

Stefan CWOJDZIŃSKI

## Obserwacje mezo- i makrostrukturalne z północnej części strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzynka

### WSTĘP

Strefa tektoniczna Złoty Stok — Skrzynka jako odrębna jednostka tektoniczna metamorfiku łądecko-śnieżnickiego została wydzielona jeszcze przez geologów niemieckich. Zgodnie z dotychczasowymi poglądami (W. M. Kowalski, 1967, M. Kozłowska-Koch, 1973) zbudowana jest ona z zespołu skał mylonitycznych i blastomylonitycznych różnych typów. W artykule z 1975 r. autor (S. Cwojdzński, 1975) podał krótki opis poszczególnych ogniw litologicznych wydzielonych dla celów kartograficznych, zwracając uwagę na fakt, iż przyjmowana dotychczas mylonityzacja nie zatarła suprakrustalnego charakteru kompleksu metamorficznego. Szkic geologiczny omawianego obszaru przedstawia figura 12.

W niniejszym artykule podjęto problem tektoniki strefy Złoty Stok — Skrzynka rozpatrywanej na podstawie analizy mezostruktur oraz obrazu intersekcyjnego. Przeprowadzono porównawczą analizę statystyczną mezostruktur dla trzech rejonów: A — północnej części Złotego Jaru wraz ze zboczami Krzyżowej; B — południowej części Złotego Jaru oraz gór Kikoł i Trzeboń; C — rejonu góry Haniak (fig. 1).

### STRUKTURY MEZOSKOPOWE

#### FOLIACJA

W silnie stektonizowanym kompleksie złotostockim dominującą rolę odgrywają skały o strukturach ukierunkowanych i wyraźnej laminacji. Powierzchnie foliacji skał kompleksu złotostockiego układają się, generalnie biorąc, zgodnie z granicami litologicznymi, co może świadczyć o ich nawiązaniu do pierwotnej stratyfikacji kompleksu suprakrustal-

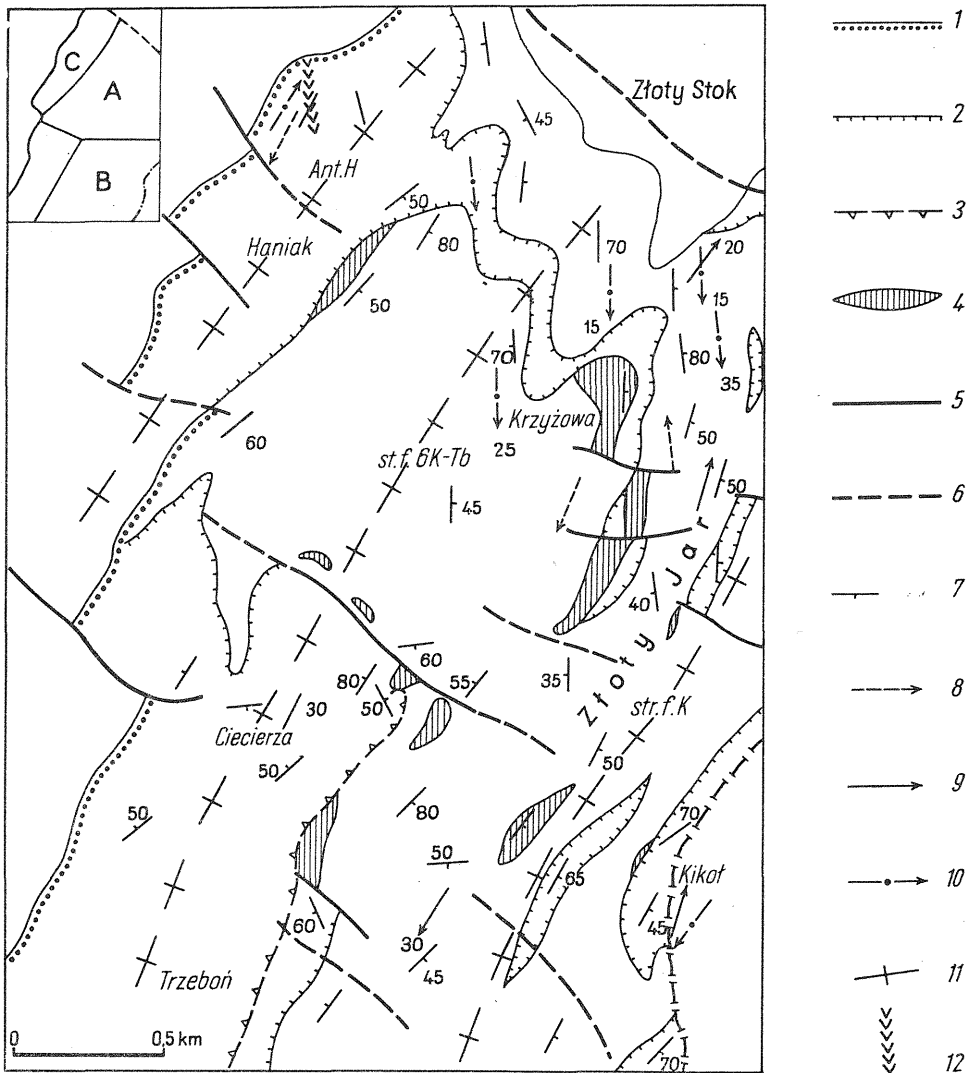


Fig. 1. Szkic tektoniczny północnej części strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzynka  
Tectonic sketch of the northern part of the Złoty Stok — Skrzynka tectonic zone

1 — kontakt intruzyjny strefy Złoty Stok — Skrzynka z granitoidami kłodzko-złotostockimi; 2 — zasięg wychodni gnejsów haniackich i kwarcowo-skaleniowych gnejsów smugowanych; 3 — nasunięcia przypuszczalne; 4 — wkładki skał węglanowych (marmurów); 5 — dyslokacje obserwowane; 6 — dyslokacje przypuszczalne; 7 — foliacja; 8 — mezofaldy  $F_g$ ; 9 — mezofaldy  $F_s$ ; 10 — lineacja  $L_z$ ; 11 — osie zasadniczych makrostruktur: Ant. H. — antyklinorium Haniaka, st. f. GK—Tb — struktura fałdowa Krzyżowej — Trzeboń, str. f. K. — strefa fałdowa Kikoła; 12 — drobna intruzja piroksenitów oliwinowych wykorzystująca powierzchnię osiową fałdu systemu  $F_g$ ; A — rejon N części Złotego Jaru wraz ze zboczami Krzyżowej; B — rejon S części Złotego Jaru oraz Kikoła i Trzeboń; C — rejon Haniaka

1 — intrusion contact of Złoty Stok — Skrzynka zone with Kłodzko-Złoty Stok granitoids; 2 — range of outcrops of Haniak gneisses and quartz-feldspar flasered gneisses; 3 — presumed overthrusts; 4 — intercalations of carbonate rocks (marbles); 5 — dislocations observed; 6 — probable dislocations; 7 — foliation; 8 — mesofolds  $F_g$ ; 9 — mesofolds  $F_s$ ; 10 — lineation  $L_z$ ; 11 — axes of basic macrostructures: Ant. H. — Haniak anticlinorium, st. f. GK—Tb — fold structure of Krzyżowa hill — Trzeboń hill, str. f. K. — fold zone of Kikoł; 12 — small intrusion of olivine pyroxenites utilizing axial surface of the fold system  $F_g$ ; A — area of northern part of Złoty Jar and the slopes of Krzyżowa hill; B — area of the southern part of Złoty Jar, Kikoł hill and Trzeboń hill; C — area of Haniak hill

nego. Foliacja w skałach złotostockich jest przeważnie reprezentowana przez wywalcowane i zafałdowane zespoły łyszczykowe i chlorytowe.

Równoległe do powierzchni foliacji układają się naprzemianległe laminy kwarcowo-skaleniove w jasnych gnejsach smugowanych, zwanych przez geologów niemieckich gnejsami leptytowymi, oraz agregaty hornblendowe w amfibolitach. Relikty starszych od foliacji struktur planarnych obserwowano w następujących wypadkach:

1. W blastomylonitycznych łupkach biotytowych (fig. 12) występują reliktywne zafałdowania izoklinalne, wyznaczone przez laminy kwarcowe. W ich przegubach rozwija się foliacja biotytowa ( $S_1$ ). Takie zafałdowania leżące są interpretowane jako fałdy pierwszej generacji  $F_1$  (H. Teisseyre, 1972; A. Zelaźniewicz, 1972; J. Don, 1972; I. Wojciechowska, 1972).

2. W obrębie soczewkowatych blastów plagioklazowych, występujących powszechnie w gnejsach biotytowych, obserwuje się często wrostki łyszczyków i chlorytów ustawione skośnie lub poprzecznie względem foliacji  $S_1$ . Reprezentują one prawdopodobnie starszą foliację sprzed etapu deformacji odpowiadającej foliacji  $S_1$ .

Foliacja  $S_1$  występuje powszechnie w całym metamorfiku. Stanowi ona powierzchnię nieprzekraczalną, warunkującą przebieg szeregu procesów petrogenetycznych. Intensywna kataklaza i lokalna mylonityzacja skał metamorficznych odbywała się również wzdłuż istniejącej foliacji i nie prowadziła do wytworzenia innego kierunku strukturalnego.

A. Foliacja w północnej części Złotego Jaru i w rejonie Krzyżowej. Foliacja daje tu skomplikowany obraz statystyczny o symetrii trójskośnej, świadczący o wielokrotnej przebudowie tektonicznej (fig. 2 i 5). Znaczny rozrzut kierunków upadu foliacji wyznacza pasy rozrzutu. Pasowość ta dowodzi istnienia fałdów cylindrycznych. Rotacja powierzchni foliacji podczas fałdowań odbywała się wzdłuż osi pasów, które odpowiadają dzięki temu osiom rotacji. Główny pas rozrzutu foliacji o osi NE—SW reprezentuje makrostruktury fałdowe północnej części strefy Złoty Stok — Skrzyżka. Rozszerzenie pasa ku krawędziom diagramu jest objawem zmiany kierunku osi pasa w poziomie, a więc wygięcia całego gmachu fałdowego. Maksimum rozrzutu foliacji (ponad 9,6%) przypada w azymucie 100 — 130°, co świadczy o zachodniej i północno-zachodniej asymetrii fałdów metamorfiku.

B. Foliacja w południowej części Złotego Jaru oraz w rejonie gór Kikoł i Trzeboń. W południowej części rozpatrywanego obszaru obraz statystyczny foliacji jest znacznie spokojniejszy. Diagram konturowy foliacji (fig. 3) wykazuje dwa główne kierunki upadu, a więc jest diagramem typu 2S wg klasyfikacji M. Dmitrijevića (1969). Odpowiada on fałdom o wybitnie zaznaczających się skrzydłach przy słabo wykształconych strefach przegubowych. Zdecydowana większość powierzchni zapada ku SE pod stromymi kątami, co świadczy o dominacji wąskich fałdów izoklinalnych o asymetrii północno-zachodniej. Znaczny, poprzeczny rozrzut kierunków upadu jest wywołany przez inne deformacje nałożone.

C. Rejon góry Haniak. W rejonie Haniaka, w pobliżu kontaktu z kłodzko-złotostockim masywem granitoidowym, pojawia się pas wychodni silnie przekryształizowanych gnejsów plagioklazowo-mikrokli-

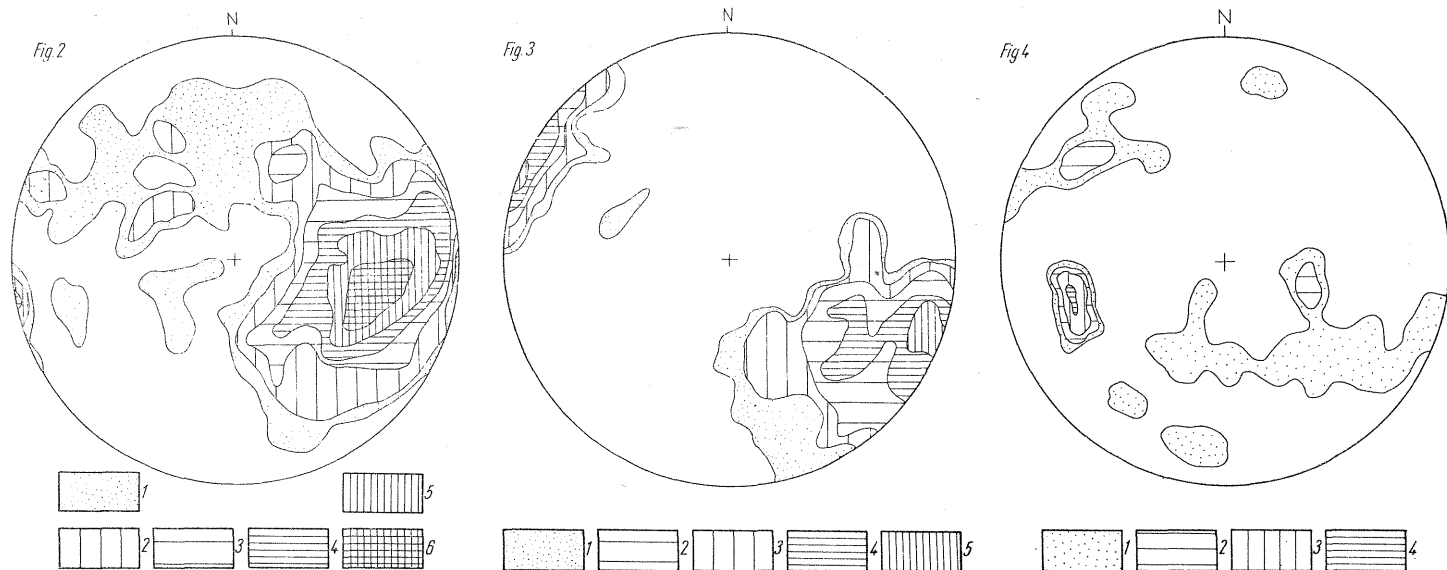


Fig. 2. Diagram konturowy foliacji dla północnej części Złotego Jaru wraz ze zboczami Krzyżowej — rejon A, półkula górna, 180 pomiarów

Contour diagram of foliation in the northern part of Złoty Jar, together with the slopes of Krzyżowa hill — area A, upper hemisphere, 180 measurements

1 — 0,3—0,6‰; 2 — 0,6—1,2‰; 3 — 1,2—2,4‰; 4 — 2,4—4,8‰; 5 — 4,8—9,6‰; 6 — > 9,6‰

Fig. 3. Diagram konturowy foliacji dla południowej części Złotego Jaru oraz Kikoła i Trzeboń — rejon B, półkula górna, 140 pomiarów

Contour diagram of foliation in the southern part of Złoty Jar as well as Kikoł and Trzeboń hills — area B, upper hemisphere, 140 measurements

1 — 0,5—1,6‰; 2 — 1,6—2,8‰; 3 — 2,8—6,0‰; 4 — 6,0—12,0‰; 5 — > 12,0‰

Fig. 4. Diagram konturowy foliacji dla rejonu Haniaka — rejon C, półkula górna, 60 pomiarów

Contour diagram of foliation in the area of Haniak hill — area C, upper hemisphere, 60 measurements

1 — 1,6—3‰; 2 — 3,2—4,8‰; 3 — 4,8—8,0‰; 4 — > 8‰

nowych, opisywanych jako gnejsy haniackie (M. Kozłowska-Koch, 1973; S. Cwojdzński, 1975). W ich obrębie tkwią wkładki ciemnych łupków i gnejsów biotytowych, budujące reliktywne struktury fałdowe, widoczne także w skali mapy (fig. 12). Diagram konturowy foliacji (fig. 4) wykazuje znaczną, pasową jej dyspersję przy generalnym kierunku osi NE—SW. Oś ta jest nachylona ku SW, a więc przeciwnie w stosunku do rejonu północnej części Złotego Jaru.

### STRUKTURY LINIJNE

W wyniku badań autora wydzielono kilka zespołów, częściowo koaxialnych struktur liniowych, oznaczając je zgodnie z symboliką anglosaską literami F i L. Dla oznaczenia poszczególnych zespołów tych struktur użyto liter, aby nie przesądzać ich, nie zawsze pewnej, sekwencji wiekowej. Wydzielone grupy mezostruktur liniowych zostały opisane przy pomocy następujących symboli:

$F_r$  — mezofałdy<sup>1</sup> reliktywne pierwszej deformacji,

$F_p$  — mezofałdy poprzeczne względem głównych struktur odpowiadające prawdopodobnie drugiej deformacji,

$F_g$  — mezofałdy reprezentujące główną deformację metamorfiku,

$L_z$  — lineacja krystalizacyjna, częściowo koaxialna z  $F_g$ ,

$F_s$  i  $L_s$  — mezofałdy odpowiadające późnej deformacji sztynwej,

$F_z$  — fałdy załomowe systemu równoleżnikowego.

1. Grupa mezofałdów  $F_r$ . Są to nieliczne, reliktywne fałdy synfoliacyjne, leżące w płaszczyźnie foliacji  $S_1$  i przecinane przez nią w strefach przegubowych. Osie fałdów  $F_r$  zapadają w przedziale 95/45 do 115/55. Laminy kwarcowe wyznaczające opisywane mezofałdy wykazują charakterystyczny węzowaty kształt i zgrubienia w partiach przegubowych, co może również przemawiać za tym, iż są to struktury powstałe przez synkrystalizacyjną, rotacyjną deformację lamin.

2. Grupa mezofałdów  $F_p$ . Obejmuje ona mezofałdy o kierunku osi NWW—SEE przy silnie zmiennych kątach upadu od 35 do 85°. Są to dość regularne, słabo asymetryczne zafałdowania sekrecyjnych lamin kwarcowych w łupkach i gnejsach biotytowych. Fałdy tego systemu są silnie rotowane na osi odpowiadającej deformacji  $F_s$ .

3. Grupa mezofałdów  $F_g$ . Grupa ta reprezentowana jest przez mezofałdy asymetryczne lub izoklinalne, strome, w kilku rzędach wielkości. W ich powierzchniach osiowych rozwija się złupkowanie spękaniaowe lub ślizgowe. W blastomylonitycznych łupkach i gnejsach biotytowych w pobliżu kontaktu z gnejsami haniackimi (Krzyżowa) mezofałdy tego systemu mają charakter dysharmonijny, częściowo ptygmatyczny, a w ich powierzchniach osiowych krystalizuje młodszy biotyt. Procesy mikroklinizacji i krystalizacji kordierytu związane genetycznie z intruzją granitoidów kłodzko-złotostockich są wtórne względem deformacji  $F_g$ . Mezofałdy  $F_g$  odznaczają się znaczną dyspersją kierunków upadu osi,

<sup>1</sup> Pod pojęciem mezofałdów opisane tu będą struktury obserwowane w skali odkrywki, zgodnie z definicją F. Turnera, L. Weissa (1963). W rozpatrywanym wypadku są to przeważnie struktury o rozpiętościach od centymetrowych do decymetrowych.

układając się w przedziale kierunków 345/30 do 40/05, przy asymetrii zachodniej. Powierzchnie złupkowań typu *axial plane cleavage* zapadają w szerokim zakresie ku NEE, E i SEE pod stromymi kątami. Na skrzydłach mezofałdów  $F_g$  obserwuje się często zmarszczkowania należące do grupy lineacji  $L_z$ , ustawione lekko skośnie i zapadające w przeciwnym kierunku w stosunku do osi mezofałdów, czyli generalnie ku południowi. Zmarszczkowanie to jest wynikiem torsyjnego skręcenia osi fałdów  $F_g$ .

4. Grupa lineacji  $L_z$  obejmuje powszechnie występujące w metamorfiku strefy Złoty Stok — Skrzynka zmarszczkowanie, odpowiadające liniemu ułożeniu blaszek biotyту, wydłużeniu agregatów skaleniowo-kwarcowych oraz strukturom pręcikowym. Lineacja ta zapada przeważnie ku południowi pod kątem 10 do 30°, wykazując znacznie mniejszą dyspersję. W południowej części omawianego obszaru ulega ona słabemu wygięciu do kierunku NNE-SSW, przy przewadze upadów południowych.

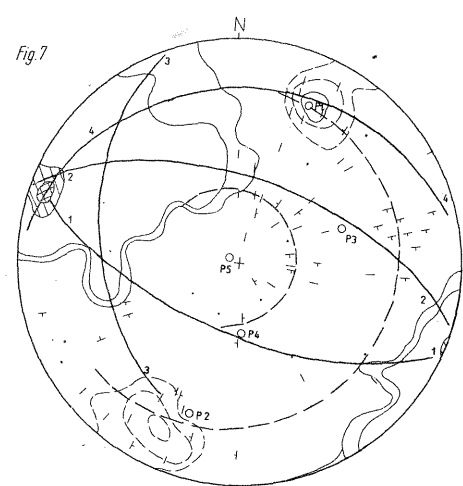
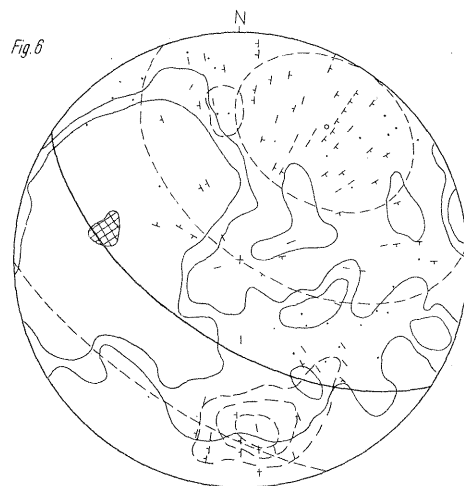
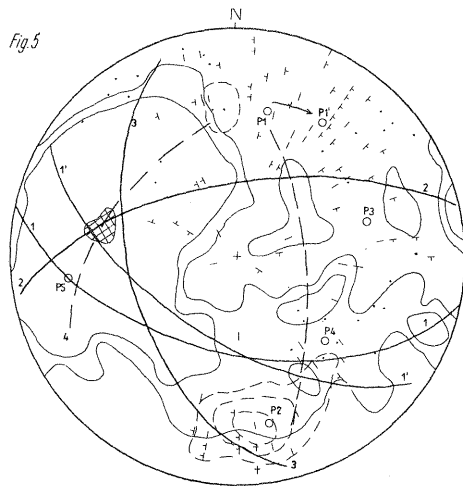
5. Grupa mezofałdów  $F_s$  i lineacji  $L_s$ . Obejmuje ona struktury liniowe o kierunku NE—SW, przy czym w jej skład wchodzi mezofałdy o asymetrii SE, zespół gufraży i zmarszczkowań związanych genetycznie z przecinaniem się powierzchni foliacji  $S_1$  z powierzchniami złupkowań spękaniaowych oraz struktury pręcikowe. Lineacja ta zapada ku NE, a wskutek znacznej dyspersji nakłada się częściowo na mezostruktury  $F_g$  i  $L_z$ , dając niejasny obraz statystyczny. Pod względem morfologicznym mezofałdy  $F_s$  są reprezentowane przez struktury dachowate, spękane w przegubach lub załamane mezofleksury o asymetrii południowo-wschodniej. W kompetentnych tektonicznie gnejsach smugowanych odpowiada im asymetryczny gufraż załomowy i zmarszczkowanie  $L_s$  przecinające skośnie lineację  $L_z$ . Obie lineacje są podobne morfologicznie i nie wykazują różnic w stosunku do faz krystalizacji metamorficznej skały.

6. Grupa mezofałdów  $F_z$ . Są to drobne, załomowe fałdy asymetryczne, o osiach zapadających ku W lub E pod kątami 30—40°, przy przewadze upadów w azymucie 80—110° i asymetrii południowej. Reprezentują one późną deformację sztywną, poprzeczną względem makrostruktury metamorfiku.

#### STOSUNEK LINEACJI I FOLIACJI

Stosunki geometryczne foliacji do poszczególnych generacji struktur liniowych zanalizowano przy pomocy diagramów statystycznych z użyciem skośnych siatek Schmidta. Wszystkie diagramy reprezentują półkulę dolną. Zbiorcze diagramy analityczne sporządzono dla rejonu południowej części omawianego obszaru (rejon B) oraz jego północnej części (rejon A).

Rejon A (fig. 5 i 6). Foliacja (kontur) tworzy kilka pasów rozrzutu, których osie zaznaczono literą P i kolejnym numerem porządkowym. Na diagramie wrysowano ponadto kierunki osi mezofałdów oraz maksima rozrzutu kierunków zapadu lineacji  $L_z$ . Zasadniczy rozrzut foliacji wywołują zafałdowania o osiach NE—SW zgodnych z biegunami P1 i P1' (pas rozrzutu 1 i 1'). Pasy rozrzutu foliacji 1 i 1' reprezentują tę samą strukturę fałdową o osi wyginającej się w kierunku SEE. Biegunki P1



-a + b c od 0 e

Fig. 5. Diagram obrazujący stosunek foliacji do poszczególnych struktur liniowych zestawiony dla rejonu A, półkula dolna  
 Diagram illustrating the relation of foliation to the particular linear structures, compiled for area A, lower hemisphere  
 Pasy rozrzutu foliacji (oznaczenia cyfrowe) i ich bieguny (oznaczenia literą P); a — osie mezofałdów symetrycznych; b — osie mezofałdów asymetrycznych; c — gufraż; d — osie poszczególnych pasów rozrzutu foliacji; e — maksima kierunków upadu lineacji  $L_z$   
 Bands of foliation dispersion (designated by figures) and their poles (designated by letter P); a — axes of symmetric mesofolds; b — axes of asymmetric mesofolds; c — goufrage; d — axes of the particular bands of foliation dispersion; e — maxima of dip trends of lineation  $L_z$

Fig. 6. Diagram elementów tektonicznych jak na fig. 5, przedstawionych na skośnej siatce Schmidta o osi nachylonej pod kątem  $35^\circ$  zgodnie z osią deformacji  $F_g$   
 Diagram of tectonic elements as in Figure 5, shown on Schmidt's diagonal network; axis inclined at an angle of  $35^\circ$  in accordance with axis of deformation  $F_g$

Fig. 7. Diagram obrazujący stosunek foliacji (kontur ciągły) do struktur liniowych dla rejonu B, półkula dolna  
 Diagram showing relation of foliation (continuous contour line) to linear structures in area B, lower hemisphere

Objaśnienia jak na fig. 5

Explanations as in Fig. 5

i P1' leżą w polu mezofałdów systemów  $F_g$  i  $F_s$ , które uległy tu częściowemu nałożeniu na siebie wskutek znacznej dyspersji. Prawdopodobnie pasy rozrzutu 1 i 1' są efektem interferencji obu tych deformacji. Niewątpliwie starszą generacją fałdową reprezentują jedynie mezofałdy  $F_p$ , które układają się wzdłuż koła małego o osi zgodnej z P1'. Widoczne jest to doskonale na fig. 6. Lineacja  $L_z$  nakłada się wyraźnie na szerzej rozrzucone mezofałdy  $F_g$ . Odpowiada jej słabo wyrażony pas 2 o biegunie P2. Pozostałe pasy rozrzutu foliacji nr 3 i 4 są efektem młodszych deformacji poprzecznych ( $F_z$ ).

Rejon B (fig. 7). Pasy rozrzutu foliacji 1 i 2, symetryczne względem siebie, reprezentują makrofałdy metamorfiku. Osie tych pasów P1 i P2 wypadają w polu intensywnie zrotowanych mezofałdów systemu  $F_g$  oraz lineacji  $L_z$ . Rotacji względem tych osi ulega jedynie grupa mezofałdów  $F_p$  o kierunku NWW—SEE, natomiast pozostałe struktury liniarne przebiegają względem nich niezależnie, co świadczy o ich nałożeniu na struktury starsze. Poprzeczny rozrzut foliacji reprezentuje mniej wyraźny pas 3, którego biegun P3 wykazuje zgodność z mezofałdami systemu  $F_s$ . Rotacji na osi P3 ulegają mezofałdy  $F_g$ . Najmłodsze deformacje nie wytwarzają własnych lineacji. Przykładem są tu osie rotacji P4 i P5, względem których ulegają zrotowaniu wszystkie struktury liniarne.

Sytuacja tektoniczna w rejonie B jest łatwiejsza do interpretacji prawdopodobnie wskutek większego udziału wkładek skał kompetentnych (fig. 1 i 12). Na główną deformację o kierunku NEE—SWW nakłada się skośna deformacja odpowiadająca systemowi mezostruktur  $F_s$ .

#### ZŁUPKOWANIA I SPEKANIA

Skały strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzynka są intensywnie spękane (fig. 8 i 9). Ogólne cechy obrazu statystycznego spękań to: 1 — zdecydowana przewaga powierzchni nieciągłości o stromych upadach; 2 — pasowy układ spękań; 3 — podobieństwo obrazu statystycznego otrzymanego dla północnej i południowej części omawianego obszaru przy przesunięciu diagramów o kąt około  $20^\circ$  (porównanie fig. 8 z fig. 9).

Powierzchnie nieciągłości omawiane w niniejszym podrozdziale należą do powierzchni postmetamorficznych różnych typów genetycznych, przy czym często bywają one poligeniczne. Wyróżniono wśród nich następujące typy genetyczne:

— Złupkowanie spękaniowe rozwijające się w powierzchniach osiowych mezofałdów. Wzdłuż tych powierzchni zachodzą często drobne ślizgi. Rzadziej wykorzystują je żyłki kwarcowe.

— Spękania tensyjne wyznaczające przekrój *bc* elipsoidu deformacji. Powierzchnie spękań tensyjnych pokryte są często strukturami pierzastymi, zespołami grzbiecików i zmarszczek, stanowiących ślady przecięć powierzchni spękania z foliacją. Często są one wykorzystane przez żyły kwarcowe, lamprofirowe i skaleniowe. Obserwowano także żyły kwarcu wykorzystujące dawne spękania ścinające, jak również młode lustra tektoniczne na powierzchni żył kwarcowych.

— Spękania ścinające z wykształconymi wyraźnie lustrami tektonicznymi i rysami ślizgowymi.



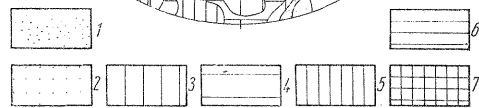
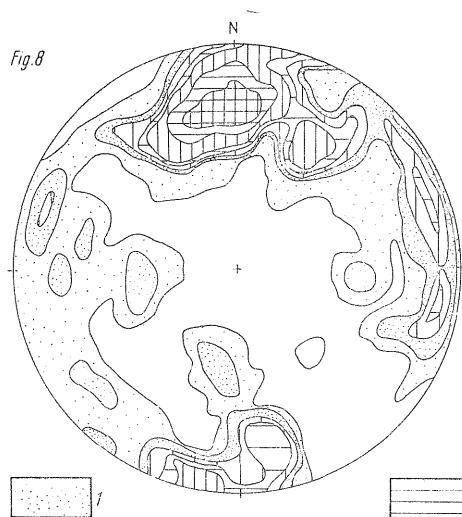


Fig. 8. Diagram konturowy powierzchni spękań i złupkowań spękańowych dla rejonu A, półkula górna, 360 pomiarów  
Contour diagram of fracture surfaces and fracture cleavages in area A, upper hemisphere, 360 measurements

Wartości izolunii koncentracji biegunów spękań: 1 — 0,3—0,8‰; 2 — 0,8—1,4‰, 3 — 1,4—2,0‰, 4 — 2,0—2,8‰, 5 — 2,8—5,5‰; 6 — 5,5—8,4‰; 7 — ponad 8,4‰

Values of contour lines of concentrations of poles: 1 — 0.3—0.8 per cent; 2 — 0.8—1.4 per cent; 3 — 1.4—2.0 per cent; 4 — 2.0—2.8 per cent; 5 — 2.8—5.5 per cent; 6 — 5.5—8.4 per cent; 7 — over 8.4 per cent

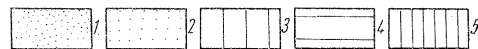
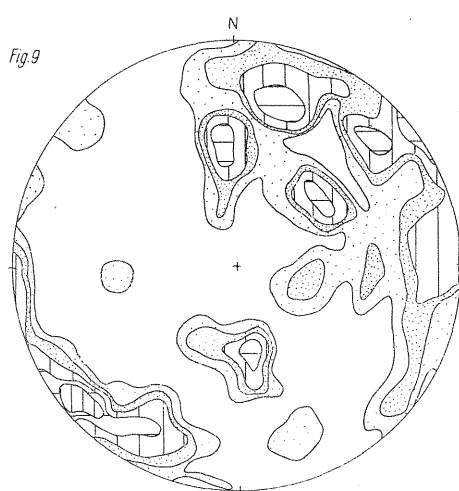


Fig. 9. Diagram konturowy powierzchni spękań i złupkowań dla rejonu B, półkula górna, 240 pomiarów

Contour diagram showing surfaces of fractures and cleavages in area B, upper hemisphere, 240 measurements

Wartości izolunii koncentracji biegunów: 1 — 0,4—1,2‰; 2 — 1,2—2,0‰; 3 — 2,0—3,6‰; 4 — 3,6—5,4‰; 5 — ponad 5,4‰

Values of contour lines of concentrations of poles: 1 — 0.4—1.2 per cent; 2 — 1.2—2.0 per cent; 3 — 2.0—3.6 per cent; 4 — 3.6—5.4 per cent; 5 — over 5.4 per cent

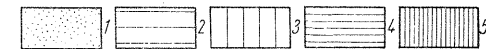
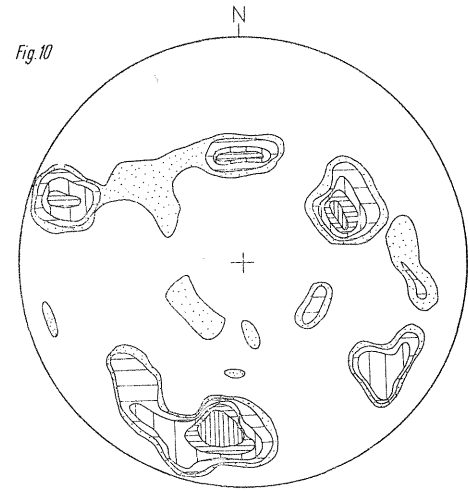


Fig. 10. Diagram konturowy powierzchni spękań i złupkowań dla rejonu C, półkula górna, 150 pomiarów

Contour diagram showing surfaces of fractures and cleavages in area C, upper hemisphere, 150 measurements

Wartości izolunii koncentracji biegunów: 1 — 0,7—2,0‰; 2 — 2,0—3,4‰; 3 — 3,4—4,8‰; 4 — 4,8—6,0‰; 5 — ponad 6‰

Values of contour lines of concentrations of poles: 1 — 0.7—2.0 per cent; 2 — 2.0—3.4 per cent; 3 — 3.4—4.8 per cent; 4 — 4.8—6.0 per cent; 5 — over 6.0 per cent

Zdecydowana przewaga powierzchni spękań w omawianej strefie układa się w pasy rozrzutu o osi NE—SW, a więc zgodnej z kierunkiem głównych makrostruktur metamorfiku. Świadczy to o tym, iż rotacja stresu w okresie tworzenia się spękań przebiegała zgodnie z osią struktur fałdowych.

A. Złupkowania i spękania w północnej części Złotego Jaru i w rejonie Krzyżowej (fig. 8). Powierzchnie spękań zapadają tu w szerokim przedziale kierunków, przy czym zdecydowane maksimum przypada na azymut  $340-20^\circ$ . Przeważają powierzchnie o stromych upadach od  $60$  do  $80^\circ$ . Stosunkowo najsłabiej reprezentowane są spękania predysponowane przez powierzchnie foliacji. Dla przeprowadzenia analizy stosunków geometrycznych i genetycznych powierzchni spękań i złupkowań względem poszczególnych systemów liniowych skonstruowano diagram zbiorczy rzutowany na półkulę dolną (fig. 11), na którym zaznaczono zasadnicze typy genetyczne powierzchni nieciągłości, przebieg pasów rozrzutu i ich biegunów (oznaczone literami R z kolejnym numerem porządkowym) oraz osi poszczególnych deformacji (litera P). Porównując oba diagramy (fig. 8 i 11) można zauważyć, że najczęstszy statystycznie kierunek spękań o biegu W—E, przy przewadze upadów północnych, jest też najczęściej wykorzystywany przez żyłki infiltracyjne lub sekrecyjne, w tym także żyłki diopsydowe, rozwijające się w masie marmurów w procesie ich skarnizacji (S. Cwojdzński, 1975). Wspomniany system powierzchni nieciągłości układa się w płaszczyźnie  $ac$  względem lineacji  $L_z$ . Ten sam kierunek reprezentują powierzchnie osiowe mezofałdów poprzecznych systemu  $F_p$ . Pasy rozrzutu powierzchni spękań o biegunach R1 i R3 wykazują zgodność z odpowiednimi osiami deformacji, natomiast pozostałe pasy rozrzutu nie są skorelowane z osiami deformacji. Powierzchnie luster tektonicznych z rysami tworzą wyraźny system sprzężony, w którym spękania sprzężone przecinają się pod kątem  $70^\circ$ . Są to spękania o przebiegu NE—SW i NW—SE. Występujące na nich rysy zapadają ku NNE i SEE pod kątami  $10-25^\circ$ .

Zwraca uwagę fakt, iż do kierunku jednego z systemów spękań ścinających (NW—SE) nawiązują liczne na omawianym obszarze uskoki listwowe (fig. 1), natomiast drugi system jest równoległy do powierzchni złuskowań i odkluczeń tektonicznych towarzyszących głównym makrofałdom metamorfiku (S. Cwojdzński, 1975, fig. 2) Wspomniane zjawiska, jak również zgodność szeregu pasów rozrzutu powierzchni spękań z osiami rotacji w czasie deformacji fałdowych, świadczą o decydującym wpływie tych deformacji na założenie systemów spękań, wpływie w sensie kinematycznym, lecz niekoniecznie o równoczesności tych zjawisk.

B. Złupkowania i spękania w południowej części Złotego Jaru oraz w rejonie gór Kikoł i Trzeboń (fig. 9 i 11). Zdecydowana przewaga powierzchni nieciągłości zapada ku N, NE, E i SEE tworząc 2 pasy rozrzutu o zbliżonym kierunku osi NE—SW (bieguny R1 i R2), lecz odpowiadające powierzchniom o upadach stromych ( $70-90^\circ$ ) i średnich ( $50-60^\circ$ ). W przeciwieństwie do obszaru omawianego poprzednio jedynie nieliczne powierzchnie są nachylone ku południowemu zachodowi. Ułożenie centrów kierunków upadu na diagramie (fig. 9) daje obraz podobny do rozpatrzonego po-

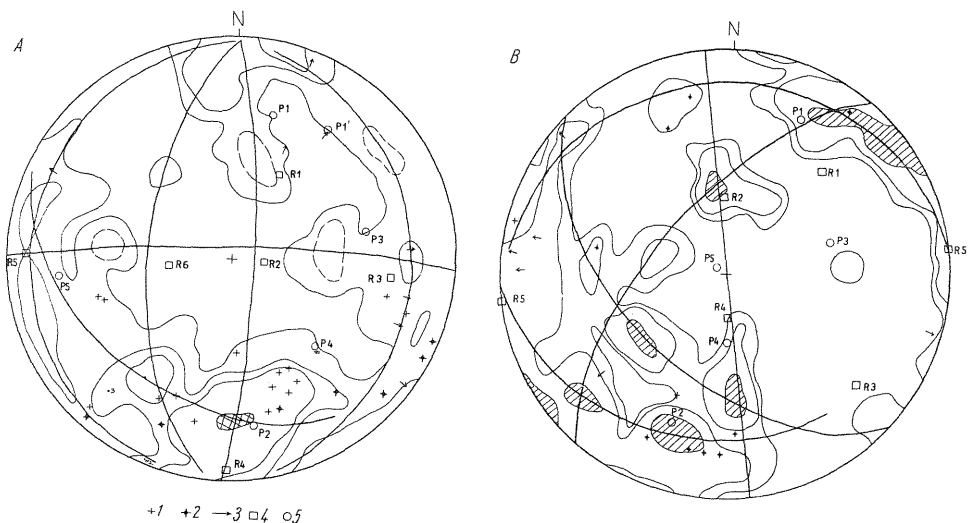


Fig. 11. Diagram zbiorczy obrazujący stosunki geometryczne między spękaniem a osiami deformacji fałdowych zestawiony dla rejonu A i B, półkula dolna

Comprehensive diagram showing geometrical relationship bet ween fractures and axes of fold deformations, compiled for areas A and B, lower hemisphere

1 — spękania tensyjne wykorzystane przez żyły; 2 — spękania z rysami ślizgowymi; 3 — kierunki upadu rys ślizgowych; 4 — R — bieguny pasów rozrzutu spękań; 5 — bieguny pasów rozrzutu foliacji; P — osie deformacji

1 — tension fractures utilized by veins; 2 — fractures with slickenside striae; 3 — trends of dip of slickenside striae; 4 — R — poles of bands of fractures dispersion; 5 — poles of bands of foliation dispersion; P — axes of deformations

wyżej (fig. 8), lecz obraz ten jest zrotowany w płaszczyźnie poziomej o kąt  $20^\circ$  ku wschodowi oraz nachylony w pionie o kąt około  $25^\circ$  ku SW. Także i w południowej części opisywanej strefy obserwuje się dużą zgodność osi pasów rozrzutu spękań z osiami rotacji odpowiadającymi poszczególным etapom deformacji. I tak pasy rozrzutu spękań o osiach R1 i R2 są wywołane przez rotację na osi P1, czyli osi makrostruktur metamorfiku, a bieguny rozrzutu spękań R3 i R5 wykazują znaczną zgodność z deformacjami poprzecznymi systemu  $F_z$ .

C. Rejon góry Haniak (fig. 10). Powierzchnie spękań w gnejsach haniackich układają się zasadniczo zgodnie z przebiegiem generalnej struktury fałdowej o kierunku NNE—SSW. Spękania te tworzą wyraźny pas rozrzutu o osi zapadającej ku NNE. Układ spękań jest znacznie bardziej regularny niż w dotychczas omawianych strefach. Może to świadczyć o większej kompetencji gnejsów haniackich w czasie deformacji w stosunku do innych, łupkowych w przewodzie, serii strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzyńka.

### ANALIZA OBRAZU INTERSEKCYJNEGO

Obraz intersekcyjny, przedstawiony w poprzedniej publikacji autora (S. Cwojdzński, 1975), wskazuje na fałdowo-budinażowy typ tektoniki,

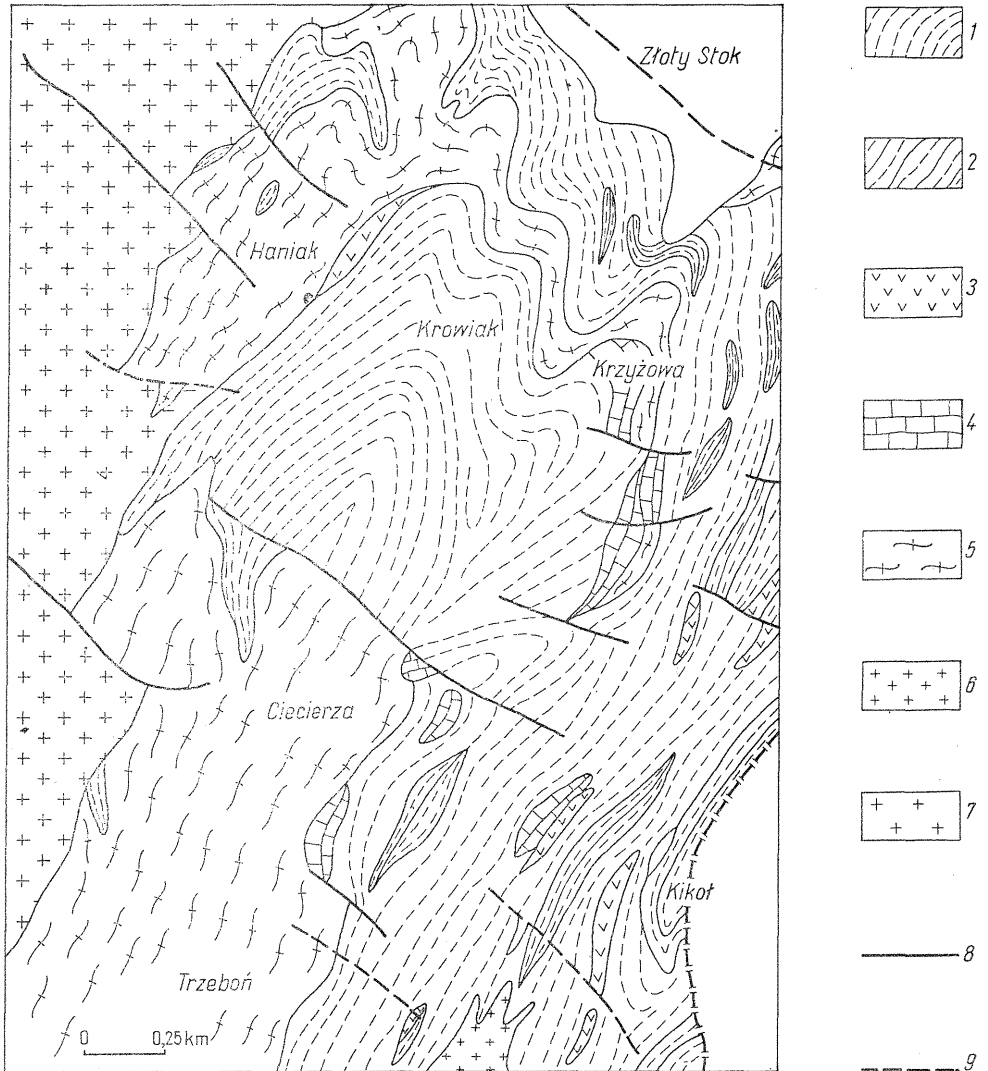


Fig. 12. Szkic geologiczny północnej części strefy Złoty Stok — Skrzynka

Geological sketch of the northern part of the Złoty Stok — Skrzynka

1 — blastomylonityczne łupki i gnejsy biotytowe; 2 — kwarcowo-skalieniowe gnejsy smugowane; 3 — amphibolity; 4 — marmury i skały wapienno-krzemianowe; 5 — gnejsy haniackie; 6 — granodioryty jawornickie; 7 — granitoidy kłodzko-złotostockie; 8 — dyslokacje stwierdzone; 9 — dyslokacje przypuszczalne

1 — blastomylonitic schist and biotite gneisses; 2 — streaky quartz-feldspar gneisses; 3 — amphibolites; 4 — marbles and limy-silicate rocks; 5 — Haniak gneisses; 6 — Jawornik granodiorites; 7 — Kłodzko-Złoty Stok granitoids; 8 — found faults; 9 — presumed faults

charakterystyczny dla strefy wielofazowych, intensywnych deformacji. W obrębie opisywanego fragmentu strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzynka występuje kilka zasadniczych makrostruktur tektonicznych o kierunku NNE—SSW. Zostały one przedstawione na szkicu tektonicznym (fig. 1). Są to od zachodu: antyklinorium Haniaka, struktura fałdowa Krzyżowej — Trzebonia oraz strefa fałdowa Kikoła.

Centralne położenie zajmuje struktura fałdowa Krzyżowej—Trzebonia. W południowej jej części pojawiają się na powierzchni gnejsy haniackie, zastąpione ku północy przez silnie sfałdowany dysharmonijny kompleks łupków i gnejsów biotytowych, zawierający kompetentną wkładkę gnejsów haniackich o miąższości około 50 m. Przebieg wychodni tego pasa gnejsów wskazuje na zgodne zafałdowanie obu elementów skalnych. Wychodni gnejsów haniackich towarzyszą od strony wewnętrznej krępe soczewy marmurów. Drugi pas występień marmurów związany jest z wychodniami gnejsów haniackich budujących jądro struktury w rejonie Ciecierzy i Trzebonia. Niektóre z soczew marmurów uwidocznione na szkicu tektonicznym zostały wykryte dzięki wyrobiskom kopalni arsenu w Złotym Stoku. Dotyczy to między innymi małych soczew występujących w masie łupków biotytowych na północ od góry Ciecierza.

Od zachodu struktura fałdowa Krzyżowej — Trzebonia kontaktuje z antyklinorium Haniaka zbudowanym z gnejsów haniackich. W południowej części antyklinorium intrudowały granitoidy kłodzko-złotostockie, natomiast w części północnej struktura ta jest wykształcona w postaci fałdu o asymetrii zachodniej, częściowo zniszczonego przez magmę granitoidową. Wzdłuż wschodniego skrzydła antyklinorium, zapadającego ku wschodowi pod kątem  $50^\circ$ , występuje zbudowana wkładka amfibolitów i marmurów przechodzących wtórnie w skały wapienno-krzemianowe, okruszcowane przez siarczki arsenowe. Na strukturze tej założone było tzw. pole zachodnie dawnej kopalni arsenu w Złotym Stoku. Dzięki wyrobiskom kopalni stwierdzono, iż ciało rudne związane z wkładką marmurów wyklinowuje się ku dołowi na głębokości około 300 m poniżej powierzchni (170 m n.p.m.) tworząc torsyjnie skręconą, wydłużoną soczewę o osi nachylonej ku SW.

Od wschodu struktura Krzyżowej — Trzebonia kontaktuje z synklinorialną, silnie sfałdowaną strefą fałdową Kikoła, zbudowaną zasadniczo z łupków i gnejsów biotytowych, blastomylonitycznych z wkładkami amfibolitów, marmurów i kwarcowo-skaleniovych gnejsów smugowych (fig. 12). Kontakt biegnie wzdłuż pasa wychodni gnejsów haniackich na wschodnich zboczach Krzyżowej. Wąskie, złuskowane fałdy izoklinalne są tu porozbijane na bloki przez liczne, poprzeczne dyslokacje listwowe.

Na południu, w rejonie góry Ciecierza i góry Trzeboń, wzdłuż kontaktu obu makrostruktur obserwuje się lokalne nasunięcie gnejsów haniackich na łupki krystaliczne strefy fałdowej Kikoła. Powierzchnia nasunięcia zapada stromo ku NWW. Nasunięcie to związane jest ze złuskowaniem skrzydła struktury fałdowej Krzyżowej — Trzebonia i ma niewielki zasięg (S. Cwojdziański, 1975, fig. 2). Powierzchnie foliacji łupków biotytowych zapadają w okolicach Ciecierzy pod gnejsy, natomiast bardziej ku południowi zapadają ku SE.

W obrębie całej strefy fałdowej Kikoła pojawiają się liczne, zruskowane, izoklinalne fałdy o asymetrii zachodniej, wyznaczone w intersekcji przez kompetentne wkładki kwarcowo-skaleniovych gnejsów smugowanych i marmurów. W rejonie Jawornika, w południowej części opisywanego obszaru, w strefę fałdową Kikoła intrudują granodioryty jawornickie, zazębiające się palczasto z łupkami blastomylonitycznymi.

## WNIOSKI

Reasumując przytoczone dane można sformułować następujące wnioski dotyczące ewolucji tektonicznej strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzynka:

1. Struktury reliktowe ( $F_r$ ), reprezentujące deformacje starsze od  $S_1$ , są niepewne i trudne do bliższej interpretacji.

2. Foliacja metamorficzna  $S_1$  ulega wielofazowym, nakładającym się deformacjom pod wpływem zmiennego pola naprężeń, przy czym deformacje te mają w przewadze dość sztywny charakter. Nie rozwijają się młodsze od  $S_1$  foliacje o charakterze rekryystalizacyjnym, lecz jedynie powierzchnie  $S$ , typu złupkowania spękanioowego lub ślizgowego.

3. Kolejne etapy deformacji powierzchni  $S_1$  są następujące:

a) silnie zatarta deformacja odpowiadająca mezofałdom  $F_p$  o kierunku NWW—SEE,

b) deformacja odpowiadająca mezofałdom  $F_g$  o asymetrii zachodniej,

c) torsyjne skręcenie fałdów  $F_g$  w dalszej fazie deformacji prowadzące do pojawienia się lineacji  $L_z$ ,

d) deformacja typu *kink-band* odpowiadająca mezostrukturom  $L_s$  i  $F_s$ ,

e) późna deformacja poprzeczna  $F_z$  predysponowana przez przecięcie powierzchni foliacji z powierzchniami złupkowań (struktury typu  $\beta$ ).

4. Mezostruktury  $F_g$  oraz  $F_s$  tworzyły się, jak wynika z ich morfologii, w podobnych warunkach fizycznych, w materiale o dużym stopniu sztywności. Być może, powstały one w tym samym polu sił jako struktury sprzężone.

5. Uzyskano następujące dane o wieku poszczególnych generacji mezostruktur:

— Mezofałdy systemu  $F_g$  w rejonie kontaktu metamorfiku łądecko-śnieżnickiego z granitoidem kłodzko-złotostockim wykazują cechy ptygmatyczne, co może świadczyć o ich równoczesności z intruzją granitoidową. W dalszej odległości od kontaktu mezostruktury tej samej generacji wykazują dość sztywny charakter deformacji.

— Powierzchnie złupkowań ustawione w płaszczyźnie *ac* względem fałdów  $F_g$ , jak również spękania ścinające są wykorzystywane przez infiltracje związane genetycznie z intruzją granitoidów kłodzko-złotostockich.

6. Przestrzenny stosunek mezostruktur wydzielonych przez autora do mezostruktur południowej części metamorfiku łądecko-śnieżnickiego przedstawia tab. 1.

7. W świetle przytoczonych danych o rozwoju mezostruktur północ-

Tabela 1

Struktury liniowe w metamorfiku łądecko-śnieżnickim

Kierunek	Okolice Międzygórza (H. Teisseyre, 1970)	Okolice Złotego Stoku
N — S	F <sub>2</sub> system Śnieżnika	systemy F <sub>g</sub> i L <sub>z</sub>
NE — SW	F <sub>3</sub> system Śnieżnika	oraz F <sub>s</sub> i L <sub>s</sub>
NW — SE	F <sub>4</sub> system Krowiarek	reliktowa grupa fałdów F <sub>p</sub>
W — E	F <sub>5</sub> system Wilczki	grupa fałdów F <sub>z</sub>

nej części strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzyńska, jak również danych petrograficznych omówionych w artykule z 1975 r. (S. Cwojdzński, 1975), wydaje się, iż przyjmowana dotychczas teza o silnej mylonityzacji postfałdowej tej strefy powinna ulec rewizji. Proces mylonityzacji nie zatarł tu bowiem ani suprakrustalnego zróżnicowania litologicznego kompleksu, ani mezostruktur kilku generacji, wykształconych szczególnie silnie w łupkach krystalicznych. Obserwowane w skali mikroskopowej rozkruszenie i roztarcie ziaren mineralnych wywołane zostało przez silne deformacje fałdowe o sztywnym charakterze. W wyniku takiej deformacji doszło do budinażu i tektonicznego wyciskania wkładek skał kompetentnych oraz dysharmonijnego fałdowania mas łupkowych. Była to więc mylonityzacja towarzysząca fałdowaniom w płytkiej strefie skorupy ziemskiej. Brak jest zdecydowanych argumentów na poparcie tezy o mylonityzacji wtórnej, jako czynnika zdecydowanie odróżniającym strefę Złoty Stok — Skrzyńska od pozostałych jednostek geologicznych metamorfiku łądecko-śnieżnickiego. Wydaje się, iż strefa ta została sfałdowana w płytszym poziomie litosfery niż pozostała część metamorfiku łądecko-śnieżnickiego.

Oddział Dolnośląski  
Instytutu Geologicznego  
Wrocław, al. Jaworowa 19  
Nadesłano dnia 8 stycznia 1976 r.

PIŚMIENNICTWO

CWOJDZIŃSKI S. (1975) — Uwagi o genezie i ewolucji północnej części strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzyńska. *Kwart. geol.*, **19**, p. 789—805, nr 4. Warszawa.

DMITRIJEVIC M. D. (1969) — Analysis of statistical diagrams of folded surfaces. *N. Jb. Geol. Paläont., H. 9*. Stuttgart.

DON J. (1972) — The Różane Mts. Fold in the Krowiarki. *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Terre*, **20**, p. 287—291, nr 4. Varsovie.

KOWALSKI W. M. (1967) — Skały metamorficzne ze Złotego Stoku. *Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, **42**, p. 7—77. Warszawa.

- KOZŁOWSKA-KOCH M. (1973) — Polimetamorfity strefy tektonicznej Złoty Stok — Skrzyżka w Sudetach. Geol. Sudetica, **8**, p. 121—160. Warszawa.
- TEISSEYERE H. (1970) — Badania tektoniczne metamorfiku w rejonie Śnieżnika. Arch. Inst. Geol. Wrocław.
- TEISSEYERE H. (1972) — Ogólne wiadomości o budowie geologicznej okolic Międzygórze i Nowej Wsi. Przew. Pol. Tow. Geol. Wrocław.
- TURNER F. J., WEISS L. E. (1963) — Structural analysis of metamorphic tectonites. Mc Graw-Hill Book Comp.
- WOJCIECHOWSKA I. (1972) — Sequence of deformations in the Stronie Śląskie Complex of Odrzychowice. Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Terre, **20**, p. 279—284, nr 4. Varsovie.
- ŻELAŻNIEWICZ A. (1972) — Some remarks on the deformation sequence in the northern part of the Orlica Mts. Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Terre, **20**, p. 97—105, nr 2. Varsovie.

---

Стефан ЦВОЙДИНСКИ

#### НАБЛЮДЕНИЯ НАД МЕЗО- И МАКРОСТРУКТУРАМИ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗЛОТЫ СТОК — СКЖИНКА

##### Резюме

Настоящая статья является продолжением статьи, озаглавленной: „Замечания о генезисе и эволюции северной части тектонической зоны Злоты Сток — Скжинка” (Kwartalnik Geologiczny, t. 19, № 4, 1975). В пределах метаморфического злотостокского комплекса выделено 6 групп линейных структур. Главная деформация представлена ассиметричными мезоскладками, направленностью с С-Ю до ССЗ-ЮЮВ ( $F_g$ ). Оси этих мезоскладок подверглись торсионному скручиванию в одной и той же фазе деформации, образуя линеацию типа ряби ( $L_2$ ). Деформации, которые привели к образованию главных тектонических структур имели разрывной характер. Эти деформации сопровождались процессами катаклаза и милонитизации. Следовательно эта милонитизация была синскладчатой, а не милонитизацией моложе основной складчатости, как считалось до сих пор. Имеются данные, говорящие о том, что складчатая структура зоны Злоты Сток — Скжинка сформировалась в период непосредственно предшествующий верхнекаменноугольной интрузии клодзко-злотостокских гранитоидов.

---



Stefan CWOJDZIŃSKI

**MESO- AND MACROSTRUCTURAL OBSERVATIONS FROM THE NORTHERN  
PART OF THE ZŁOTY STOK — SKRZYŃKA TECTONIC ZONE**

S u m m a r y

The present article is a continuation of the study: "On the Origin and Evolution of the Northern Part of the Złoty Stok — Skrzyńka Tectonic Zone" (*Kwartalnik Geologiczny*, 19, nr 4, 1975). Six sets of linear structures have been distinguished in the Złoty Stok metamorphic complex. The main deformation is represented by asymmetric mesofolds, their trends being N-S to NNE-SSW ( $F_g$ ). The axes of these mesofolds were subjected to torsion in the same phase of deformation, thus leading to lineation of the wrinkle type ( $L_2$ ). The deformations which gave rise to the formation of the main tectonic structures were of a rigid character. These deformations were accompanied by cataclasis and mylonitisation. Thus mylonitisation was contemporaneous with folding processes, contrary to previous opinions that it took place later than the main folding processes. Some data indicate that the fold structure of the Złoty Stok — Skrzyńka tectonic zone was formed just before the Upper Carboniferous intrusion of the Kłodzko-Złoty Stok granitoids.