UKD 551.24:552.431.061.3:552.42 (438.26—14:234.571 (Czerniawa Zdrój — okolice)

Józef KOSZELA

Mezoskopowe parakinematyczne struktury w łupkach łyszczykowych okolic Czerniawy Zdroju

WSTĘP

Teren badań położony jest w przygranicznej części tzw. pasma łupków Starej Kamienicy w Górach Izerskich. Łupki te występują w obrębie gnejsów izerskich, tworząc wąskie pasmo o przebiegu równoleżnikowym. Obie serie skalne, zgodnie z aktualnym stanem badań (J. Oberc, 1958), zaliczone są do proterozoiku. Starsze w obrębie tej formacji są skały łupkowe. Ich kosztem w wyniku parakinematycznej granityzacji powstały gnejsy izerskie.

Począwszy już od wieków średnich pasmo łupkowe Starej Kamienicy było przedmiotem licznych zainteresowań początkowo związanych z górnictwem cyny, które z przerwami przetrwały do czasów powojennych, np. w Gierczynie. Przed kilku laty eksploatacja została zarzucona, jednak poszukiwania w obrębie łupków łyszczykowych prowadzone są nadal.

Jedną z głównych przyczyn braku sukcesów jest trudność w ustaleniu genezy złóż, co nie pozwala na opracowanie odpowiedniej koncepcji poszukiwawczej. Rozwiązanie problemu genezy wymaga też dokładnego poznania pozycji tektonicznej i budowy wewnętrznej pasma łupków łyszczykowych. Nie jest to zadanie łatwe, gdyż jak wiadomo, łupki łyszczykowe pasma Starej Kamienicy są silnie przefałdowane, co poza badanym terenem widać w czynnym kamieniołomie tych skał w Krobicy, gdzie J. Oberc (1967*b*) stwierdził istnienie 6 fałdów. Dla poznania tektoniki łupków łyszczykowych najbardziej przydatna okazuje się analiza drobnych struktur tektonicznych (B-lineacji). Na wielkie jej znaczenie w Górach Izerskich wskazał jako pierwszy J. Oberc (1967*b*). Problem tektoniki wymaga coraz bardziej szczegółowych badań zarówno struktur mezoskopowych, jak i petrotektonicznych. Artykuł stanowi przyczynek do rozwiązania wymienionych wyżej problemów.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Łupki łyszczykowe pasma Starej Kamienicy o szerokości od 0,5÷1,5 km przebiegają prawie równoleżnikowo przez cały metamorfik izerski na przestrzeni około 30 km. Badany teren leży w zachodniej części

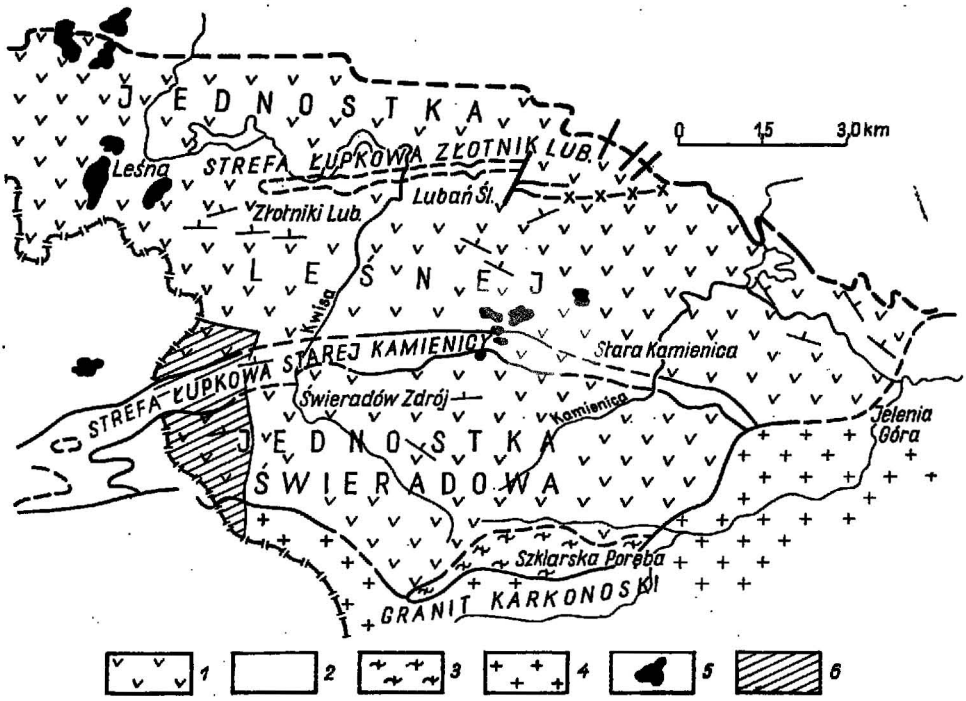

Fig. 1. Schematyczna mapa Gór Izerskich

Diagrammatic map of the Izera Mts.

1 — gnejsy i granitognejsy; 2 — łupki łyszczykowe; 3 — łupki łyszczykowe i hornfelsy Szklarskiej Poręby; 4 — granit; 5 — bazalt; 6 — teren badań

1 — gneisses and granite gneisses; 2 — mica schists; 3 — mica schists and hornfelses of Szklarska Poręba; 4 — granite; 5 — basalt; 6 — area of study

tego pasma, w rejonie Czerniawy Zdroju (fig. 1). Strefa łupkowa osiąga tutaj na wychodniach szerokość 1,5 km. Wyróżnić w niej można następujące odmiany petrograficzne łupków:

— łupki chlorytowo-biotytowo-muskowitowe;

— łupki łyszczykowe z granatami, lokalnie okruszcowane kasyterytem i innymi minerałami rudnymi;

— łupki łyszczykowe z porfiroblastycznym biotytem.

Łupki łyszczykowe Starej Kamienicy przechodzą od południa w gnejsy leptytowe, a następnie w granitognejsy, wśród których spotyka się wtrącenia leukognejsów i leukogranitów (fig. 2).

Od północy łupki kontaktują wzdłuż dyslokacji z granitognejsami okolic Pobiednej. Wszystkie wymienione wyżej skały wykazują zgodne monoklinalne upady. Ich powierzchnie foliacji posiadają bieg WSW — ENE i zapadają ku NNW.

ANALIZA MEZOSKOPOWA POWIERZCHNI FOLIACJI

Powierzchnie foliacji biegną generalnie według azymutu 80° i zapadają pod różnymi kątami, najczęściej 50°.

W części wschodniej terenu biegi powierzchni foliacji zmieniają się nieznacznie na kierunek równoleżnikowy, a jeszcze dalej na wschód, już

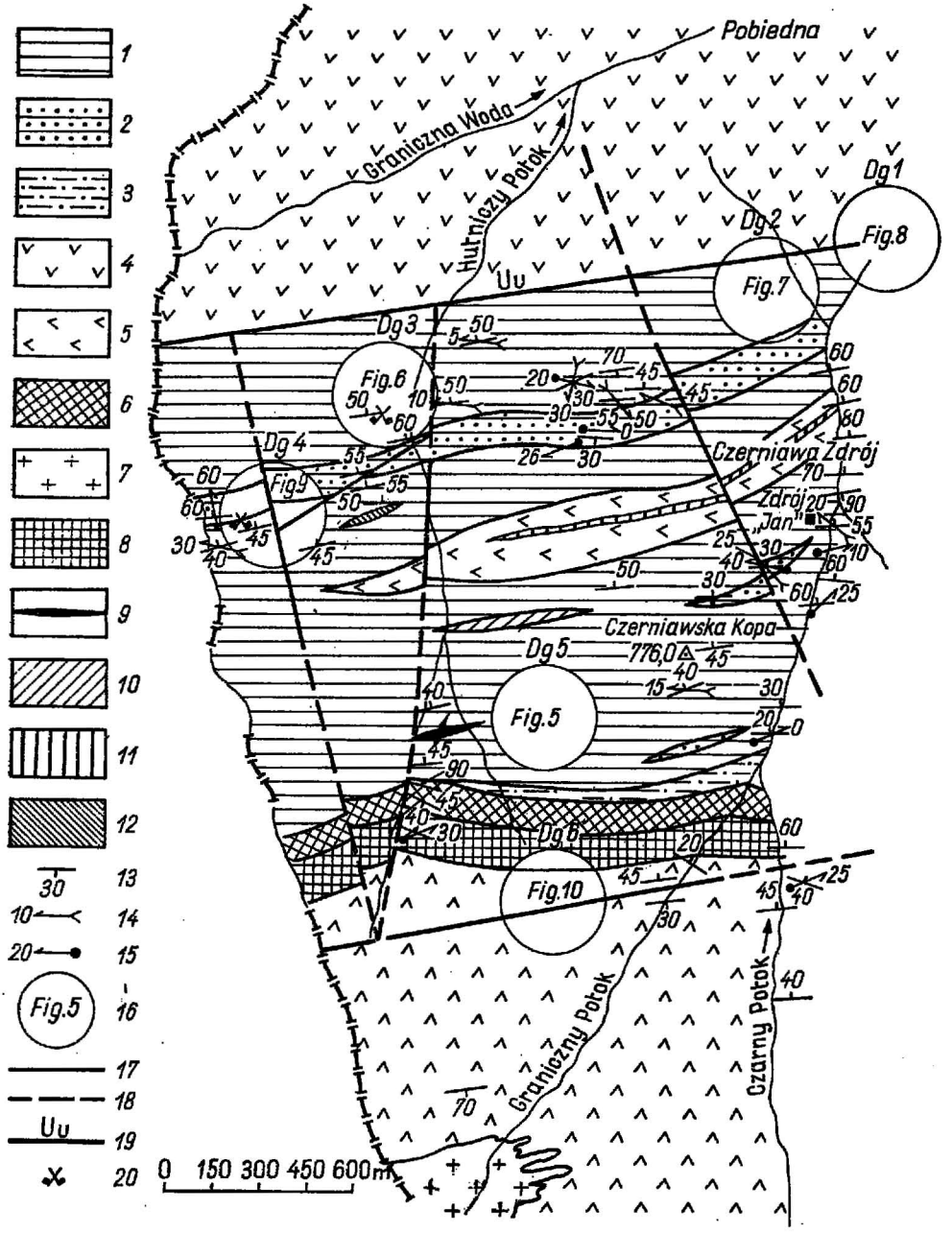

Fig. 2. Mapa geologiczna okolic Czerniawy Zdroju
Geologic map of the Czerniawa Zdrój vicinity

1 — łupek łyszczykowy (chlorytowo-biotytowo-muskowitowy); 2 — łupek łyszczykowy z granatami; 3 — łupek łyszczykowy z porfiroblastycznym biotytem; 4 — gnejsy i granitognejsy; 5 — gnejsy oczkowe w obrębie łupków łyszczykowych; 6 — gnejs leptytowy; 7 — granit rumburski; 8 — leukogranit; 9 — amfibolit; 10 — kwarcyt; 11 — spessartyt; 12 — kwarc żyłowy; 13 — bieg i upad powierzchni foliacji; 14 — kierunek i wielkość upadu osi mezofałdów; 15 — kierunek i wielkość upadu B-lineacji ↓

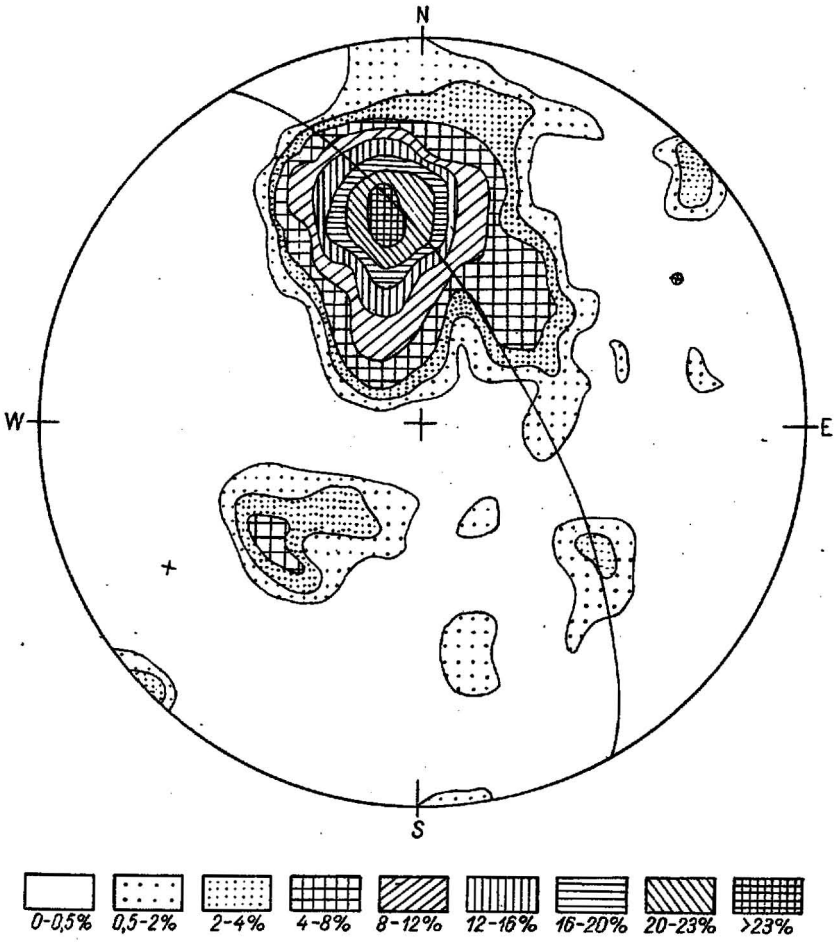

Fig. 3. Diagram zbiorczy powierzchni foliacji. Pomiarów 850, półkula górna

Complex diagram of foliation plane; 850 measurement, upper hemisphere

poza granicami badanego terenu, powierzchnie te zapadają ku NNE (fig. 1). Widać stąd, że na szerszym obszarze powierzchnie foliacji przybierają kształt łagodnego łuku, którego strona wypukła zwrócona jest ku północy. Taki przebieg foliacji ulega lokalnie dodatkowym, i to dość silnym zaburzeniom.

←

ziarna; 16 — obszar, z którego wykonane pomiary przedstawiono na diagramie; 17 — uskoki stwierdzone; 18 — uskoki przypuszczalne; 19 — uskok Ulicka; 20 — nieczynne wyrobiska górnicze

1 — mica schist (chlorite-biotite-muscovite); 2 — mica schist with garnets; 3 — mica schist with porphyroblastic biotite; 4 — gneisses and granite gneisses; 5 — eye gneisses within mica schists; 6 — leptite gneiss; 7 — Rumburk granite; 8 — leucogranite; 9 — amphibolite; 10 — quartz; 11 — spessartite; 12 — vein quartz; 13 — direction and dip of foliation plane; 14 — direction and value of dip of axes of meso-folds; 15 — direction and value of dip of B-lineation of grains; 16 — area where measurements shown in diagram have been made; 17 — ascertained faults; 18 — probable faults; 19 — Ulicko fault; 20 — old mining works

Dla otrzymania bardziej przejrzystego obrazu sytuacji przestrzennej pomiary foliacji z całego terenu skumulowano na jednym diagramie (fig. 3). Zaznacza się na nim jedno maksimum na granicy czwartego i pierwszego kwadrantu. Rozrzut azymutu biegu i kąta upadu powierzchni foliacji jest duży, niemniej główny kierunek zaznacza się bardzo wyraźnie. Najczęściej spotykane wartości azymutu upadu to 350°, a kąta upadu 50°. W kierunku kwadrantu drugiego owo maksimum ulega wydłużeniu. Normalne powierzchnie foliacji wyznaczają w tym kierunku małe, izolowane maksimum. Lokalizacja obu maksimów pozwala na wykreślenie pasa, wokół którego skupiają się najczęściej normalne powierzchnie foliacji. Jeśli ze środka kuli projekcyjnej przeprowadzimy prostopadłą do płaszczyzny przechodzącej przez wyznaczony pas i środek kuli, to orientacja przestrzenna tej prostej będzie odwzorowaniem orientacji przestrzennej osi rzeczywistej nadrzędnej jednostki fałdowej, z którą tutaj mamy do czynienia, a której nie można wyśledzić badaniami w poszczególnych odsłonięciach. Oś tej jednostki ma orientację 70/25°. Oczywiście, otrzymana wartość obarczona jest pewnym błędem wynikłym z metody opartej na zasadach statystycznych.

Oprócz wymienionych kierunków w wyznaczonym pasie występuje orientacja niesprzężona z podanym kierunkiem nadrzędnej jednostki fałdowej. Do kierunków orientacji niesprzężonych należą pojedyncze maksima, występujące w kwadrancie drugim i trzecim.

Ilość fałdów izoklinalnych na całej szerokości pasma łupkowego, przy obecnym stanie odkrycia terenu, jest trudna do ustalenia. Można przypuszczać, że łupki łyszczykowe są ułożone w trzy większe fałdy, w których obrębie istnieje kilkadziesiąt podrzędnych fałdów, przy założeniu, że w części niedostępnej do pomiarów istnieje analogiczny styl przefałdowania. Naciski, które doprowadziły do tych zafałdowań, są zgodne z wypadkowym kierunkiem głównego transportu tektonicznego.

Na szczególną uwagę zasługują tutaj fałdy umiarowe o promieniu kilkudziesięciu metrów, których osie synklin i antyklin zapadają zgodnie z generalnym kierunkiem upadu foliacji i są równoległe do kierunku wspomnianego wyżej transportu tektonicznego.

Genezę fałdów umiarowych poprzecznych wiązaćby można ze wspomnianym już łukowatym wygięciem całej jednostki fałdowej (fig. 1). Wygięcia takie powstają podczas fałdowania, gdy masy skalne na pewnym obszarze przesuwają się z różną prędkością w jednym kierunku. W części wklęsłej łuku następuje ciągłe „skracanie przestrzeni", w efekcie powstaje nadmiar objętości i dochodzi do zafałdowania mas skalnych. Równocześnie na stronie wypukłej łuku powstają spękania tensyjne o przebiegu zgodnym z osiami fałdów powstałych na wewnętrznej stronie łuku. Takie ujęcie genezy fałdów poprzecznych jest możliwe do przyjęcia. Jednakże nie wyjaśnione pozostaje występowanie mezoskopowych fałdów o dachowatych przegubach w strefach przegubów antyklinalnych i synklinalnych fałdów poprzecznych o promieniu kilkudziesięciu metrów. Powierzchnie osiowe mezoskopowych antyklin i synklin o dachowatych przegubach oraz fałdów poprzecznych są równoległe. Morfologia tych fałdów, a w szczególności ich płaskie skrzydła i ostre, dachowate przeguby, często podkreślone nieciągłością, wskazują, że powstały one w czasie, gdy skały były już mniej plastyczne, a więc podczas jakichś młodszych odkształceń.

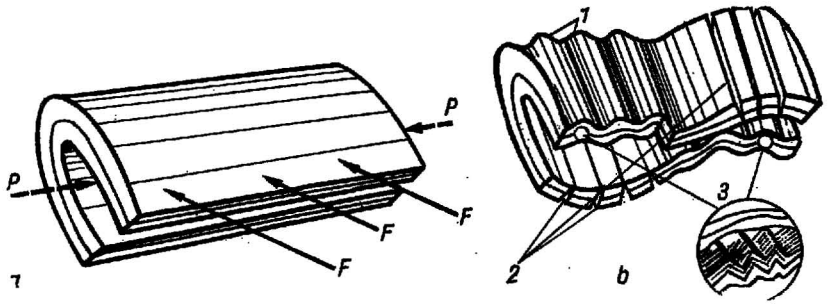

Fig. 4. Powstanie fałdów poprzecznych (schemat)
Formation of transverse folds (scheme)

a — jednostka tektoniczna wyższego rzędu w trakcie fałdowania: F, P — kierunki nacisków
b — jednostka tektoniczna wyższego rzędu po sfałdowaniu:
1 — fałdy poprzeczne, 2 — spękania tensyjne, 3 — mezoskopowe fałdy o dachowatych przegubach

a — tectonic unit of higher order during folding process: F, P — directions of pressure
b — tectonic unit of higher order after folding process:
1 — transverse folds, 2 — tensional cracks, 3 — mesoscopic folds with roof-like bends

Wypadkowy kierunek naprężeń związany z tymi ruchami, sądząc z orientacji przestrzennej omawianych fałdów, mógł być równoleżnikowy (fig. 4).

CECHY MORFOLOGICZNE B-LINEACJI

B-lineacja na badanym obszarze reprezentowana jest przez linijnie wyciągnięte ziarna minerałów oraz przez osie synklin i antyklin fałdów mezoskopowych. B-lineację ziarna stanowią przede wszystkim kierunkowo ułożone łuseczki serycytu i biotytu, a ponadto dłuższe osie ziarn kwarcu. Przedstawicielami fałdów mezoskopowych są: mezofleksury, zmarszczkowanie oraz drobne fałdy o dachowatych przegubach.

Najpospolitszą formą B-lineacji są mezofleksury. Występują one we wszystkich odmianach łupków łyszczykowych. W ich budowie biorą udział prawie wszystkie minerały, jakie spotyka się w łupkach. Wyjątek stanowi jedynie porfiroblastyczny biotyt, który nie wykazuje kierunkowego ułożenia (tabl. I, fig. 11; tabl. II, fig. 13—15). Przeguby omawianych fleksur są łagodne lub ostre. Uzależnione jest to od kompetencji minerałów biorących udział w ich budowie. Amplitudy mezofleksur wynoszą maksymalnie do 3 cm.

Zmarszczki najczęściej spotyka się wśród łupków chlorytowo-biotytowo-muskowitowych. Nie obserwuje się ich natomiast w łupkach wzbogaconych w kwarc. W budowie zmarszczek zaznaczają się głównie serycyt i chloryt.

Fałdy o dachowatych przegubach występują jedynie w obrębie przegubów fałdów poprzecznych umiarowych. Mają one płaskie skrzydła o promieniu około 4 cm i ostre przeguby, czasami podkreślone nieciągłością. Amplituda rozważanych fałdów jest rzędu paru centymetrów (tabl. I, fig. 12).

Wymienione tu parakinematyczne struktury linijne posłużyły do wykreślenia diagramów (fig. 5—10), których interpretację podano w dalszej części pracy.

WZGLĘDNY STOSUNEK WIEKOWY RÓŻNYCH B-LINEACJI

Łupki łyszczykowe pasma Starej Kamienicy są jednym z petrograficznych elementów Gór Izerskich. Obecna budowa tektoniczna Gór Izerskich jest dziełem kilku faz orogenicznych. J. Oberc (1966) uważa, że w Górach Izerskich miały miejsce dwie zasadnicze fazy orogenezy assyntyjskiej: staro- i młodoassyntyjska. Ruchy młodoassyntyjskie doprowadziły do reorientacji mezostruktur staroassyntyjskich i narzuciły Górom Izerskim obecny styl budowy. Istnienie tych faz odczytuje się m. in. z przestrzennego ułożenia B-lineacji. Jednak w łupkach łyszczykowych okolic Czerniawy Zdroju, które są bardzo intensywnie przefałdowane, rozgraniczenie wiekowe B-lineacji odpowiadających poszczególnym deformacjom jest bardzo tudne, a miejscami wręcz niemożliwe.

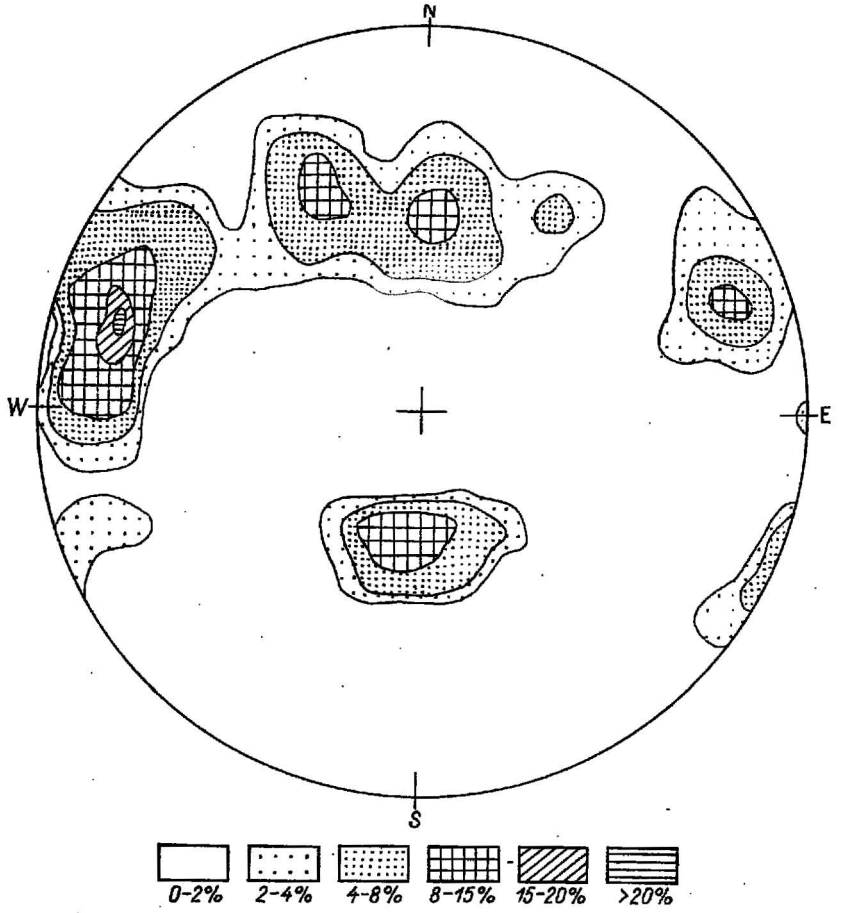

Fig. 5. Diagram B-lineacji. Półkula dolna, 280 pomiarów
Diagram of B-lineation. Lower hemisphere, 280 measurements

B-lineacje starsze i młodsze pod względem wykształcenia morfologicznego nie wykazują różnic, z wyjątkiem fałdów o dachowatych przegubach. W celu bardziej przejrzystego zobrazowania sytuacji przestrzennej

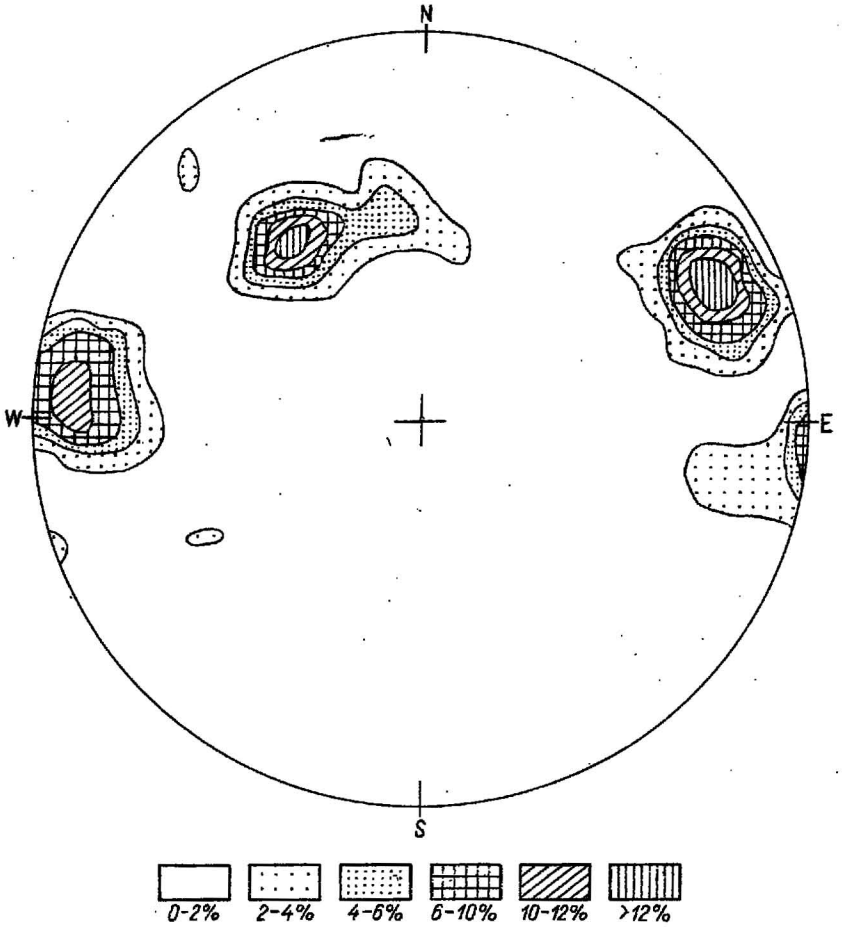

Fig. 6. Diagram B-lineacji. Półkula dolna, 100 pomiarów
Diagram of B-lineation. Lower hemisphere, 100 measurements

wykonane w terenie pomiary orientacji B-lineacji przedstawiono na diagramach stereograficznych. Najbardziej wszechstronny przegląd kierunków daje diagram na fig. 5. Zaznacza się tu sześć maksimów — struktur linijnych, przy czym najsilniejsze maksimum przypada na czwarty kwadrant, jego centrum ma pozycję 285/20°. Drugie co do wielkości maksimum przyjmuje orientację 190/65°. Wysoka wartość procentowa tego maksimum ma charakter lokalny. Pozostałe maksima mają podobne nasilenia wartości procentowych i posiadają odpowiednio następujące azymuty upadów i wartości kątów upadu: 335/30°, 0/40°, 30/35°, 70/20°.

Jak widzimy, B-lineacja zapada na ogół pod niewielkimi kątami, a jej rozrzut poziomy uwarunkowany jest pozycją tektoniczną badanych elementów.

Lineacja o orientacji 160—200° to osie mezofałdów o dachowatych przegubach. Fałdy o dachowatych przegubach powstały w osiowej części opisanych już fałdów poprzecznych i są z nimi równowiekowe. Diagram

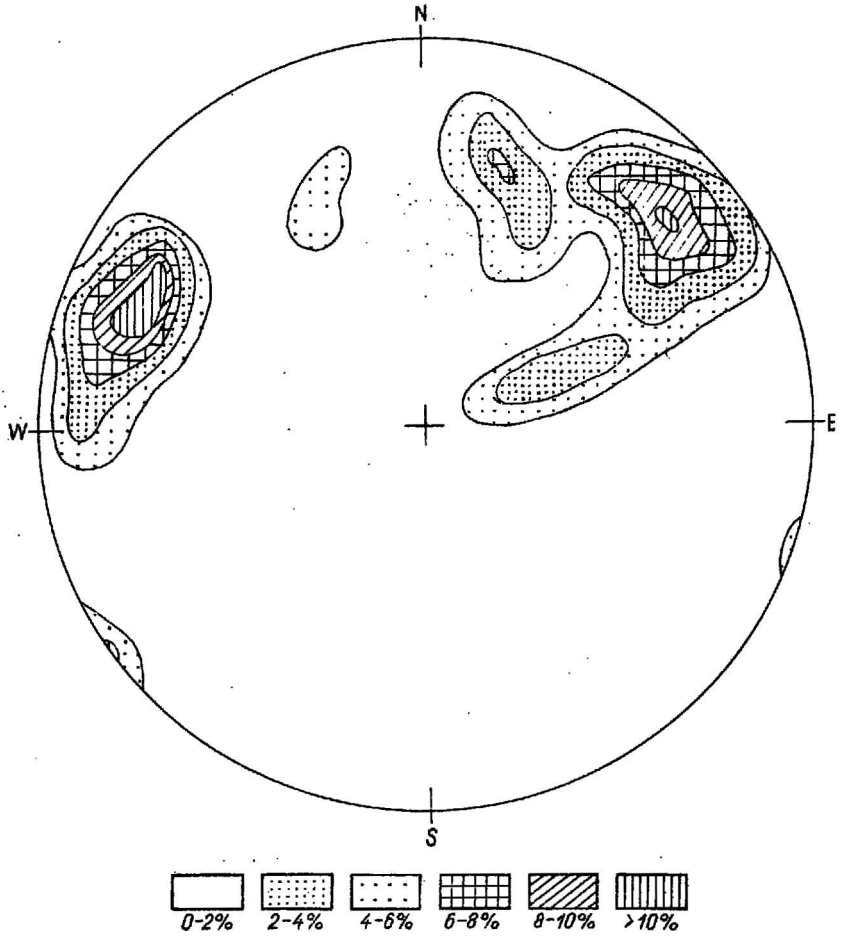

Fig. 7. Diagram B-lineacji. Półkula dolna, 60 pomiarów
Diagram of B-lineation. Lower hemisphere, 60 measurements

na fig. 6, wykonany na podstawie pomiarów zebranych w nieczynnym łomie łupku łyszczykowego przy Hutniczym Potoku, uwidocznia istnienie trzech głównych kierunków B-lineacji, przy czym maksima układają się tylko w dwu kwadrantach — pierwszym i czwartym. Największy obszar i najwyższe wartości procentowe posiada maksimum o wartości 65/20°, drugie, nieco mniejsze 325/40°. Izolinie wyznaczające to maksimum przechodzą na kwadrant pierwszy. Najniższe procentowo maksimum posiada orientację 275/10°.

Podobna orientacja B-lineacji występuje w łupkach łyszczykowych w dnie Czarnego Potoku poniżej *Zdroju Jan.* Z pomiarów tu dokonanych został sporządzony następny diagram (fig. 7). W kierunku na południe od uskoku Ulicka, w bliskim jego sąsiedztwie, występuje B-lineacja, której wartość odczytana z diagramu na fig. 8 wynosi 350/50°. W południowej części pasma łupkowego dominuje natomiast NE kierunek upadu B-lineacji i jest to głównie lineacja ziarna (łyszczyki).

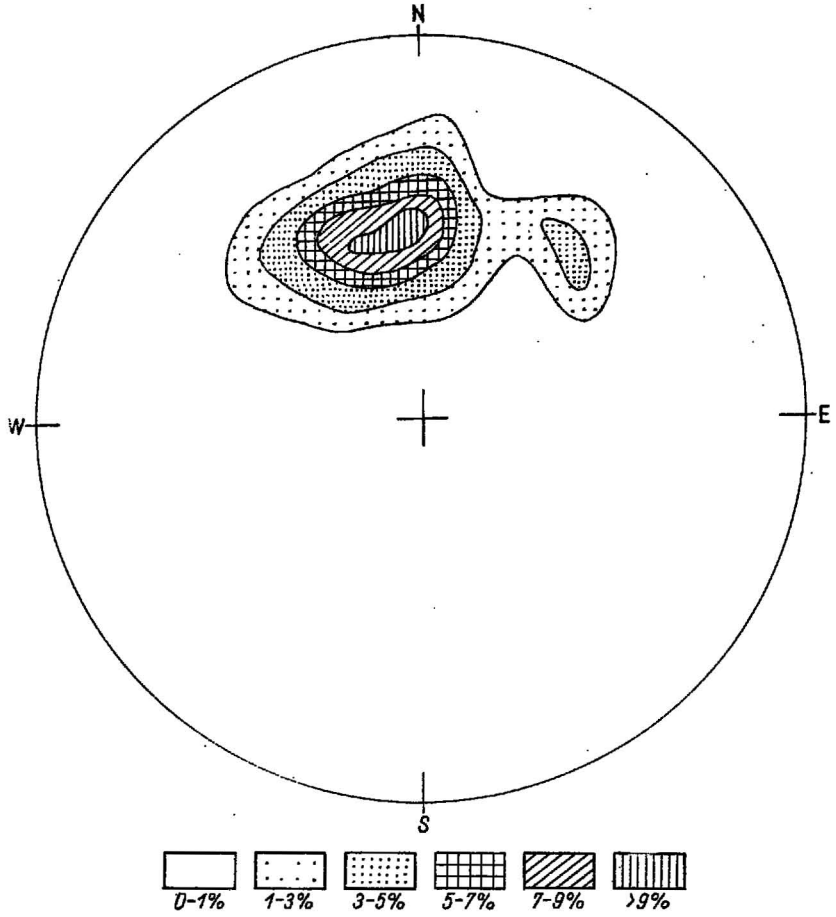

Fig. 8. Diagram B-lineacji. Półkula dolna, 50 pomiarów
Diagram of B-lineation. Lower hemisphere, 50 measurements

Przedstawione wyżej dane wskazują, że B-lineacja w łupkach łyszczykowych okolic Czerniawy Zdroju posiada następujące kierunki upadu: ENE, NW i WNW.

Do oznaczenia wieku względnego poszczególnych kierunków tak samo wykształconej B-lineacji potrzebne jest określenie wieku przynajmniej jednego przewodniego kierunku. W skałach intensywnie przefałdowanych, takich jak łupki łyszczykowe pasma Starej Kamienicy, określenie wieku chociażby jednej spośród identycznie wykształconych B-lineacji jest zadaniem trudnym. W omawianym terenie jego rozwiązanie może mieć charakter jedynie spekulatywny.

Za punkt wyjścia obrano projekcję stereograficzną powierzchni foliacji (fig. 3). Z interpretacji tej projekcji wynika, że teren będący przedmiotem badań leży w obrębie struktury fałdowej wyższego rzędu, której oś ma orientację 70/25. Ponieważ badane B-lineacje są parakinematyczne, wśród kilku kierunków B-lineacji powinien znaleźć się również kierunek

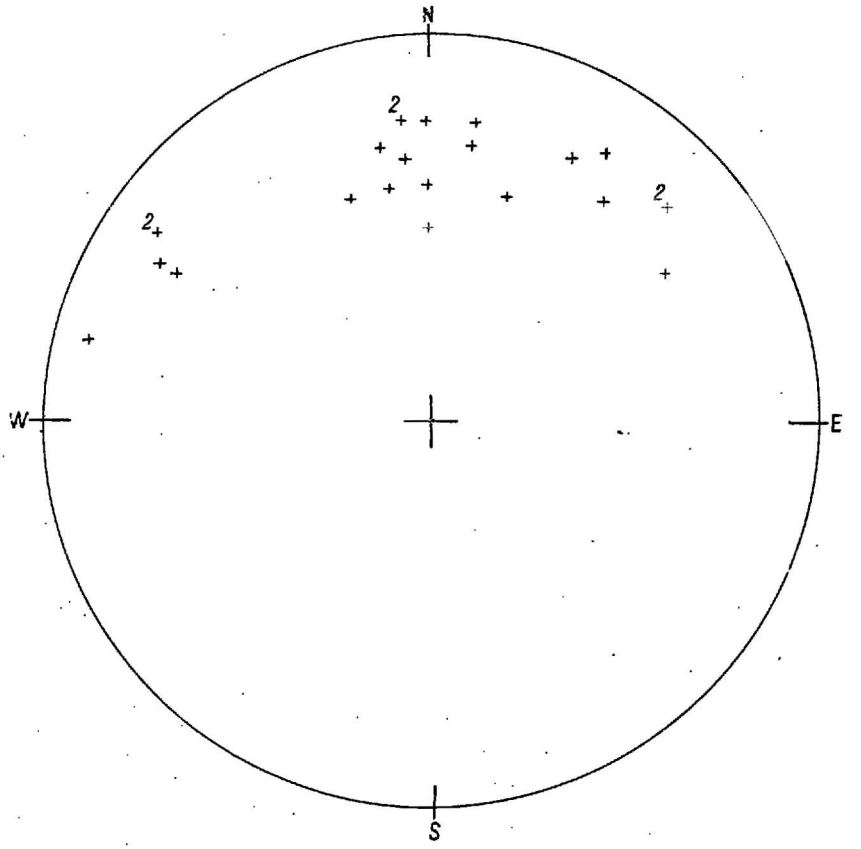

Fig. 9. Diagram punktowy B-lineacji. 23 pomiary
Point diagram of B-lineation. 23 measurements

równoległy do kierunku osi struktury fałdowej wyższego rzędu. Taki kierunek zaznacza się na projekcjach stereograficznych struktur linijnych. Kierunek równoległy B-lineacji do osi struktury fałdowej wyższego rzędu zlokalizowany jest na diagramach w kwadrancie pierwszym, gdzie zarówno upad, jak i wartość azymutu lineacji są analogiczne z osią struktury fałdowej, co wynika z porównania fig. 3 i fig. 5, 6. B-lineację, która posiada taki właśnie kierunek, należałoby uważać jako równowiekową z powstaniem struktury fałdowej wyższego rzędu. Lineacja o innych kierunkach byłaby wynikiem innych wiekowo deformacji (J. Oberc, 1967*a*). Jednakże w skałach łupkowych mocno zafałdowanych takie tłumaczenie następstwa wiekowego B-lineacji jest niemożliwe do przyjęcia i nie może być prawidłem do określania *a priori* wieku zmierzonego w odsłonięciu kierunku B-lineacji. Każdy z podrzędnych fałdów może mieć odmienną, chociaż ograniczoną pewnymi ramami ogólnego stylu budowy, orientację przestrzenną swych elementów. Przy regionalnym ujmowaniu poszczególnych kierunków w sposób statystyczny otrzyma się dyspersję przestrzennej orientacji B-lineacji. Ponadto w skałach o takiej kompetencji, jaką posiadają łupki łyszczykowe, przy rozwijających się fałdach pod-

rzędnych może powstać B-lineacja typu zmarszczek lub fałdów będących wynikiem torsyjnych skręceń powierzchni osiowych (H. Teisseyre, 1968). Jej występowanie może spowodować dalsze utrudnienia w określaniu wieku odpowiednich kierunków B-lineacji.

Wśród omówionych wyżej typów B-lineacji niewątpliwie najmłodsza jest lineacja, którą stanowią osie przegubów antyklinalnych i synklinalnych w umiarowych fałdach poprzecznych i w mezoskopowych fałdach o dachowatych przegubach.

Morfologia fałdów o dachowatych przegubach wskazuje, że powstały one w czasie, kiedy skały były już mniej plastyczne, a więc podczas jakichś młodszych odkształceń. Jak wspomniano wcześniej, fałdy te występują w strefach antyklinalnych i synklinalnych umiarowych fałdów poprzecznych o promieniu kilkudziesięciu metrów i tworzyły się najprawdopodobniej jednocześnie w wyniku działania tych samych sił deformacyjnych. Wiek pozostałych typów i kierunków B-lineacji należy rozpatrywać nie tylko w świetle czysto geometrycznym, ale także w świetle zjawisk petrotektonicznych z nawiązaniem, oczywiście, do szerszego obszaru.

ANALIZA TEKTONICZNA

Na obecnym etapie badań w Górach Izerskich podstawą podziału na jednostki tektoniczne stała się orientacja przestrzenna lineacji B_{eA} (lineacja starsza, zreorientowana podczas młodszych deformacji).

Znajomość ułożenia upadów lineacji B_{eA} pozwala, kierując się kryteriami podanymi przez J. Oberca (1967*a*, p. 379), na wyznaczenie pozycji tektonicznej skrzydła, w którym orientacja lineacji została zmierzona. Ponieważ wiek B-lineacji w łupkach łyszczykowych okolic Czerniawy Zdroju jest trudny do ustalenia, dlatego wyżej wymieniona metoda nie może znaleźć tutaj bezpośredniego zastosowania. Zaliczenie łupków łyszczykowych pasma Starej Kamienicy w okolicy Czerniawy Zdroju do takiego czy innego skrzydła nadrzędnej jednostki tektonicznej może być dokonywane jedynie na podstawie paralelizacji z terenem sąsiednim, lepiej datowanym.

W sąsiadujących z łupkami łyszczykowymi od południa gnejsach i granitognejsach stwierdzono istnienie jednego zasadniczego kierunku B-lineacji i jest to głównie lineacja ziarna (skalenie, agregaty skaleniowo-kwarcowe i równoległe do nich łyszczyki — fig. 10). Lineacja ta zapada pod niewielkim — około 30° — kątem w kierunku ENE. Wiek lineacji określany jest jako staroassyntyjski, zreorientowany podczas ruchów młodoassyntyjskich. Z kierunku upadu tej lineacji wynika, że gnejsy i granitognejsy należą do skrzydła odwróconego nadrzędnej jednostki tektonicznej. Ponieważ łupki łyszczykowe okolic Czerniawy Zdroju znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie z tymi skałami, należy przypuszczać, że będą one przynajmniej w części przynależeć do skrzydła odwróconego. Do określenia pozycji tektonicznej pasma łupków łyszczykowych w rejonie Czerniawy Zdroju nie można było skorzystać bezpośrednio z metody J. Oberca, jednak sam model ujmowania w pary podany w tej metodzie stał się bardzo przydatny przy określaniu budowy strukturalnej omawianych łupków.

W łupkach łyszczykowych, jak już wspomniano, występuje także B-lineacja zorientowana diagonalnie w stosunku do osi większych fałdów

mezoskopowych. Przeanalizowano głównie orientację ziarna. Kierunki tej lineacji układają się równolegle względem siebie na pewnych obszarach tworząc pasy zgodne z biegiem foliacji. Co drugi pas miał podobne kierunki upadów B-lineacji. Idąc od uskoku Ulicka w kierunku południowym, prostopadle do biegu powierzchni foliacji, stwierdza się, że wśród B-lineacji dominują kierunki NW (ok. 340/55°).

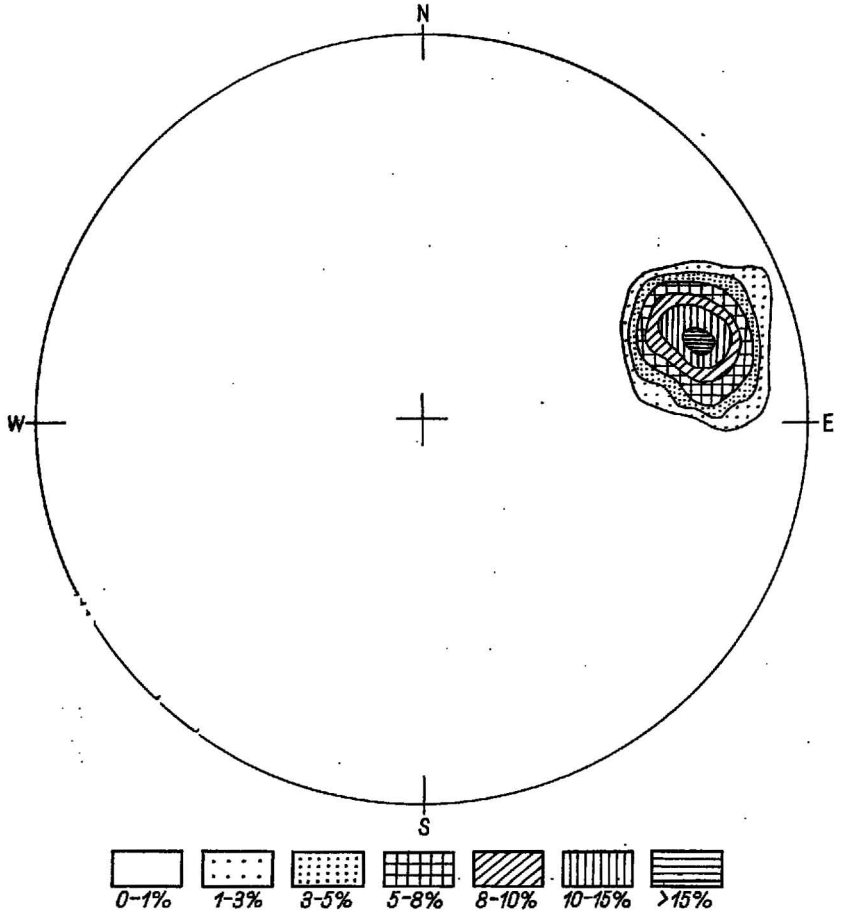

Fig. 10. Diagram B-lineacji ziarna w gnejsach. 50 pomiarów
Diagram of B-lineation of grains in gneisses. 50 measurements

Na południe od głównego pasma łupków łyszczykowych z granatami zarówno lineacja ziarna, jak i osie mezofleksur posiadają upady NE. Następnie w kolejnych, ku południowi równoleżnikowo przebiegających pasach, B-lineacja zmienia na przemian kierunki upadów na NW, NE, NW, NE itd. Strefy sąsiadujące ze sobą, o lineacji zapadającej ku NE i NW, należą do kolejnych skrzydeł fałdu. Ze względu na słabe odkrycie terenu najmniej rozpoznanym w tej dziedzinie obszarem jest strefa przejścia łupków łyszczykowych chlorytowo-biotytowo-muskowitowych w łupki łyszczykowe z porfiroblastycznym biotytem i dalej w gnejsy leptytowe (łup-

ki kwarcowo-skaleniowe). W uzupełnieniu trzeba dodać, że również orientacja przestrzenna powierzchni foliacji ulega zmianie, szczególnie zaś jej kąty upadu. Na podstawie pasowej (strefowej) zmienności ułożenia kierunków zreorientowanej B-lineacji i sprzężonej z nią powierzchni foliacji wydzielono trzy większe fałdy o promieniu kilkudziesięciu metrów i osiach ustawionych prawie równoleżnikowo. Jeśli w części nie odsłoniętej łupki łyszczykowe są podobnie zafałdowane jak w części odsłoniętej, to liczba tych fałdów będzie większa.

Ciekawą sugestię nasuwa korelacja zjawisk litologicznych i tektonicznych. Okazuje się bowiem, że ilość ujętych kartograficznie wkładek łupków łyszczykowych z granatami w obrębie całego pasma łupkowego okolic Czerniawy Zdroju pokrywa się z ilością wydzielonych fałdów o kilkudziesięciometrowym promieniu, co więcej, pozycja wkładek przypada na strefy przegubów antyklinalnych wydzielonych fałdów. Jest przeto możliwe, że w okolicy Czerniawy Zdroju, w poziomie nadciętym przez erozję występuje horyzont łupków łyszczykowych z granatami, wielokrotnie zafałdowany.

WYNIKI BADAŃ

Z danych dotyczących mezoskopowych struktur linijnych i powierzchniowych można wyprowadzić następujące wnioski:

1. W fałdowaniu, które doprowadziło do obecnego stylu budowy Gór Izerskich w rejonie Czerniawy Zdroju, naciski wypadkowe miały kierunek NNW—SSE.

2. Serie skalne podczas tego fałdowania były przemieszczane z różną prędkością na różnych odcinkach. Doprowadziło to na szerszym obszarze do łukowatego przebiegu powierzchni foliacji. Strona wypukła łuku zwrócona jest ku N. Badany teren, jak już wcześniej wspomniano, leży na zachodnim odcinku łuku. Nie wyklucza się też, że wygięcie serii skalnych pasma Starej Kamienicy może być efektem nacisków bocznych.

3. Łupki łyszczykowe okolic Czerniawy Zdroju są fragmentem fałdowej jednostki wyższego rzędu (fig. 3).

4. Oś fałdu wyższego rzędu w tym terenie biegnie wzdłuż azymutu około 70° i zapada pod kątem około 25° (fig. 3, 6, 7).

5. Istnieje bardzo ścisła zależność między kompetencją skał a rozwojem struktur powierzchniowych (foliacja) i struktur liniowych (B-lineacja). W skałach o małej kompetencji występuje duża różnorodność drobnych form tektonicznych, a w związku z tym duże zróżnicowanie kierunków B-lineacji. Jest to dobrze widoczne w łupkach łyszczykowych. W przeciwieństwie do nich drobne struktury i ich orientacje w gnejsach wykazują dużą stabilność.

6. B-lineacja ziarna w łupkach łyszczykowych okolic Czerniawy Zdroju mimo różnej orientacji posiada identyczne wykształcenie. Można zatem przypuszczać, że lineacja ziarna, a także równoległe do niej zmarszczkowanie i osie mezofałdów są jednego wieku. Natomiast zmarszczkowanie, mezofałdy i mezofleksury, które deformują wymienione wyżej typy B-lineacji, musiały powstać w wyniku inaczej zorientowanych i zapewne młodszych naprężeń deformujących. W oparciu o powyższe stwierdzenia i przypuszczenia możemy postawić wniosek, że jedynie zmiany orientacji

lineacji ziarna pozwalają ustalić fazowość ruchów. Do tego celu nie są przydatne inne typy lineacji.

7. Korzystając z założeń modelu deformacji podanego przez J. Oberca (1967*a*) wyznaczono na terenie badań trzy fałdy o kilkudziesięciumetrowym promieniu i osiach ułożonych prawie równoleżnikowo.

8. Korelacja zjawisk litologicznych i tektonicznych sugeruje, że łupki łyszczykowe z granatami występują w obrębie stref przegubów antyklinalnych wspomnianych wyżej fałdów.

Zakład Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej
Instytutu Geotechniki
Politechniki Wrocławskiej
Wrocław, Pl. Grunwaldzki 9

Nadesłano dnia 6 lutego 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

OBERC J. (1958) — Izerska seria suprakrustalna. Prz. geol., 6, p. 389, nr 8/9. Warszawa.

OBERC J. (1966) — Górotwór staroassyntyjski na Dolnym Śląsku. Z geologii Ziem Zachodnich, p. 57—83. Wrocław.

OBERC J. (1967*a*) — Rozrzut B-lineacji w krystaliniku izerskim. Rocz. Pol. Tow. Geol., 37, p. 373—386, nr 3. Kraków.

OBERC J. (1967*b*) — Tektonika łupków łyszczykowych w kamieniołomie w Krobicy. Prz. geol., 15, p. 234, nr 5. Warszawa.

TEISSEYRE H. (1968) — Serie metamorficzne Sudetów. Uwagi o stratygrafii, następstwie i wieku deformacji oraz metodach badawczych. Geol. sudetica, 4, p. 7—45. Warszawa.

Юзеф КОШЕЛЯ

МЕЗОСКОПНЫЕ ПАРАКИНЕМАТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ В СЛЮДИСТЫХ СЛАНЦАХ ОКРЕСТНОСТЕЙ ЧЕРНЯВЫ ЗДРУЙ

Резюме

В настоящей статье представлены некоторые проблемы тектонического строения сланцевого пояса Старой Каменицы в Изерских горах с точки зрения анализа имеющихся там мезоскопных структур (фолиация, В-линейность). Описаны морфологические черты поверхности фолиации и различных типов В-линейности. Приведена их пространственная ориентировка в системе географических координат, а затем описано сравнительное возрастное соотношение В-линейностей и произведен тектонический анализ. Полученные результаты позволили сделать несколько выводов, из которых важнейшими являются:

1. Слюдистые сланцы окрестностей Чернявы Здруй являются фрагментом складчатого элемента высшего порядка, ось которого пролегает вдоль азимута 70°, а падение происходит под углом 25°.

2. Отнесение слюдистых сланцев пояса Старой Каменицы к определенному крылу тектонического элемента высшего порядка, согласно критериям, приведенным Ю. Оберцем (1967 *a*),

невозможно из-за трудностей в разграничении возраста идентично образованных B-линейностей.

3. Линейность зерна, имеющая место на всей территории исследований, имеет вероятнее всего один и тот же возраст.

4. Корреляция литологических и тектонических явлений позволяет предполагать, что слюдистые сланцы с гранатами залегают в пределах зон перегибов антиклинальных складок, имеющих размеры несколько десятков метров с осями почти широтного простирания.

Józef KOSZELA

MESOSCOPIC PARAKINEMATIC STRUCTURES IN MICA SCHISTS WITHIN THE CZERNIAWA ZDRÓJ AREA

Summary

The present paper shows some problems of the tectonic structure observed in an area of the schist zone at Stara Kamienica, Izera Mts., according to an analysis of the existing mesoscopic structures (foliation, B-lineation). Morphological features of foliation plane and of various types of B-lineation are described, their spatial orientation is given according to the co-ordinate system, as well as relative age aspects of B-lineation are discussed, and tectonic analysis is presented. The results obtained allow the author to draw some conclusions, among which the following seem to be most interesting:

1. Mica schists found to occur in the Czerniawa Zdrój vicinity are part of a fold unit of the higher order; its axis runs along an azimuth of 70° and dips under an angle of 25°.

2. It is impossible to refer the mica schists of the Stara Kamienica zone to a definite limb of a superior tectonic unit according to the criteria given by J. Oberc (1967*a*), mainly due to some difficulties in explaining the age of the identically developed B-lineation.

3. Most probably, the lineation of grains, observed to occur within the whole area of study, is of the same age.

4. The correlation of both lithologic and tectonic phenomena suggests that the mica schists with garnets occur within the anticlinal bends of folds, the radius of which amounts to some ten centimetres, and the axes run almos parallel.

TABLICA I

Fig. 11. Zafałdowany łupek chlorytowo-biotytowo-muskowitowy. Powierzchnia *ac*; wielkość naturalna

Folded chlorite-biotite-muscovite schist. *ac* plane; natural size

Fig. 12. Powierzchnia foliacji łupku chlorytowo-biotytowo-muskowitowego. Widoczna B-lineacja wyrażona jest przez osie mezoskopowych fałdów o dachowatych przegubach; wielkość naturalna

Foliation plane of chlorite-biotite-muscovite schist. B-lineation is expressed by axes of mesoscopic folds with roof-like bends; natural size

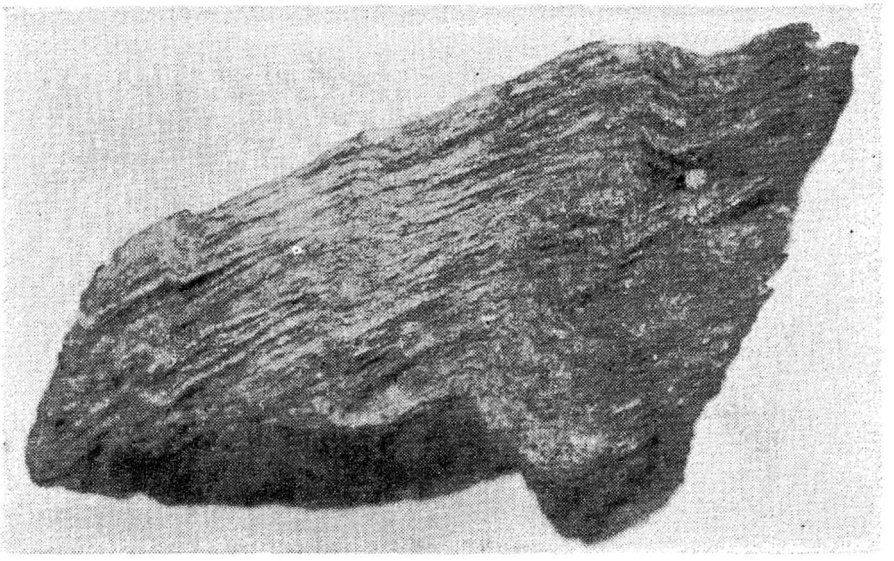

Fig. 11

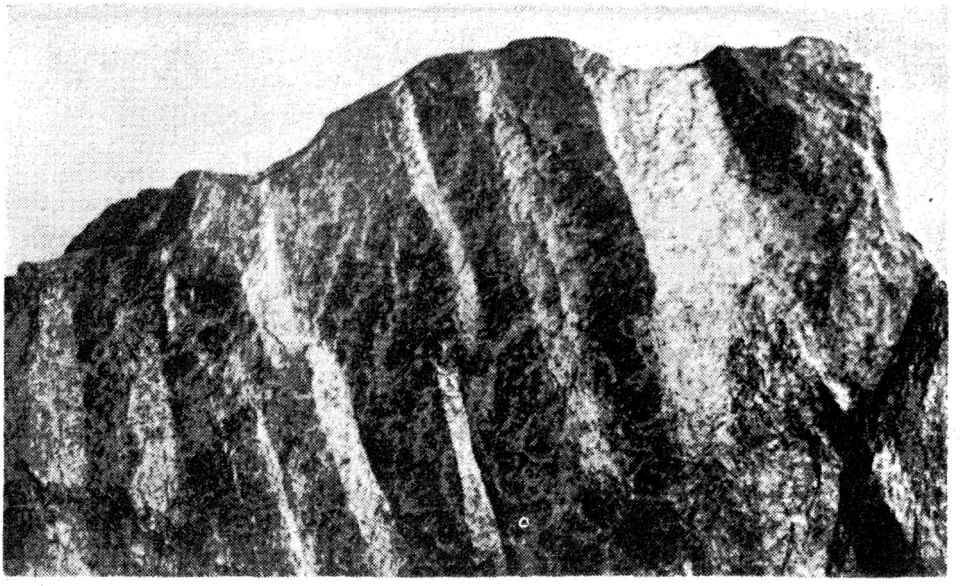

Fig. 12

TABLICA II

Fig. 13. Łupek chlorytowo-biotytowo-muskowitowy. Mikrofałdy symetryczne. Wszystkie składniki mineralne zaangażowane są w budowę mikrofałdów. Nikole równoległe; pow. 30 ×

Chlorite-biotite-muscovite schists. Symmetrical microfolds. All mineral components are involved in the structure of microfolds. Parallel nicols, enl. × 30

Fig. 14. Łupek chlorytowo-biotytowo-muskowitowy. Mikrofleksury i mikrofałdy obalone. Nikole równoległe; pow. 30 ×

Chlorite-biotite-muscovite schists. Microflexures and overturned microfolds. Parallel nicols, enl. × 30

Fig. 15. Łupek łyszczykowy z porfiroblastycznym biotytem. Porfiroblast biotytu w charakterystycznej kwarcowej aureoli. Drobne składniki mineralne wykazują opływowe ułożenie wokół odmiennie zorientowanego porfiroblastu biotytu. Nikole równoległe; pow. 30 ×

Mica schists with porphyroblastic biotite. Porphyroblast of biotite with a characteristic quartz rim. Fine mineral components show streamlined arrangement round the differently oriented biotite porphyroblast. Parallel nicols, enl. × 30

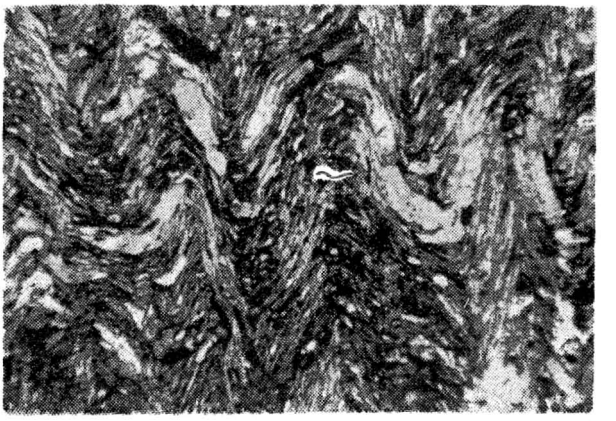

Fig. 13

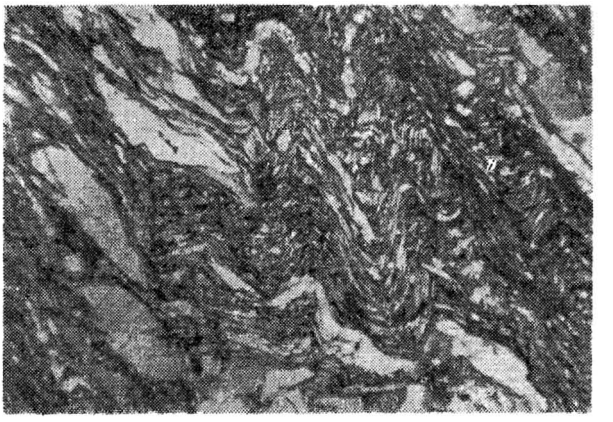

Fig. 14

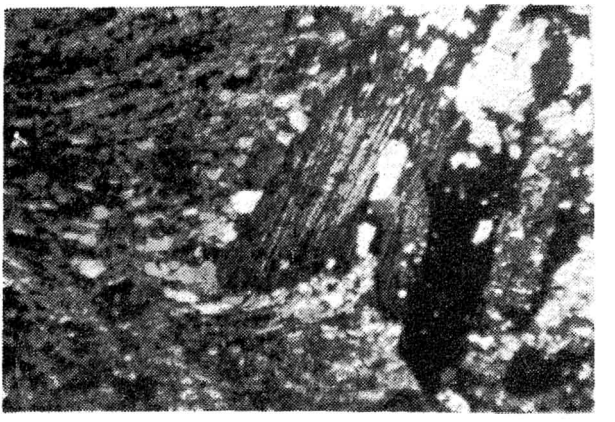

Fig. 15