienność kierunku działania naprężeń deformacyjnych nawet na bardzo małej przestrzeni. Stressy i ruchy mas skalnych były dyferencjalne.

Przy okazji trzeba zaznaczyć, że także ilość pomiarów ma wpływ na wygląd diagramów, co zresztą w odnośnej literaturze było już niejednokrotnie podnoszone. Można się o tym przekonać także w ramach zebranego materiału. Dla wyżej wspomnianej skałki spilitowej w Mysłowie wykonano bowiem czwarty diagram oparty na 309 pomiarach spękań (fig. 20).

Porównując ten diagram z wykresami poprzednimi, możemy stwierdzić, że maksima zaznaczone na figurach 4, 5 i 6 można na ogół odnaleźć na figurze 20. Niektóre pokrywają się dokładnie, inne są lekko przesunięte lub zanikają. Rysunek izolinii jest jednakże mniej

lub więcej odmienny, a obraz szczegółów na figurze 20 pełniejszy. Dlatego w odkrywkach uwzględnionych w tej pracy starano się zawsze zebrać możliwie dużo pomiarów.

11. Pomiary powierzchni ślizgowych drobnych uzupełniano zawsze pomiarami kierunku i nachylenia rys na wygładzonych powierzchniach. Diagramy zawarte w tekście wykazują, że rysy te są z reguły słabo nachylone, bez względu na ułożenie powierzchni ślizgowych. W wielu przypadkach mamy do czynienia z rysami horyzontalnymi lub prawie horyzontalnymi. Rysy strome, a zwłaszcza bardzo strome, należą z reguły do wyjątków. Wzajemne przesunięcia mas skalnych wzdłuż małych uskoków były na ogół skośne z wyraźną przewagą horyzontalnej komponenty ruchu. Podobne zjawisko zauważył w gnejsach sowiogórskich Grocholski (1967). Przyszłe badania wykażą, czy jest ono charakterystyczne dla całości metamorfiku sudeckiego.

Przy okazji warto nadmienić, że w Nowych Rochowicach, w łomie wapienia położonym na wschód od wsi obserwowano szczelinę uskokową zabliznioną kilku sukcesywnymi naskorupieniami kalcytu. Powierzchnia każdego naskorupienia była oglądzona i pocięta rozmaicie przebiegającymi rysami. Kierunek wzajemnych przemieszczeń mas skalnych zmieniał się na tym uskoku w czasie jego rozwoju. Nie można było ustalić wielkości i kierunku ślizgu wypadkowego.

Przechodząc do dużych uskoków wykrytych w czasie kartowania podkreślić trzeba, że i tu kierunek i wielkość ślizgu nie są wyznaczalne. Z mapy wynika jednakże, że duże uskoki niejednokrotnie mają charakter uskoków listwowych (wrench faults).

Poza kilku wyjątkami nie udało się określić przybliżonego wieku uskoków dużych, ani orzec, które z nich pozostają w związku z głównym przeładowaniem terenu, a które są późniejsze.

12. Z diagramów na figurze 2 i 3 wynika że w południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich główne kierunki dużych uskoków są prawie N—S z wyraźnym odchyleniem ku NNE. W depresji Świebodzie główny kierunek dyslokacji waha się między  $20^\circ$  a  $40^\circ$ . Duże koncentracje spękań skalnych wykazują często w Górach Kaczawskich podobne ukierunkowania jak duże uskoki.

Wszystkie wymienione kierunki są mniej lub więcej zgodne z przebiegiem spękań *Q*,

które we wschodniej części Karkonoszy wyznaczył Cloos (1925). Wyniki pomiarów Cloosa zostały w znacznej mierze potwierdzone przez badania Żaka (1958) i Mierzejewskiego (inf. ustna). Przyszłe badania rozstrzygną, czy opisana koincydencja jest przypadkowa, czy też mamy tu do czynienia z ogólniejszymi założeniami tektonicznymi obejmującymi wielkie obszary Sudetów.

13. Sądzę, że materiał przedstawiony w części szczegółowej, a zwłaszcza prawidłowości ujawnione w niniejszym rozdziale, umożliwiają postawienie wniosków genetycznych odnośnie spę-

kań skalnych na obszarze objętym badaniami. Na obszarze Gór Kaczawskich i depresji Świebodzie spękania skalne są związane zasadniczo z tektoniką lokalną i generalnymi założeniami tektoniki regionalnej. Diaklasy pierwotne są tu prawdopodobnie też obecne, jednakże odgrywają rolę podrzędną. Rozdzielenie obu grup diaklaz w sposób zdecydowany nie jest możliwe. W kulmie z Sądów Górnych, reprezentującym utwory niecki śródsudeckiej, spękania natury tektonicznej nakładają się na diaklasy pierwotne związane zapewne z okresem diagenety osadu.

### ZAKOŃCZENIE

Autor od dawna zdawał sobie sprawę, że studia nad spękaniami skalnymi w Sudetach są konieczne, jeśli mamy przystąpić do rozważań całokształtu zagadnień strukturalnych w tych górach. Dlatego gromadził pomiary i obserwacje spękań przy okazji różnych prac geologicznych przedsięwziętych na terenie Sudetów. Publikacja niniejsza jest tylko pewną częścią materiału nagromadzonego przez autora. Nie obejmuje ona też wszystkich pomiarów wykonanych w południowo-wschodniej części Gór Kaczawskich i w północnej partii depresji Świebodzie. Opuszczono bowiem punkty, w których ilość obserwacji była zbyt szczupła.

Na zakończenie należy też zaznaczyć, że interpretacja spękań skalnych podana w niniejszej pracy, jest próbą, która nie dała się przeprowadzić z wystarczającą pewnością w wielu szczegółach. Ostrożność w wypowiedzianiu wnio-

sków jest tu konieczna. Wiadomo bowiem, że geneza spękań skalnych przedstawia problem wyjątkowo trudny do obiektywnego rozwiązania, a interpretacje bywają często bardzo rozbieżne.

Wyczerpujące badania spękań w obszarach przyległych do terenu objętego niniejszą pracą dostarczyłyby materiału do dalszej dyskusji i mogłyby być sprawdzianem koncepcji powyżej przedstawionych.

Jest jednakże rzeczą konieczną zbadanie spękań skalnych na obszarze całych Sudetów i bloku przedsudeckiego. Dopiero po zakończeniu wyczerpujących studiów obejmujących bez reszty te tereny będziemy mogli ująć całokształt zagadnienia omawianego od strony opisowej i interpretacyjnej i próbować wyjaśnić nawiazania oraz zależności między poszczególnymi regionami.

### LITERATURA

- BADGLEY P. C., 1959: Structural methods for the exploration geologist. Harper's Geoscience Series, New York.
- BALK R., 1948: Structural behavior of igneous rocks. J. W. Edwards, Ann Arbor, Michigan.
- BEDERKE E., 1924: Das Devon in Schlesien und das Alter der Sudetenfaltung. *Fortschr. Geol.* etc., H. 5-7.
- BILLINGS M. P., 1958: Structural geology. Prentice-Hall, Inc., New York.
- BRAUSE H., 1965a: Zu Problemen der regionalgeologischen Entwicklung im Altpalaeozoikum der Góry Kaczawskie, etc. *Geologie*, Jg. 14, H. 2.
- 1965b: Die orogene Entwicklung im Variszikum der Lausitz, Teil I.: Das variszische Entwicklungsschema im Lausitzer Altpalaeozoikum. *Ber. Geol. Ges.*, Bd. 10, H. 3.
- BUCZEK H., 1954: Spękania skalne masywu Sobótki. Joints of Sobótka Massif (Lower Silesia). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, t. 22, z. 1.
- CLOOS H., 1922a: Ueber Ausbau und Anwendung der granittektonischen Methode. *Abh. Preuss. Geol. Landesanst.*, N. F. Bd. 89.
- 1922b: Der Gebirgsbau Schlesiens und die Stellung seiner Bodenschaetze. *Gebr. Borntraeger*, Berlin.
- 1925: Tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen. I Teil. Das Riesengebirge in Schlesien. *Gebr. Borntraeger*, Berlin.
- DZIEDZIC K., 1960: Niektóre problemy geologiczne związane z kulmową ostrogą Jabłowa (Sudety Środkowe). Quelques problèmes géologiques liés avec le promontoire de Culm de Jabłów (Sudètes Moyens). *Acta geol. pol.*, vol. 10, no. 3.
- 1961: Tektonika kulmowej ostrogi Jabłowa. On



- the tectonics of the Culm flexure of Jabłów. *Ibidem*, vol. 11, no. 4.
- DŻUŁYŃSKI S., 1953: Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej. Tectonics of the southern part of the Cracovian Upland. *Ibid.*, vol. 3, no. 3.
- GROCHOLSKI A., 1960: Uwagi na temat budowy geologicznej zachodniej okolicy Wałbrzycha. Notes on geological structure of western region of Wałbrzych. *Kwart. geol.*, t. 4, nr 3.
- GROCHOLSKI W., 1967: Tektonika Gór Sowich. Structure of the Sowie Mts. *Geol. Sudetica*, vol. 3.
- GUNIA T., 1967: *Cambrotrypa* (Tabulata) z metamorfiku Sudetów Zachodnich. *Cambrotrypa* (Tabulata) from metamorphic rocks of the Western Sudetes. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, t. 37, z. 3.
- 1968: Fauna, stratygrafia i warunki sedymentacji górnego dewonu depresji Świebodzie. On the fauna, stratigraphy and conditions of sedimentation of the Upper Devonian in the Świebodzie Depression-Middle Sudetes. *Geol. Sudetica*, vol. 4.
- HILLS E. S., 1963. Elements of structural geology. Science Paperbacks, R. Clay.
- JAEGER H. 1964. *Monographus hercynicus* in den Westsudeteten und das Alter der Westsudetehauptfaltung, I u. II Teil. *Geologie*, Jg. 13.
- JERZYKIEWICZ T., 1968: Uwagi o orientacji i genezie ciosu w skałach górnokredowych niecki śródsudeckiej. Remarks on the origin and orientation of joints in the Upper Cretaceous rocks of the Intrasudetic Basin. *Geol. Sudetica*, vol. 4.
- MORAWSKI T., 1960: Materiały do dokumentacji wstępnej głębokiego wiercenia w Górach Kaczawskich. Arch. Inst. Geol. Oddz. Dolnośląski, Wrocław.
- PRICE N. J., 1968: Fault and joint development in brittle and semibrittle rock. Pergamon Press, New York-London.
- RADWAŃSKI S., 1959. Budowa geologiczna Obniżenia Dusznickiego i wschodniej części Gór Stołowych. The geological structure of the Duszniki Basin and the eastern part of the Stołowe Mountains-Heuscheuergebirge in the Sudeten. *Inst. Geol., Biul.* 146.
- SCHWARZBACH M., 1939: Die Tektonik des Bober-Katzbachgebirges. Schlesische Ges. f. vaterlaendische Kultur.
- SITTER de U. L., 1959: Structural geology. McGraw-Hill Book Comp., Inc. London, New York, Toronto.
- SMULIKOWSKI K., 1956: Katakazyty okolic Cieszowa na Dolnym Śląsku. Cataclasites in the neighbourhood of Cieszów (Lower Silesia). *Inst. Geol., Biul.* 112.
- TEISSEYRE A. K., 1968: Charakterystyka sedymentologiczna najniższego kulmu lądowego w północnej części niecki śródsudeckiej. The lower Carboniferous of the Intrasudetic Basin: a study in sedimentary petrology and basin analysis. *Geol. Sudetica*, vol. 4.
- TEISSEYRE H., SMULIKOWSKI K., OBERC J., 1957: Regionalna geologia Polski, t. III, z. 1, Pol. Tow. Geol., Kraków.
- TEISSEYRE H., 1956a: Depresja Świebodzie jako jednostka geologiczna. Świebodzie Depression as a geological unit. *Inst. Geol., Biul.* 106.
- 1956b: Sedymentacja górnego dewonu Pogorzały i Witoszowa (Sudety Środkowe). On the Upper Devonian sedimentation in Pogorzała and Witoszów (Middle Sudetes). *Acta geol. pol.*, vol. 6.
- 1959a: Einige Bemerkungen ueber die Methodik der Mikrostrukturen in der tektonischen Forschung. *Freiberger Forschungsh.*, C 57.
- 1959b: Zu dem Problem der Diskordanz zwischen den Waldenburger Schichten und dem Kulm in der Innersudetischen Mulde. *Geologie*, Jg. 8, H. 1.
- 1963: Siodło Bolków—Wojcieszów jako charakterystyczny przykład struktury kaledońskiej w Sudetach Zachodnich. The Bolków—Wojcieszów anticline — a representative Caledonian structure in the Western Sudetes. *Inst. Geol., Pr.* t. 30.
- 1964: Uwagi o ewolucji strukturalnej Sudetów. Some remarks on the structural evolution of the Sudetes. *Acta geol. pol.*, vol. 14, no. 4.
- 1968a: Serie metamorficzne Sudetów. On the stratigraphy and structural evolution of the metamorphic series in the Sudetes. *Geol. Sudetica*, vol. 4.
- 1968b: Stratigraphy and tectonics of the Świebodzie Depression. Stratygrafia i tektonika depresji Świebodzie. *Inst. Geol., Biul.* 222.
- 1970: Badania tektoniczne metamorfiku w rejonie Śnieżnika. Arch. Inst. Geol., Oddz. Dolnośląskiego.
- 1971: Zagadnienie analizy strukturalnej w Sudetach, jej cele i metody. Structural analysis in the Sudetes Mts. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, t. 41, z. 1.
- TEISSEYRE J., 1962: Budowa geologiczna elementu Strugi. Structural features and development of the Struga element in the Middle Sudetes. *Acta geol. pol.*, vol. 12, no. 3.
- TURNER F. J., WEISS L. E., 1963: Structural analysis of metamorphic tectonites. McGraw-Hill Book Comp., Inc. New York.
- URBANEK Z., BARANOWSKI Z., HAYDUKIEWICZ A., 1975: Geologiczne konsekwencje występowania dewońskich konodontów w metamorfiku północnej części Gór Kaczawskich. Geological consequences of the occurrence of the Devonian conodonts in metamorphic rocks of the northern part of the Kaczawa Mts. *Geol. Sudetica*, vol. 10, nr 2.
- ZIMMERMANN E., 1941: Geologische Karte des Deutschen Reiches 1:25 000. Blatt Kauffung. Reichsstelle f. Bodenforschung, Berlin.
- ZIMMERMANN F., 1936: Das Alter der Gneiskonglomerate des Fuerstensteiner Kulms. Sonderdruck aus d. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.*, Bd. 56.
- ŻAK Cz. 1958. Budowa i rozwój zachodniego skrzydła niecki śródsudeckiej. Structure and development of the western limb of the Intrasudetic Basin. *Inst. Geol., Biul.* 129.

Henryk TEISSEYRE\*

## JOINTS IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE KACZAWA MTS. AND IN THE NORTHERN PART OF THE ŚWIEBODZICE DEPRESSION (SUDETES)

**ABSTRACT:** The paper deals with the joint problem in the SE part of the Kaczawa Mountains and in the northern part of the Świebodzice Depression. A single point has been taken into account also in the Intrasudetic Basin. In the SE part of the Kaczawa Mts. the joints have been measured in the metamorphic Cambrian and Ordovician sequences, while in the Świebodzice Depression and in the Intrasudetic Basin jointing in the Culm was studied. In sum 5247 joint measurements have been executed.

In order to complete the geological material, indispensable for interpretation of the joint system observed, a detailed mapping of the area investigated has been accomplished, major and minor faults have been studied, and the lineations as well as the cleavage have been measured.

The main results obtained may be listed briefly as follows: the joint system of the Old Paleozoic rocks of the Kaczawa Mts.

and in the Culm of the Świebodzice Depression is essentially tectonic in origin. The joint diagrams enclosed in the paper exhibit a great dispersion of the  $\pi$  poles as a rule. This is mostly the result of several superimposed deformations. The prominent sets of joints are often parallel or subparallel with respect to the major or minor faults, which cut the terrain in the nearest vicinity. Some sets of joints in the metamorphic sequences are predisposed by the main foliation  $S_1$ , or by subsequent cleavages:  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ . The joint assemblages perpendicular to the lineations (especially  $F_2$ ) are frequent. They follow the  $ac$  planes of the minor fold structures. The  $\pi$  poles concentration maxima are often arranged in girdles, what may be explained by rotation of stress in the deformed and moving rocks. Primary joints seem to be present especially in slightly deformed and gently dipping Culm conglomerates of the Intrasudetic Basin.

### Summary

#### TOPOGRAPHIC AND GENERAL REMARKS

The regional unit called here the Kaczawa Mts. (Polish name: Góry Kaczawskie) belongs to the western part of the Sudetes. It borders upon the Intrasudetic Basin and the Świebodzice Depression in its south-eastern part.

Two main structural stages may be distinguished in the Kaczawa Mts. the lower stage and the upper one. The lower stage is represented by the Eocambrian (Wendian), Lower Paleozoic, Devonian and Lowermost Carboniferous rocks, while the upper stage contains the Upper Carboniferous, the Permian and the Mesozoic sequence. A profound angular unconfor-

mity separates these both stages. The lower one contains epi-metamorphic rocks, while the upper shows no signs of metamorphism.

This authors investigations have been executed in the lower stage only and are limited to the SE part of the region in question. This part borders upon the Świebodzice Depression to the south. The northern part of the Świebodzice Depression has been taken by this author into account also, and some investigations have been undertaken in the marginal part of the Intrasudetic Basin. A geological sketchmap of the area investigated is given in the fig. 1.

#### GEOLOGICAL CHARACTERISTICS

##### STRATIGRAPHY

The lower stage stratigraphy of the Kaczawa Mts. in the SE part of the region may be summarized as follows: The oldest sequence is represented by the Radzimowice beds, being looked upon as Eocambrian (Wendian). They are represented essentially by dark grey, or black quartz-sericite slates with albite blasts and a fine graphitic pigment. Light coloured slates

are common in the upper part of the sequence, they are, however, less in evidence. Quartzites and metalydites are of secondary importance.

The Radzimowice beds pass towards the top into the Wojcieszów limestones, being up to some 200 m in thickness. Gumia (1967) has found and described a fauna of primitive corals in the uppermost part of

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

the Wojcieszów crystalline limestones. They belong to the genus *Cambrotrypa* (*Cambrotrypa sudetica* n.sp.). The limestones mentioned have been assigned to the Lower Cambrian.

The Upper and the Middle Cambrian is represented in the area investigated by a volcanic formation of a great, however, variable thickness. It is composed essentially of greenschists, meta-splilites, meta-alkaline rhyolites and trachytes, the porphyroides being also in evidence. The whole sequence is known under the collective name of greenschist-formation.

The overlying Ordovician is composed of grey slates with intercalations of greenschists. The slates are accompanied in places by lenticular bodies of quartzite (quartzites of Tarczyn and Sady Górne). Grey and black slates with lydites, siliceous schists, occasionally also with greenschists represent the Silurian rocks. A Devonian sequence may be present in the SE part of the Kaczawa Mts., till now, however, it is proved in the western part of the region only.

Immediately to the south from the SE part of the Kaczawa Mts. two other structural units of regional extension occur, being filled up with molasse-like deposits.

In the marginal part of the Sudetes we find the Świebodzice Depression and to the west from it the Intrasudetic Basin. The units are separated from each other by a prominent dislocation, called the Struga upthrust. Along this very dislocation, the Świebodzice Depression has been upthrust on the Culm deposits of the Intrasudetic Basin.

The above mentioned molasse-like deposits may be divided into an older and as younger sequence. The older sequence is known from the Świebodzice Depression. It starts with the Upper Devonian conglomerates, greywackes and mudstones, which are up to some 1200 m in thickness. This assemblage passes without break and unconformity into the lowermost Culm (Lower Tournaisian?). It is built up of massive conglomerates being up to 2000 m or more metres thick. In the eastern part of the Świebodzice Depression the conglomerates are composed mainly of debris coming from the gneissic block of Sowie Góry (Culm of Książ). Towards the west this Culm passes into the polygenous conglomerates of Chwaliszów. (comp. H. Teisseyre 1956, 1968b).

The younger molasse is represented by the Culm deposits of the Intrasudetic Basin, being Visean in age. The lowermost part belongs perhaps to the Upper Tournaisian?.

The Culm of the Intrasudetic Basin measures several thousands of metres in thickness. It may be divided in many cyclothems, according to A. K. Teisseyre (1968). Each cyclothem begins with massive and heterogenous conglomerates of fluvial origin and ends with sub-greywackes, mudstones or lacustrine clays. Marine intercalations with Upper Visean fauna are known from the highest part of the sequence.

#### TECTONICS

The tectonics of the Kaczawa Mts. are polyphasic and highly complicated in details. The main folding and the metamorphism are bound with bretonian movements, according to new statements (Urba-

nek, Baranowski, Haydukiewicz; Chorowska, Sawicki — papers in press).

Four nappe-like structures may be differentiated in the SE part of the Kaczawa Mts. (H. Teisseyre 1956, 1963). They have been shifted one upon another towards the south and subsequently warped up, thus forming an anticlinal uplift. This uplift is known under the name of the Bolków—Wojcieszów anticline. Its axis plunges towards the EES under moderate angles in general (comp. Schwarzbach 1939).

The mentioned anticline has been highly faulted at different times and locally transformed into a sort of megabreccia. Four and in places five sets of linear structures may be observed in the metamorphic sequences.

The first set is represented by tight relic folds  $F_1$  and the lineation  $L_1$ , resulting from the intersection of the bedding planes  $S_0$  and the main foliation  $S_1$  (H. Teisseyre 1959a). The axial planes of the  $F_1$  folds are everywhere parallel with respect to the foliation  $F_1$ . The most prominent set of linear structures is the second one, not everywhere, however. It is composed of mezo-folds  $F_2$  and of different types of lineation  $L_2$ .

The secondary cleavage  $S_2$  (fracture cleavage or strainslip cleavage) is visible in slaty sequences. It is oriented parallel to the axial planes of the minor  $F_2$  folds. Also joints parallel to the mentioned axial planes may be present.

The second set of linear structures is parallel or subparallel to the axis of Bolków—Wojcieszów anticline. In most cases it plunges gently in the EES direction. The set  $F_3 + L_3$  trends generally NE—SW. It is accompanied occasionally by the cleavage  $S_3$ , or joints parallel to the axial planes of  $F_3$ .

The  $F_4 + L_4$  set of linear structures is represented mostly by structures of the "kink-band" type. It is oriented NW—SE to N—S and is very distinct in some environs.

The set, which may be differentiated as the  $F_5$  assemblage of minor folds, may be observed rather exceptionally.

The tectonics of the Świebodzice Depression is also highly complicated especially in their northern part. The molasse deposits of the Upper Devonian and Lower Culm are refolded and mixed with the metamorphic rocks of the Kaczawa Mts. (Cieszów unit). The folds trend nearly E—W, parallel to the Bolków—Wojcieszów anticline.

Many faults directed generally in the NE—SW direction (fig. 3), complicate the tectonics of the Świebodzice Depression. It is separated from the younger molasse filling up the Intrasudetic Basin by the dislocation of Struga. Along this dislocation the Świebodzice Depression has been shifted onto the younger molasse in the south-west direction, as it was stated already above.

The tectonic features of the Intrasudetic Basin are in general simple. The strata dip under moderate angles towards the middle part of the basin. Many faults have been observed, however.

#### THE PROBLEM OF JOINTS

The paper encloses 20 equal area projection joint diagrams. The majority (15) of the diagrams refer

to the rocks of the SE part of the Kaczawa Mts. (diagrams: 4, 5, 6, 8, 11, 15, 18, 20, 23, 26, 29, 32, 34, 38 and 41). The joints have been measured in the Wojcieszów limestones, in the spilites, porphyroides and greenschists in the Świerzawa, Bolków, Dobromierz and Cieszów units. In sum 4015 joints have been measured in the metamorphic rocks constituting the main structural units of the SE part of the Kaczawa Mts.

In the Świebodzice Depression 1078 joint measurements have been executed in four different places, where the conglomerates of the lower molasse are well exposed (figs. 44, 47, 49, 52). Only one single crag assemblage has been taken into account in the upper molasse of the Intrasudetic Basin. 154 diaclases have been observed and measured in the Sady Górne village, near the very limit between the basin mentioned and the metamorphic rocks of the Cieszów unit (fig. 42).

Diagrams showing the attitude of linear structures  $F_2 + L_2$ ,  $F_3 + L_3$ ,  $F_4 + L_4$  and  $F_5$ , the bedding ( $S_0$ ) and the main foliation planes ( $S_1$ ) as well as subsequent cleavages ( $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ) are enclosed in the text (figs. 9, 12, 13, 16, 19, 21, 25, 30, 33, 39 and 40). These planar and linear structures have been measured in the same outcrops where observations about joints have been executed.

Everywhere small faults, visible in the outcrops have been noted and the striations on the fault planes have been measured (figs. 4, 10, 27, 31, 35, 36, 41, 45, 46, 47, 50).

This author has prepared also a general geological sketch map (fig. 1) in order to complete the material indispensable for discussion about the origin of the joints. It must be emphasized too, that the text is accompanied by small sketch maps, showing the local geology in places where joint measurements were executed (figs. 7, 14, 17, 22, 24, 28, 37, 43, 48, 51).

The trends of major faults, which have been proved or are supposed to be in the area investigated are depicted by diagrams: fig. 2 and 3.

The maps and the diagrams enclosed in the text can not be described in details in a short summary.

The relations between the joints measured and other structural features of the area investigated may be studied in detail by comparison of the diagrams and the maps enclosed in the paper.

When summarizing the results obtained, following conclusions may be presented:

1. One of the most striking features of the joint diagrams presented above is a great or very great dispersion of the  $\pi$  poles to the joint planes. The poles are mostly grouped in many small maxima. Remarkably high pole concentrations are rather rare. The area occupied by low percentages of  $\pi$  poles concentration is generally very great on equal area projection diagrams.

2. The  $\pi$  poles maxima are often arranged in girdles. The axes of the girdles are differently oriented, in general subhorizontal, however. In some diagrams more than one girdle may be present. The girdles may be produced often by rotation of the principal compressive stress with respect to the moving and deformed rock masses. Different girdles may be bound with different phases or stages of deformation.

3. On the equal area projection diagrams of  $\pi$  poles to the joint planes, also primary joints may be

present. They originated during the consolidation of lava flows or during the diagenetic processes in sedimentary rocks. Both the primary and the secondary joints are hardly to be distinguished from each other in general. For example it seems that the joints presented in figures 34 and 42 are partially primary features in origin. The first diagram (fig. 34) refers to massive spilitic rocks in Jaskulin (fig. 28, outcrops *a* and *b*). We have here to do probably with a nearly flat lying lava cover. The  $\pi$  poles to the joints exhibit a tendency to form a peripheral girdle on the diagrams. The joints perpendicular or nearly perpendicular to the surface of the lava cover may result in part from cooling processes of the lava. The area is, however, highly tectonized and no doubt also subsequent fractures are here present, too.

The figure 42 illustrates the attitude of joint planes in the Culm formation of Sady Górne (upper molasse). The poles to the joints are arranged here in a girdle, perpendicular to the bedding planes and probably formed during the lification of the sedimentary assemblage. Subsequent joints bound with local tectonics are no doubt superimposed. Three  $\pi$  poles maxima may be observed in the girdle. The highest maximum (fig. 42, *I* — 10,4%) concentrates the joints parallel to a major fault which cuts the upper molasse in the nearest vicinity of the crags, where the measurements have been done. The second maximum (fig. 42, *II* — 5,2%) shows a striking coincidence with some minor faults, which may be seen in the metamorphic rocks near the crags mentioned (fig. 42). The third maximum (fig. 42, *III* — 3,9%) concentrates the joints parallel to the major fold units in the vicinity.

4. In many diagrams the prominent maxima of joint concentrations are parallel to the major faults, stated during the detailed mapping. It may be inferred, that both the joints and the faults are bound genetically with one another.

5. There are outcrops, where glide planes of minor faults have been observed, being not marked in the intersection pattern of the geological map. These glide planes are depicted on the diagrams. They trend often parallel or subparallel to the major faults cutting the terrain in the neighbourhood and are accompanied in many cases by a parallel set of shear joints.

6. In some instances the maxima of  $\pi$  poles to the joint planes are covered more or less exactly by the maxima of some sets of linear structures. It is mostly the second set of lineation. In these cases one can infer that the joints are *ac* ruptures in origin, or that they are predisposed by the ruptures mentioned, at least in some percentage.

The *ac* ruptures can have also an influence upon the direction of the major and minor faults to a certain extend.

7. Occasionally, the  $\pi$  poles concentrations to the joints are covered on the diagrams by the  $\pi$  poles to the main foliation planes  $S_1$ . The diagram in the figure 20, for instance, shows a girdle of  $\pi$  poles maxima to the joints, which coincides with the position of  $\pi$  poles to the  $S_1$  planes. We can infer that the joints are here predisposed by the attitude of the foliation planes.

8. Some maxima of the  $\pi$  poles to the joint planes

are covered in the diagrams by the  $\pi$  poles concentrations to the cleavages subsequent in relation to the foliation  $S_1$ . For example, in a greenschist quarry in Wojcieszów the maximum of joints symbolized by *IV* in the figure 11 — coincides with the  $\pi$  poles to the secondary cleavage  $S_2$  (fig. 12).

In the Ordovician quartzites of Sady Górne the *II* poles to the third cleavage  $S_3$  are bound with the maximum *III* of the  $\pi$  poles to the joint planes. On the other hand, the  $\pi$  poles to the  $S_4$  cleavage coincide approximately with the maxima: *II* and *IV* of the joints (comp. the figures 38 and 39). In both these cases the joints are predisposed by the cleavages or they originated semicontemporaneously with this cleavages.

9. In some places we can observe cross joints being composed of two sets which cut each other under an angle of about 60°. The sets may represent a conjugate shear system.

The acute angle bisectrix may be differently oriented. In some diagrams shear joints nearly vertical, or subvertical to the faults cutting the rocks may be observed.

The joints closing an angle of about 45° with the nearest faults are less in evidence. They are apparently tension joints in origin.

10. The joint system is very variably developed in the area investigated, which is to be noted when comparing the diagrams enclosed in the text. It may change from place to place even in one and the same great exposure. A striking example of such a variability may be found in Mysłów (E from Wojcieszów) in a crag built up of spilites and placed about 450 m to the north from the hill Grodzik.

The crag was divided by the author into three parts and in each part 100 joints have been measured (fig. 4, 5 and 6). The diagrams differ from each other in details, they have, however, some maxima in common. On each diagram a tendency of forming girdles of  $\pi$  poles is visible, however, the position of the girdles is variable. In spite of great differences in details, the three diagrams under consideration have the same character. They show a great dispersion of  $\pi$  poles to joint planes. We see on the diagrams many, but rather very low  $\pi$  poles concentrations.

We cannot leave unsaid also, that the quantity of measurements has an effect on details presented by the equal area projection diagrams. The author plotted a separate diagram for the same spilitic crag in Mysłów, based, however, on 309 measurements (fig. 20). The maxima of  $\pi$  poles concentration visible on the figures: 4, 5 and 6 may be found generally on figure 20. Some are strictly on the same place, when the others are slightly shifted or exhibit a tendency to disappear.

The general character of these four presented diagrams is the same, the diagram on the figure 20 gives us, however, a most complete information.

11. The observations of small faults were always supplemented by measurements of striation, grooves and furrows, when present on slickensided surfaces. In most cases the striation exhibits a horizontal or subhorizontal position, or it is inclined under moderate angles. The striation plunging under high angles appears rather exceptionally. The relative movements of the broken rock masses were generally oblique with predominance of the horizontal component. A similar attitude of striation has been noted in the Sowie Góry gneisses by Grocholski (1967).

Slickensided planes have been observed in the Kaczawa Mts. on which the striations were differently oriented. Occasionally, the striation changed its inclination during different phases of movements. Finally, we must state that wrench faults seem to be common in the SE part of the Kaczawa Mts. and in the northern part of the Świebodzice Depression.

12. Two azimuthal diagrams showing the frequency of the major faults have been constructed for the area investigated (fig. 2 and 3). Figure 2 refers to the fault pattern of the SE part of the Kaczawa Mts. It shows a fault frequency maximum trending nearly N—S, with a slight deviation in the eastern direction.

In the Świebodzice Depression the maxima of fault orientations are displaced more to the East. They lie between 20° and 40°.

It is noteworthy, that the transversal or oblique faults lie in the eastern part of the Kaczawa Mts. and in the Świebodzice Depression parallel to the *Q* joints of the Karkonosze granite massif. This massif, lying to the west from the area investigated, exhibits these joints described by Cloos (1925). Future investigations should decide if this coincidence is accidental, or bound rather with a general tectonic plane of the western Sudetes.

13. The material presented in the detailed part of the paper illustrated by the diagrams and the geological sketch maps enables also some general conclusions to be made. In the SE part of the Kaczawa Mts. and in the Świebodzice Depression the joints are mainly tectonic in character, bound with general or local deformations. In the Sady Górne Culm the tectonic joints are rather superimposed on the primary ones which originated during the diagenetic processes.

Similar conditions have been found by Jerzykiewicz (1968) in the Upper Cretaceous sandstones of the Intrasudetic Basin.

Finally, it may be stated that structural researches are still in progress in the Sudetes. Also joint problems are followed further in some regions. These investigations are needed to verify the results obtained hitherto and to complete the joint pattern in the whole area of the Sudetes.