

Andrzej ŻELAŻNIEWICZ\*

## MAKROSKOPOWE STRUKTURY TEKTONICZNE W METAMORFIKU W POLSKIEJ CZĘŚCI GÓR ORLICKICH

### SPIS TREŚCI

Streszczenie . . . . .	67
Wstęp . . . . .	67
Drobne struktury tektoniczne w skałach metamorficznych Gór Orlickich . . . . .	68
Uwagi metodyczne . . . . .	69
Analiza materiału obserwacyjnego . . . . .	71
Rejon Zieleńca—Granicznej . . . . .	71
Rejon Podgórze—Dusznik . . . . .	72
Rejon Doliny Strązyskiej . . . . .	73
Rejon Ludowej . . . . .	74
Rejon Gołaczowa—Leśnej . . . . .	75
Rejon Witowa . . . . .	76
Rejon Małych Jerzykowic . . . . .	77
Rejon Zimnych Wód . . . . .	78
Rejon Jarkowa . . . . .	79
Rejon Kotła . . . . .	79
Zakończenie i wnioski . . . . .	79
Literatura . . . . .	81
Major tectonic structures in the Polish part of the Góry Orlickie — Summary . . . . .	83

### Streszczenie

Na podstawie analizy geometrycznej i wcześniejszych szczegółowych obserwacji strukturalnych ustalono, że przewodnie rysy tektoniki i główne struktury fałdowe w polskich Górach Orlickich powstały w toku drugiej fazy deformacji regionalnych należącej do tektogenezy waryscyjskiej. Już po ustaniu owego głównego fałdowania, ale jeszcze przed zanikiem postępującej po nim metamorfozy, miały miejsce duże przemieszczenia ślizgowe (nasunięcia) wzdłuż powierzchni i stref zgodnych z główną foliacją. Późniejsze diagonalne fałdowanie, choć dostrzegalne w skali makroskopowej, nie doprowadziło tu do

utworzenia się wielkich form fałdowych, a istniejące skośne fałdy wąskopromienne (o amplitudzie do 1000 m) nie zmieniły, w skali regionu, meridionalnej orientacji głównych struktur. Obserwowane dziś reorientacje tych struktur oraz widoczne w obrazie intersekcyjnym nieregularności granic litologicznych zostały w głównej mierze spowodowane — młodszymi od diagonalnego fałdowania — średnio- i wielkopromiennymi odkształceniami w czasie dwóch ostatnich faz deformacji regionalnych.

### WSTĘP

Kilkuletnie badania geologiczne w krystalicznych formacjach Gór Orlickich i masywu Kudowy—Oleśnic pozwoliły autorowi zarówno na przedstawienie szczegółowej charakterystyki mikro- i mezoskopowych struktur tektonicznych kilku kolejnych faz deformacji,

jak i na naszkicowanie koncepcji ewolucji tektonicznej badanego regionu. Określono także jakościowe przeobrażenia, jakim uległy skały Gór Orlickich w czasie regionalnej metamorfozy i ustalono relacje między procesami metamorficznymi a tektonicznymi (Żelaż-

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

niewicz 1972, 1976, 1977a). Poprzednie publikacje autora dają tylko nikielne wyobrażenia o makrostrukturach tektonicznych budujących rozważany wycinek Sudetów. Tymczasem podstawowe badania geologiczne powinny być uwieńczone właśnie rozpoznaniem owych wielkich form tektonicznych i odtworzeniem historii ich powstania. Takie zadanie jest stosunkowo proste w regionach dobrze odsłoniętych, wyraźnie zróżnicowanych zarówno hipsometrycznie, jak i litologicznie, natomiast bardziej skomplikowane tam, gdzie słabe odkrycie terenu i monotonna litologia uniemożliwiają wybór i kartograficzne prześledzenie jakiegokolwiek poziomu o cechach horyzontu prze-

wodniego. Taka właśnie sytuacja istnieje nie tylko na obszarze objętym badaniami autora, ale praktycznie — w całych Sudetach. Nie sposób zatem podjąć się dokładnego odtworzenia geometrii wielkich form tektonicznych Gór Orlickich w dzisiejszym poziomie intersekcyjnym. Można natomiast podejmować próby rozpoznania charakteru tych form i ich przybliżonej rekonstrukcji na podstawie szczegółowych obserwacji strukturalnych. Niniejsza praca przedstawia właśnie próbę analizy strukturalnej megaform tektonicznych w polskich Górach Orlickich i wnioski płynące z tej analizy.

### DROBNE STRUKTURY TEKTONICZNE W SKAŁACH METAMORFICZNYCH GÓR ORLICKICH

Polska część Gór Orlickich stanowi północno-zachodni fragment kopuły kłodzko-orlickiej. Fragment ów budowany jest przez metamorficzne skały formacji strońskiej i formacji Nového Města oraz waryscyjskie granitoidy masywu Kudowy—Olešnic (fig. 1). Szczegółowa charakterystyka mezo- i mikroskopowych struktur tektonicznych, powstałych w sześciu fazach deformacji w czasie tektogenezy waryscyjskiej, podana została we wcześniejszych artykułach autora (Żelaźniewicz 1972, 1976, 1977a). Niektóre z zawartych tam informacji, koniecznych czytelnikowi do śledzenia niniejszych rozważań, zostaną powtórzone poniżej.

Za najstarsze, rozpoznawalne efekty deformacji tektonicznych uznano mikroskopowe lub niekiedy mezoskopowe izoklinalne fałdy warstwowania sedymentacyjnego. Oznaczono je symbolem  $F_1$ . Zgodnie z powierzchniami osiowymi tych fałdów rozwinęła się — w warunkach facji zieleńcowej — pierwsza foliacja metamorficzna ( $S_1$ ). Wyraża ją równoległe ułożenie blaszek jasnej miki i chlorytu. Osie obserwowanych fałdków  $F_1$  biegną w różnych kierunkach. Zjawisko to jest niewątpliwie wynikiem późniejszych reorientacji. Zebrane przez autora informacje nie pozwalają dziś ani na potwierdzenie, ani na wykluczenie możliwości istnienia w Górach Orlickich megaform tektonicznych, które mogłyby być związane z najstarszą fazą deformacji ( $F_1$ ).

W drugiej, głównej fazie deformacji regionalnych ( $F_2$ ) powstał najbogatszy zespół drobnych form tektonicznych. Reprezentują go fałdy o różnej morfologii i zmiennej geometrii — zarówno izoklinalne, jak i otwarte. Zgodnie z ich powierzchniami osiowymi ( $S_2$ ) wykształcona została główna foliacja metamorficzna, wyrażona przede wszystkim (w łupkach łyszczykowych) równoległym ułożeniem blaszek brązowego biotyty krystalizującego w facji amfibolitowej.

Obecność ciemnego łyszczyku stanowi w łupkach łyszczykowych jedną z głównych różnic między foliacją  $S_2$  a foliacją  $S_1$ . Te dwie różnowiekowe powierzchnie metamorficzne są jednak w wielu wypadkach nie do rozróżnienia. Ma to miejsce wszędzie tam, gdzie w czasie deformacji  $F_2$  obie foliace zostały ułożone równoległe wskutek wąskopromiennego przeładowania starszych struktur planarnych — foliacji  $S_1$  i powierzchni sedymentacyjnego warstwowania  $S_2$ . Dwukrotnie, na ogół izoklinalnie, sfałdowane serie skalne Gór Orlickich doznały metamorfozy, której efektem było powstanie powszechnej foliacji  $S_2$ . Wskutek tego cechy foliacji  $S_2$  zostały niejako nałożone na foliację  $S_1$  — oczywiście z wyjątkiem przegubów fałdków  $F_2$  i miejsc, gdzie obie foliace pozostały w stosunku do siebie skośne. W czasie prac terenowych spotykano się, w skali mezoskopowej, przede wszystkim z tymi powierzchniami metamorficznymi, które swe charakterystyczne cechy uzyskały ostatecznie w czasie drugiej (i ostatniej) fazy metamorfozy ( $M_2$ ). Stąd też obserwowaną powszechnie foliację orlickich skał metamorficznych należy — w rozważaniach strukturalnych — rozpatrywać jako foliację  $S_2$ . W każdym jednak wypadku należy zwrócić uwagę na stosunki kątowe między powierzchniami  $S_1$  i  $S_2$ . Tak rozumiana foliacja główna, w badanym regionie, zapada zazwyczaj pod umiarkowanymi kątami ku W, NW i SW. Osie drobnych fałdków  $F_2$  nachylają się ku NW, NE i SW. Równoległe do nich biegnie lineacja  $L_2$ .

Za produkt trzeciej fazy deformacji ( $F_3$ ) uznano otwarte fałdy o NE asymetrii, zgodnoosiowej z fałdami  $F_2$ . Pojawiają się one jedynie w okolicy Podgórze i Dusznik-Zdroju (Żelaźniewicz 1976). Równoległe do ich powierzchni osiowych biegną dość strome spēkania o zapadach skierowanych ku WNW. Trudno przypuszczać, by spēkania tworzyły się równocześnie

z foliacją  $S_2$  i że rozważane fałdy powstały współcześnie z fałdami  $F_2$ . Mimo nie wyjaśnionego znaczenia fazy  $F_3$  dla rozwoju strukturalnego regionu, te lokalnie występujące fałdy wydzielono zatem w odrębną zespół —  $F_3$ . Można sądzić, że faza  $F_2 + M_2$  zamyka pierwszy duży etap rozwoju strukturalnego całego badanego regionu, wyjąwszy okolice Podgórze i Dusznik-Zdroju, gdzie etap ów kończyłaby faza  $F_3$ .

Kolejna faza deformacji, oznaczona symbolem  $F_4$ , rozpoczyna jednocześnie następny etap rozwoju tektonicznego skał metamorficznych Gór Orlickich. Powstałe wtedy fałdy są skośne do struktur  $F_2$ . Osie fałdów  $F_4$  nachylają się ku W, WNW lub WSW, a ich powierzchnie osiowe ( $S_4$ ) zapadają przeważnie łagodnie ku SW. Drobne fałdki  $F_4$  mają północną asymetrię i reprezentują system niejednorodny strukturalnie. Część fałdków tego systemu to dysharmonicznie rozwinięte fałdy ze zginania. Pozostałą część stanowią typowe fałdki załomowe — zazwyczaj dużo mniejsze od wymienionych powyżej (Żelaźniewicz 1976, 1977a). Obie grupy tych fałdków łączy taka sama asymetria skrzydeł i taka sama orientacja osi i powierzchni osiowych. Uznano zatem, że reprezentują one jeden system fałdów powstałych w takiej fazie deformacji ( $F_4$ ), w której musiała mieć miejsce zmiana podatności skał na odkształcenia.

Typowe fałdki załomowe, sprzężone i komplementarne, utworzyły się w efekcie piątej fazy defor-

macji regionalnych ( $F_5$ ). Osie tych fałdków nachylają się zazwyczaj ku SW, a ich powierzchnie osiowe zapadają pod umiarkowanymi kątami ku NW i SE. System struktur  $F_5$  reprezentują zatem dwa zespoły komplementarnych fałdków załomowych, z których jedno mają asymetrię SE, a drugie — NW. Zespół fałdów o asymetrii SE i powierzchniach osiowych zapadających ku NW został rozwinięty wyraźniej. Obu zespołom fałdków załomowych nierazko towarzyszą drobne stojące fałdki z wybożenia o generalnie pionowych powierzchniach osiowych, biegnących w kierunku NE—SW.

W ostatniej fazie deformacji regionalnych ( $F_6$ ) także tworzyły się drobne fałdki załomowe. Miały one jednak znacznie sztywniejszy charakter od fałdków  $F_5$ . Przede wszystkim powstały wtedy stojące fałdy z wybożenia, szerokopromienne o stromych lub pionowych powierzchniach osiowych, biegnących w kierunku NW—SE.

Powstanie struktur tektonicznych trzech ostatnich faz deformacji regionalnych ( $F_4$ — $F_6$ ) wiąże autor z naprężeniami ściskającymi, które w dolnym karbonie, w badanym fragmencie Sudetów, wywołane zostały bardzo szybkim, blisko dziesięciokilometryowym ugięciem dna dinanckiego zbiornika niecki śródsudeckiej (Żelaźniewicz 1977a). Niezbyt jasne są natomiast regionalne przyczyny powstania form fałdowych pierwszego etapu deformacji ( $F_1$  i  $F_2$ ).

#### UWAGI METODYCZNE

Obszar objęty badaniami autora zajmuje około 65 km<sup>2</sup>, z czego około 1/6 stanowi granitoidowy masyw Kudowy—Oleśnic. Znalaziono tu blisko 300 naturalnych odsłoneń skał metamorficznych, niestety bardziej różnej wielkości i bardzo nierównomiernie rozmieszczonych. W partiach najgorzej odsłoniętych wykonano prawie 200 sztucznych odkrywek, zyskując w ten sposób około 500 punktów obserwacyjnych. Jednakże poszczególne punkty dostarczyły informacji mocno zróżnicowanych jakościowo. W czasie prac terenowych określano położenie powierzchni głównej foliacji  $S_2$ , a także asymetrię oraz orientację osi i powierzchni osiowych mezoskopowych fałdków poszczególnych systemów. Z uwag zawartych w poprzednim rozdziale wynika że najczęściej można spotkać w terenie struktury faz  $F_2$ ,  $F_4$ ,  $F_5$  i  $F_6$ .

Metodyka prowadzenia klasycznej analizy geometrycznej wymaga przede wszystkim wyboru w obrębie badanego regionu takich domen, które cechowałyby się prostym obrazem intersekcyjnym i jednakową orientacją jednego lub kilku elementów strukturalnych. Poprawność wyników analizy zależy od uzyskiwanej metodą prób i błędów, dokładności w wyborze

owych homogenicznych domen. Jednak słabo zróżnicowana litologia w Górach Orlickich nie pozwala na sztywne trzymanie się takiego toku postępowania. Dlatego też punktem wyjścia interpretacji geometrycznych autora stało się dokładne przestudiowanie zebranego materiału obserwacyjnego w celu określenia stopnia reorientacji starszych struktur w toku młodszych deformacji.

Stwierdzono w ten sposób, że struktury fazy  $F_6$  nie uległy żadnym reorientacjom. Generalnie stałą pozycję przestrzenną zachowały także struktury linijne systemu  $F_5$ . Jednakże bieguny powierzchni systemu  $S_5$  tworzą na diagramach pasy rozrzutu z osiami  $\beta_{s_5} = F_6$ . Drobne struktury linijne  $F_4$  nachylają się ku SW, W i WNW, natomiast bieguny powierzchni  $S_4$  są na diagramach rozrzucone w sposób nie pozwalający na bliższe określenie pasa tego rozrzutu. Największym reorientacjom ulegają powierzchnie głównej foliacji  $S_2$ , lineacja  $L_2$  i osie mezoskopowych fałdków  $F_2$ . Struktury fazy  $F_1$ , sporadycznie spotykane w skali mezoskopowej, nie mogą być przedmiotem geometrycznej analizy statystycznej. W związku z tym, najwcześniejsze, powszechnie mezoskopowo rozpo-

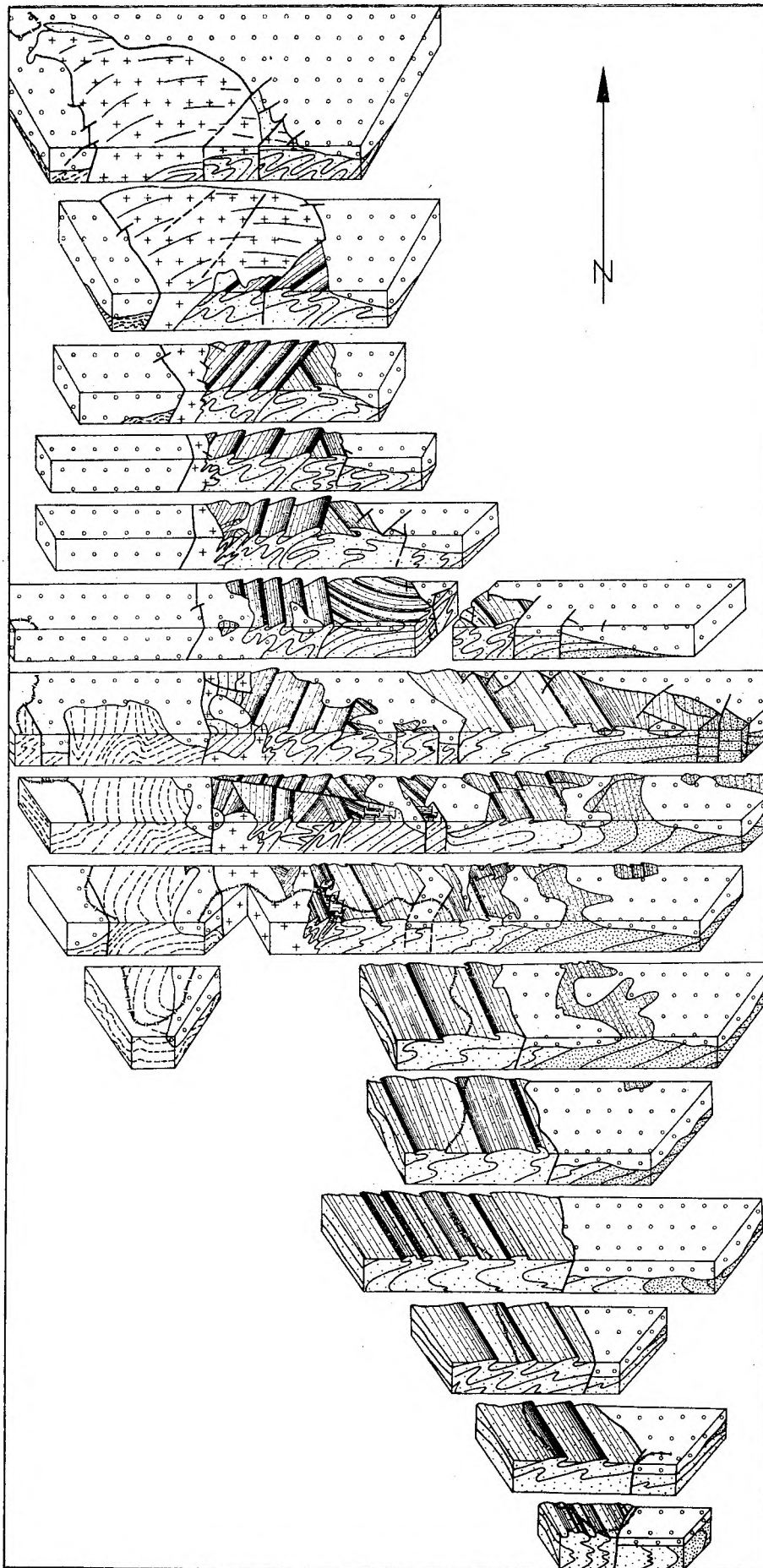


Fig. 4

Blokdiagram badanego regionu z kilkunastoma cięciami ilustrującymi zmieniającą się budowę geologiczną

Partie gęsto kropkowane — mikroklinowe gnejsy śnieżnickie; partie rzadko kropkowane — skały formacji strońskiej; przerywane kreskowanie — skały formacji Nového Města; krzyżyki — granitoidy masywu Kudowy—Olešnic; kółeczka — utwory pokrywy osadowej (czerwony spągowiec i górna kreda)

Block diagram of the investigated region transected several times to show its varying geological structure

Heavily dotted — microcline Śnieżnik gneisses; lightly dotted — rocks of the Stronie formation; dashed lining — rocks of the Nové Město formation; crosses — granitoids of the Kudowa—Olešnice massif; small circles — rocks of the sedimentary cover (Rotliegendes and Upper Cretaceous)

nawalne struktury planarne reprezentowane są przez powierzchnie głównej foliacji  $S_2$ . Najstarsze, dobrze widoczne w terenie struktury liniowe to lineacja  $L_2$  i fałdki  $F_2$ . A zatem analiza geometryczna może w rozważanym regionie dotyczyć dopiero przestrzennego ułożenia struktur głównej fazy deformacji ( $F_2$ ). Punktem wyjścia takiej analizy metamorfiku polskich Gór Orlickich musi być założenie, że po głównej deformacji cały badany region był homogeniczny (w skali makroskopowej) pod względem orientacji lineacji  $L_2$ , fałdków  $F_2$  i ich powierzchni osiowych  $S_2$ . Założenie to wymaga także przyjęcia, że główne fałdy  $F_2$  były cylindryczne i płaszczyznowe (ang. plane folds).

Następnie, na podstawie obrazu widocznego na mapie tektonicznej (fig. 2), podzielono badany obszar na rejonory charakteryzujące się względnie jednolitym układem struktur liniowych i planarnych głównej fazy deformacji. Brak możliwości nawiązania do zafałdowań granic litologicznych sprawia, że podział ten jest w pewnym stopniu umowny i tylko w przybliżeniu odzwierciedla homogeniczne części składowe dużej struktury heterogenicznej.

Dla rozważań prowadzonych w tym artykule największe znaczenie ma więc przestrzenne ułożenie osi i powierzchni osiowych fałdów  $F_2$ , zwrot ich asymetrii oraz orientacja foliacji  $S_2$  i lineacji  $L_2$ . Analiza zmian położenia tych elementów strukturalnych pozwala bowiem na odtworzenie młodszych

form tektonicznych nałożonych na struktury głównej fazy deformacji. Dlatego też mapa tektoniczna badanego regionu podaje przede wszystkim informacje o orientacji powierzchni głównej foliacji  $S_2$  i struktur liniowych  $L_2$  oraz o położeniu osi fałdków  $F_2$  i ich asymetrii (fig. 2). Nierównomierne rozmieszczenie odsłoneń sprawiło, że pojedynczy symbol biegu i zapadu foliacji znaczy na mapie albo jeden punkt obserwacyjny, albo odpowiada całej, niekiedy dużej, grupie odsłoneń położonych blisko siebie. Dla zachowania odpowiedniej czytelności mapy orientacja struktur faz młodszych została przedstawiona jedynie w miejscach ich najczęstszego występowania w terenie. Dodatkowe informacje o położeniu przestrzennym struktur tektonicznych głównej fazy deformacji znajdują się na diagramach (fig. 5—7, 9—12, 15).

Posługując się wynikami analizy geometrycznej badano w obrębie każdego z wyróżnionych rejonów, jakim przypuszczalnym rotacjom musiały ulec struktury tektoniczne fazy  $F_2$ , aby powstał przestrzenny obraz ich ułożenia podobny do zanotowanego na mapie tektonicznej. Taki sposób postępowania pozwolił na pierwszą próbę odtworzenia makrostruktur tektonicznych w metamorfiku polskich Gór Orlickich i na przedstawienie ich w schematyzowanym rzucie stereograficznym nawiązującym do mapy badanego obszaru (fig. 3). Próbę tę uzupełniono blokdigramem pokazującym ogólną interpretację budowy geologicznej rozważanego regionu (fig. 4).

## ANALIZA MATERIAŁU OBSERWACYJNEGO

### REJON ZIELEŃCA—GRANICZNEJ\*\*

Rejon Zieleńca—Granicznej — I (fig. 2) charakteryzuje się statystycznie jednakową orientacją osi fałdków  $F_2$  i lineacji  $L_2$  (fig. 5). Różne jest tu natomiast położenie powierzchni foliacji  $S_2$ , które zapadają ku SW, WWS i NW. Oś pasa rozrzutu  $\beta_{s_2}$  nachyla się łagodnie ku WNW (fig. 5). Z osią tego pasa prawie pokrywa się punkt przecięcia statystycznie średnich orientacji powierzchni  $S_4$  w omawianym rejonie. Wynika stąd, że powierzchnie  $S_2$  i  $S_4$  zostały tu ujęte w otwarty fałd zanurzający się pod kątem około  $20^\circ$  ku WNW, który praktycznie nie spowodował większych zmian w orientacji fałdków  $F_2$  i lineacji  $L_2$ , czy też fałdków  $F_4$ .

Obserwacje terenowe pozwalają na uściślenie wniosków płynących z analizy geometrycznej. Przede wszystkim, jak to wynika z mapy tektonicznej (fig. 2),

w rejonie Zieleńca—Granicznej powierzchnie foliacji  $S_2$  dwukrotnie ulegają reorientacji. Istnieją tu zatem dwie makroskopowe formy fałdowe nachylające się ku WNW. Obie znajdują się na obszarze położonym między osadą Graniczna a szczytem Orlicy (fig. 2, 3). Na południe od Orlicy powierzchnie foliacji  $S_2$  zapadają monoklinalnie ku WSW, a obalone fałdy  $F_2$  zanurzają się ku NW, biegnąc w przybliżeniu zgodnie z liniami biegu tej foliacji. Na północ od równoleżnika Orlicy powierzchnie głównej foliacji zapadają ku NW. W tym samym kierunku nachyla się tu lineacja  $L_2$  i przeguby fałdków  $F_2$ ; ich osie są jednak zgodne z zapadem foliacji  $S_2$ , przez co w przekroju wyglądają jak fałdy leżące. Owa zmiana stosunku przegubów fałdków  $F_2$  do linii biegu i zapadu foliacji  $S_2$  jest bardzo charakterystyczną cechą rozważanych form makroskopowych. Ponieważ formy te są młodsze od struktur  $F_4$  i nachylają się w kierunku

\*\* Nazewnictwo geograficzne podano w brzmieniu zgodnym z mapą turystyczną „Ziemia Kłodzka”, wydaną przez PPWK w roku 1974.

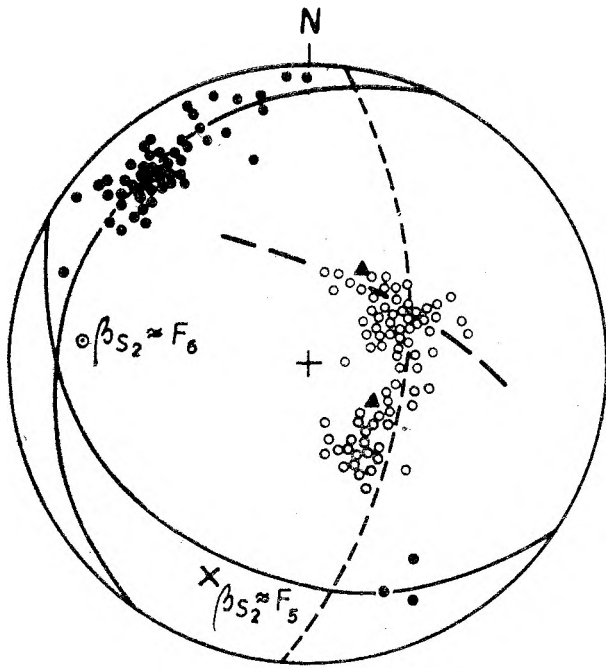


Fig. 5

Diagram ilustrujący orientację drobnych struktur tektonicznych w rejonie Zielieniec—Granicznej

Kółka — bieguny normalnych do powierzchni foliacji  $S_2$ , kropki — lineacja  $L_2$  i osie fałdków  $F_2$ ; trójkątki — powierzchnie  $S_4$ ; łuki przerywane — pasy rozrzutu biegunów normalnych do powierzchni foliacji  $S_2$ ; łuki ciągłe — powierzchnie  $S_4$  (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram showing orientation of mesoscopic tectonic structures in the Zielieniec—Graniczna domain

Open dots — foliation  $S_2$ ; full dots — lineation  $L_2$  and  $F_2$  fold axes; triangles — surfaces  $S_4$ ; dashed great circles of the projection — girdles of diversely oriented foliation surfaces; solid great circles — surfaces  $S_4$  (lower hemisphere of Schmidt net)

kach zupełnie odmiennych od drobnych fałdków  $F_5$ , a ich powierzchnie osiowe zgodne są z mezoskopowymi powierzchniami  $S_6$ , to można przyjąć, iż reprezentują one system fałdków  $F_6$ . Przegub antyklinalny jednego z tych fałdków znajduje się na północ od szczytu Orlicy, sąsiedni przegub antyklinalny leży na południe od Granicznej. Fałdom tym towarzyszą formy nieco mniejsze. Można o tym sądzić na podstawie NE i SW zapadów powierzchni foliacji  $S_2$  spotykanych w przegubie synklinalnym.

Na południe od Orlicy powierzchnie foliacji  $S_2$  są ułożone bardzo regularnie. Dopiero w okolicy góry Deštna zaznacza się lekka reorientacja (fig. 2, 3). Towarzyszy jej zmiana kierunku nachylenia lineacji  $L_2$  i przegubów fałdków  $F_2$ . To niewielkie skrócenie struktur głównej fazy deformacji w południowej części rejonu Zielieniec—Granicznej spowodowane zostało wielkopromiennym spacceniem o osi NE—SW, reprezentującym najprawdopodobniej system  $F_5$  (fig. 5).

Mezoskopowe fałdy  $F_4$  można obserwować na zboczach Šerlicha, Orlicy oraz w pobliżu Granicznej.

Wydaje się, że faza  $F_4$  nie doprowadziła tu do powstania struktur makroskopowych.

Obserwując mezoskopowe fałdy  $F_2$  w rejonie Zielieniec—Granicznej można zauważyć, że mniej więcej wzdłuż równoleżnika Orlicy następuje zmiana ich asymetrii (fig. 2, 3). Na południe od tej linii fałdy  $F_2$  mają zawsze asymetrię NE, natomiast na północ—asymetrię SW. Podane wyżej ustalenia dotyczące fałdów systemów  $F_6$ ,  $F_5$  i  $F_4$  automatycznie redukują ilość możliwych wyjaśnień takiej sytuacji geometrycznej każąc przyjąć, że istnieją tu dwa skrzydła wielkiej makroskopowej synformy (fig. 3, 4), której powierzchnia osiowa przecina się z powierzchnią terenu wzdłuż linii zgodnej w przybliżeniu z równoleżnikiem Orlicy. W przeciwnych skrzydłach owej synformy występują fałdy  $F_2$  o przeciwnej asymetrii, ale zawsze zanurzające się ku NW. Można więc przyjąć, że synforma ta powstała w głównej fazie deformacji  $F_2$ , jest wąskopromienna lub izoklinalna, a jej przegub nachyla się ku NW. Opisaną strukturę proponuje autor nazwać synformą Zielieniec. Dokładniejsze odtworzenie geometrii synformy Zielieniec nie jest możliwe ani w sposób kartograficzny, ani drogą analizy strukturalnej. Powierzchnia osiowa tego fałdu monotonna litologicznie serii przecina pod bardzo ostrym kątem powierzchnię ziemi, a foliacja  $S_2$  — zgodna z ową powierzchnią osiową — reprezentuje prawie zupełnie tu zatarte, przetransponowane powierzchnie (transposed surface — Turner, Weiss 1963) foliacji  $S_1$  i sedymentacyjnej stratyfikacji  $S_0$ .

Wyraźna NE asymetria drobnych fałdków  $F_2$  na obszarze położonym na południe od Orlicy zanika na zboczach Deštny, gdzie fałdy  $F_2$  stają się generalnie symetryczne i mają pionowo ustawioną obwiednię (fig. 2, 4). Sytuacja ta wskazuje, że powierzchnia terenu rozcina tu strefę przegubu antyformy  $F_2$  nazwanej przez autora antyformą Deštny. Antyforma Deštny i synforma Zielieniec tworzą wspólnie fałd Deštna—Zielieniec (fig. 3, 4).

#### REJON PODGÓRZA-DUSZNIK

Rejon Podgórze—Dusznik — II obejmuje wystąpienia łupków łyszczykowych między Podgórzem, uskokiem Wapienników, brzeżnym uskokiem dusznickim a gnejsami Starych Bobrownik i Doliny Strążyskiej (fig. 2). Powierzchnie foliacji  $S_2$  zapadają tu przeważnie pod umiarkowanymi kątami w kierunkach W, NW, N, i NNE (fig. 2, 6). Lineacja  $L_2$  i przeguby fałdków  $F_2$  nachylają się stale ku NW lub NNW (fig. 2, 6). Bieguny powierzchni foliacji układają się wzdłuż pasa, którego oś nachyla pod kątem  $25^\circ$  w azymucie  $330^\circ$  (fig. 6). Dyspersja ta spowodowana jest obecnością otwartej wielkopromiennej antykliny

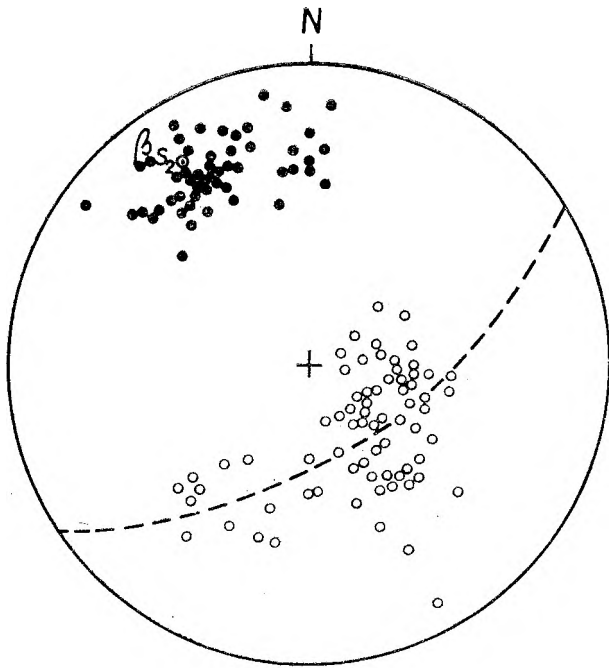


Fig. 6

Diagram ilustrujący orientację struktur głównej fazy deformacji w rejonie Podgórze—Dusznik

Kółka — foliacja  $S_2$ ; kropki — lineacja  $L_2$  i osie drobnych fałdków  $F_2$ ;  $\beta_{S_2}$  — oś pasa rozrzutu foliacji  $S_2$  (łuk przerywany); (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram illustrating attitudes of mesoscopic structures of the main deformational phase in the Podgórze—Duszniki domain

Open dots — foliation  $S_2$ ; full dots — lineation  $L_2$  and  $F_2$  fold axes;  $\beta_{S_2}$  — axis of  $S_2$  circle (dashed); (lower hemisphere of Schmidt net)

zanurzającej się ku NW i mającej stromo ustawioną NW—SE powierzchnię osiową. Antyklina ta, należąca bez wątpienia do systemu  $F_6$ , jest lekko pochylona ku NE i asymetryczna. Świadczą o tym bardziej strome kąty zapadu skrzydła północno-wschodniego tej formy fałdowej (fig. 6), która ma w swych skrzydłach podrzędne, choć także makroskopowe, zafałdowania. Jedno z nich można obserwować w kamieniołomie wapieni krystalicznych, położonym w pobliżu zakładów ZEM w Dusznikach (Gunia, Żelaźniewicz 1976), inne — w zboczach ponad parkiem zdrojowym w Dusznikach. Foliacja  $S_2$  w przegubie tej makroantykliny  $F_6$  zapada ku NW. Takie nachylenie osi owego fałdu sprawiło, że położenie struktur liniowych  $L_2$  i  $F_2$  nie uległo w rejonie Dusznik—Podgórze poważniejszemu reorientacjom. Świadczy o tym zarówno mapa tektoniczna (fig. 2), jak i diagram orientacji struktur  $F_2$  i  $L_2$ , które znajdują się w tym samym polu, co oś  $\beta_{S_2} = F_6$  (fig. 6).

W skałkach łupków łyszczykowych położonych w północnej części osady Podgórze i w południowej części Dusznik-Zdroju występują drobne fałdki  $F_2$  z NE asymetrią skrzydeł. Natomiast w okolicach parku zdrojowego w Dusznikach mezoskopowe fałdy  $F_2$  mają SW asymetrię. Obserwacja ta sugeruje, że

istnieje tu drugorzędna antyforma znajdującą się w górnym skrzydle synformy Zieleńca (fig. 2, 4, 8).

Wydaje się, że w rejonie Podgórze—Dusznik nie istnieją makroskopowe fałdy  $F_5$ . O ich obecności mogłoby świadczyć jedynie zmienne nachylenie osi drobnych fałdków  $F_4$ , zanurzających się tu ku W lub E (fig. 2). Być może jednak wspomniana reorientacja osi struktur  $F_4$  (jak i foliacji  $S_2$ ) spowodowana jest rotacjami przyuskokowymi.

### REJON DOLINY STRĄŻYSKIEJ

Rejon Doliny Strążyskiej — III obejmuje wychodnie gnejsów mikroklinowych znajdujących się w okolicach Dusznik i Bobrownik (fig. 1, 2). Powierzchnie foliacji  $S_2$  gnejsów Doliny Strążyskiej zapadają monoklinalnie ku NW z odchyleniami ku WNW. W okolicy Bobrownik pojawiają się zapady ku N i NNE (fig. 2, 7). Lineacja  $L_2$  nachyla się tu w kierunku NW lub NNW. Rozrzut biegunów foliacji wzdłuż pasa o osi  $\beta_{S_2} = F_6$  (fig. 7) świadczy o istnieniu otwartego makroskopowego fałdu ze stromą, NW—SE biegnącą powierzchnią osiową. Jest to oczywiście ta sama antyklina  $F_6$ , którą poznano już w rejonie Podgórze—Dusznik (por. fig. 6). Powszechność północno-zachodnich zapadów powierzchni foliacji gnej-

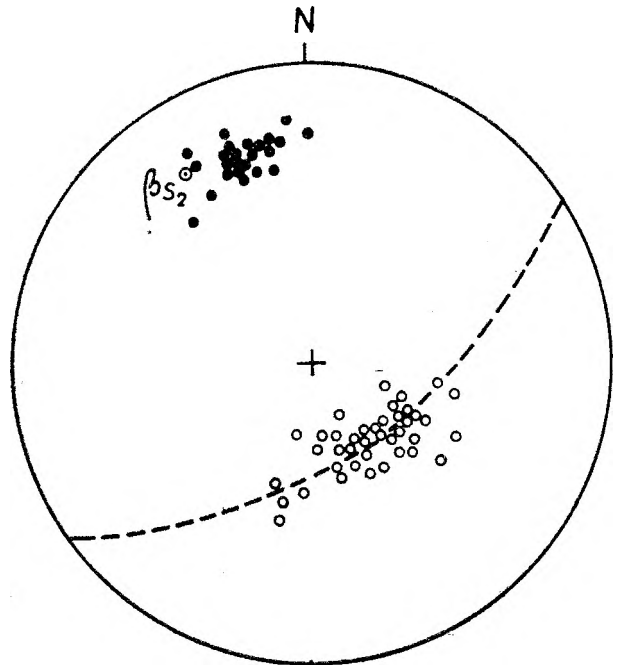


Fig. 7

Diagram ilustrujący orientację powierzchni foliacji  $S_2$  (kółka) i lineacji  $L_2$  w gnejsach mikroklinowych rejonu Dolina Strążyskiej (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram illustrating orientation of  $S_2$  foliation surfaces (circles) and  $L_2$  lineation (dots) in microcline gneisses of the Dolina Strążyska domain (lower hemisphere of Schmidt net)

sów w Dolinie Strążyskiej wskazując, że wychodnie tych skał na południe od Dusznik tworzą przegubowego makroskopowego fałdu  $F_6$  (fig. 2). Struktury  $F_6$  zostały tu zgodnoosiowo nałożone na fałdy głównej fazy deformacji (fig. 7).

W gnejsach omawianego rejonu nie znaleziono ani jednego mezoskopowego fałdku  $F_2$ . Wszelako nieregularna intersekcja granicy gnejsów i łupków łuszczkowych w pobliżu Bobrownik, w miejscach jej największych wygięć, przecinana jest pod dużym kątem przez powierzchnie foliacji  $S_2$  (fig. 1,2). Obserwacja ta wskazuje, że powierzchnia wspomnianego kontaktu litologicznego ujęta została w makroskopowe fałdy  $F_2$ , wąskopromienne lub izoklinalne, nazwane przez autora fałdami Bobrownik.

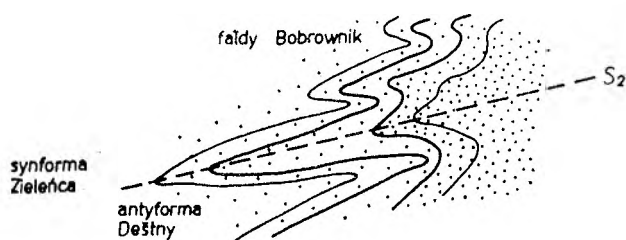


Fig. 8

Schematyczny przekrój przez fałd Deštny—Zieleńca. Gęsto kropkowane—mikroklinowe gnejsy śnieżnickie; rzadko kropkowane — formacja strońska

Schematic cross-section through the Deštná—Zieleniec fold. Heavily dotted — microcline Śnieżnik gneisses; lightly dotted — Stronie formation rocks

Granica gnejsów i łupków na obszarze na południe od Bobrownik oraz poza brzeżnym uskokiem dusznickim zakryta jest utworami górnej kredy i poważnie zdyslokowana. Krótkie fragmenty kontaktu obu odmian skalnych, widoczne w dzisiejszym poziomie intersekcyjnym, pozwalają tylko na ogólne wnioski o geometrii zafałdowań powierzchni tego kontaktu. Tym niemniej stwierdzone kartograficznie fałdy Bobrownik dają się także zrekonstruować na podstawie orientacji przestrzennej i asymetrii mezoskopowych fałdków  $F_2$  widocznych w łupkach łuszczkowych koło Dusznik i Bobrownik, w górnym skrzydle synformy Zieleńca (fig. 1—4). Wydaje się, iż można przyjąć, że gnejsy śnieżnickie zostały ujęte wspólnie z łupkami strońskimi w makroskopowe, wąskopromienne fałdy głównej fazy deformacji. W Górach Orlickich fałdy te są reprezentowane przez antyformę Deštny, synformę Zieleńca i fałdy Bobrownik tworzące razem fałd Deštná—Zieleniec. Schematyczny przekrój fałdu Deštná—Zieleniec przedstawiono na figurze 8 (por. fig. 4). Różnice kompetencji skał śnieżnickich i strońskich spowodowały, że w czasie głównej deformacji serie łupkowe i gnejsowe uległy dysharmonijnemu odkształceniu.

## REJON LUDOWEJ

Rejon Ludowej — IV od zachodu ograniczony jest południkiem Kulina, od południa wychodniami margli górnokredowych, od wschodu uskokiem Wapienników, a od północy brzeżnym uskokiem dusznickim (fig. 2). Obszar ten jest bardzo źle odsłonięty. Uderzającą cechą rejonu Ludowej jest zachodnie nachylenie lineacji  $L_2$  i przegubów fałdków  $F_2$  o południowej asymetrii oraz południowe i południowo-zachodnie zapady powierzchni foliacji  $S_2$  (fig. 9). Jedyne na wschodnich i na zachodnich krańcach tego rejonu, w okolicy osiedla Wapienniki i góry Grodziec, foliacja główna zapada ku NW, i w tym samym kierunku zanurzają się drobne fałdki  $F_2$  o południowo-zachodniej asymetrii skrzydeł (fig. 2, 3). Statystyczny obraz ułożenia wspomnianych elementów strukturalnych jest na pozór niejasny (fig. 9). Na diagramie bieguny powierzchni foliacji  $S_2$  układają się wzdłuż dwóch pasów rozrzutu, przy czym oś jednego z nich nachyla się ku SW, a drugiego ku NW. Jednak na mapie tektonicznej można zauważyć, że na południe od Stoszowa bieg powierzchni foliacji  $S_2$  ulega zmianie z NE—SW na NW—SE. Reorientacji tej towarzyszy zmiana położenia lineacji  $L_2$  i przegubów fałdków  $F_2$ , które skręcając z kierunku północno-zachodniego na zachodni zyskują południową asymetrię skrzydeł. Można więc sądzić, że opisana reorientacja struktur głównej fazy deformacji wynika tu z ujęcia ich w młodszą średniopromienną synklinę zanurzającą się ku SW. Synklina owa sąsiaduje od zachodu z antykliną, której przegub również nachyla się umiarkowanie w kierunku SW. W obrazie intersekcyjnym na mapie geologicznej antyklina ta przejawia się jako wyraźne wygięcie wychodni wapieni krystalicznych między Kulinem a Stoszowem (fig. 1, 2). SW nachylenie osi fałdów i strome NE—SW powierzchnie osiowe są charakterystyczne dla form systemu  $F_5$ . Można zatem przyjąć, że rozpoznany tu makroskopowy fałd, o nazwie fałd Ludowej, reprezentuje właśnie ów system (fig. 3).

Wydaje się, że wspólne skrzydło antykliny i synkliny fałdu Ludowej zapadało niegdyś znacznie stromiej. Świadczy o tym układanie się biegunów powierzchni foliacji  $S_2$  wzdłuż małych kół projekcji z osią  $\beta_{s_2} = F_6$  (fig. 9). Dzisiejsze, łagodne zapady foliacji w owym skrzydle spowodowane zostały zapewne późniejszym odkształceniem go w czasie fazy  $F_6$ . Zachodnie skrzydło antykliny fałdu Ludowej, w pobliżu Kulina i Grodzca, również uległo deformacji  $F_6$  (fig. 2). A więc rejon Ludowej także został objęty fałdowaniem  $F_6$  przejawiającym się istnieniem makroskopowej antykliny, stwierdzonej już wcześniej w rejonie Doliny Strążyskiej i w rejonie Podgórze—



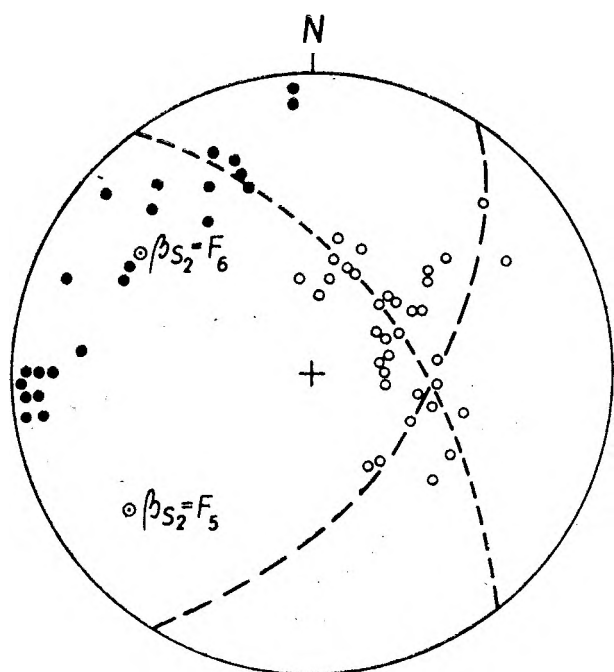


Fig. 9

Diagram ilustrujący orientację powierzchni foliacji  $S_2$  (kółka) oraz lineacji  $L_2$  i osi fałdków  $F_2$  (kropki) w rejonie Ludowej (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram illustrating orientation of  $S_2$  foliation surfaces (circles) and linear structures  $L_2 + F_2$  (dots) in the Ludowa domain (lower hemisphere of Schmidt net)

Dusznik (fig. 3). W rejonie Ludowej makroskopowa antyklina  $F_6$  nałożyła się na makrofałd Ludowej.

W zachodnim skrzydle antykliny fałdu Ludowej, znajdującym się jednocześnie w strefie przegubowej antykliny  $F_6$ , powierzchnie foliacji  $S_2$  zapadają ku północnemu zachodowi. W tym samym kierunku nachylają się osie drobnych fałdków  $F_2$  o SW asymetrii, a więc identycznych z fałdkami  $F_2$  obserwowanymi we wschodnim skrzydle synkliny fałdu Ludowej, koło Wapiennik i Stoszowa.

#### REJON GOŁACZOWA-LEŚNEJ

Rejon Gołaczowa—Leśnej—V przylega od wschodu do rejonu Ludowej, od zachodu i północy sąsiaduje z granitoidowym masywem Kudowy—Oleśnic, natomiast od południa ogranicza go uskok Lewina (fig. 2). Do rejonu tego włączono również skały metamorficzne stanowiące ostańce stropowe na masywie.

Powierzchnie foliacji  $S_2$  w rejonie Gołaczowa—Leśnej zapadają umiarkowanie lub dość stromo ku SW, W, NW, N i NNE. Lineacja  $L_2$  i drobne fałdki  $F_2$  biegną tu NE—SW lub południkowo, a więc w przybliżeniu zgodnie z biegiem powierzchni foliacji; niekiedy obserwuje się jednak przeguby fałdków  $F_2$

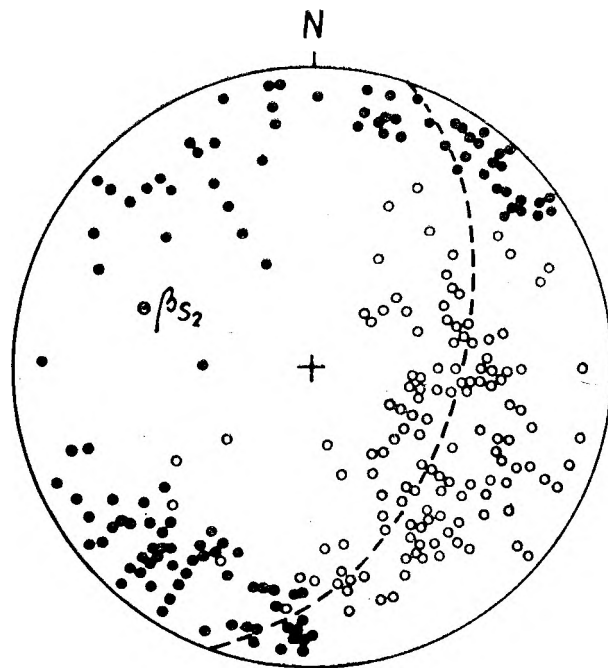


Fig. 10

Diagram ilustrujący orientację powierzchni foliacji  $S_2$  (kółka) oraz lineacji  $L_2$  i osi fałdków  $F_2$  (kropki) w rejonie Gołaczowa—Leśnej (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram illustrating orientation of  $S_2$  foliation surfaces (circles) and lineation  $L_2$  and  $F_2$  fold axes (dots) in the Gołaczów—Leśna domain (lower hemisphere of Schmidt net)

i lineację  $L_2$  zanurzającą się w kierunku NW (fig. 10). W przekroju mezoskopowe fałdy  $F_2$  biegnące NE—SW lub południkowo mają wygląd fałdów obalonych o E lub SE asymetrii. Obraz intersekcyjny wychodni skał formacji strońskiej w tym rejonie (fig. 1) przekonuje, że wspomniana reorientacja struktur głównej fazy deformacji została tu spowodowana szeroko-promiennym antyklinalnym odkształceniem serii strońskiej. Owa makroskopowa antyklina zanurza się tu umiarkowanie ku NW, ma stromą NW—SE biegnącą powierzchnię osiową i bez wątpienia reprezentuje system  $F_6$ , stanowiąc północno-zachodnią część antyklinalnej formy fałdowej opisanej już z rejonów: Ludowej, Podgórze—Dusznik i Doliny Strążyńskiej. Formę tę proponuje autor nazwać fałdem Gołaczów—Duszniki (fig. 3). Ów najmłodszy makroskopowy fałd w polskich Górach Orlickich rozpoznał wcześniej Gierwielanec (1965) i nadał mu nazwę „antyklina Kulina”, którą bezzasadnie potraktował jako „główny element fałdowania kaledońskiego”.

Interesującą cechą rejonu Gołaczowa—Leśnej jest lokalne pojawianie się mezoskopowych fałdów  $F_2$  o SW asymetrii i osiach nachylonych ku NW (fig. 2, 10). W miejscach ich występowania orientacja powierzchni głównej foliacji nie ulega dostrzegalnym

zmianom. Obserwacja ta sugeruje, iż możemy tu mieć do czynienia z jakimiś młodszymi wąskopromiennymi formami fałdowymi, generalnie skośnymi do struktur  $F_2$  i  $L_2$ . W dłuższych skrzydłach tych form drobne fałdki  $F_2$  biegną NE—SW i mają SE asymetrię, natomiast w skrzydłach krótszych fałdki  $F_2$  nachylają się ku NW, mając SW asymetrię skrzydeł. Można przypuszczać, że domniemane makroskopowe formy reprezentują wąskopromienne fałdy o północnej asymetrii i osiach nurzających się ku W. Takie właśnie cechy mają mezoskopowe fałdki systemu  $F_4$ . Wydaje się zatem, że opisane wyżej makroskopowe fałdy także należą do systemu  $F_4$ . Kilka takich makroskopowych fałdów  $F_4$  można obserwować na południe od Leśnej oraz w amfibolitowych ostańcach stropowych w masywie Kudowy—Oleśnic (fig. 2, 3). Na diagramie (fig. 10) przedstawiającym orientację struktur  $L_2$ ,  $F_2$  i  $S_2$ , trudno jest jednakże oddzielić efekty deformacji  $F_4$  i  $F_6$ . Spotykane niekiedy łagodne zapady powierzchni foliacji  $S_2$  ku SW i stromsze — ku NE zdają się wskazywać na obecność asymetrycznych fałdów  $F_6$ , drugorzędnych w stosunku do fałdu Gołaczów—Duszniki.

Najciekawsza wszakże cecha rejonu Gołaczowa—Leśnej polega na generalnej zmianie orientacji drobnych fałdków  $F_2$ , dokonującej się na przestrzeni nie większej niż 150 m, wzdłuż, w przybliżeniu, południkowej linii (fig. 2). Na zachód od tej linii lineacja  $L_2$  i osie fałdów  $F_2$  biegną w kierunku NE—SW, zgodnie z biegiem powierzchni foliacji  $S_2$ . Natomiast na wschód od owej linii lineacja  $L_2$  i osie fałdków  $F_2$  nachylają się ku NW, zgodnie z zapadem powierzchni foliacji  $S_2$ . Zjawisko to jest dobrze widoczne koło Gołaczowa, ponad szosą Jeleniów—Duszniki, na zachodnich zboczach Średniej Kopy.

Pozornie jest to sytuacja identyczna z opisaną powyżej, którą wyjaśniono obecnością niezbyt dużych makroskopowych fałdów  $F_4$ . Na zachód od „linii zmiany orientacji” drobne fałdki  $F_2$  mają asymetrię SE, natomiast na wschód — asymetrię SW. Można by więc przypuszczać, że obserwowana zmiana orientacji mezoskopowych fałdków  $F_2$  oznacza istnienie wielkiego makroskopowego fałdu  $F_4$ . Takiej hipotezie zdaje się jednak przeczyć kilka istotnych faktów geologicznych. Przede wszystkim nigdzie w terenie nie znaleziono dowodów na istnienie przegubu owej domniemanej makroformy fałdowej. Co więcej, oba skrzydła takiego megafałdu musiałyby znacznie różnić się litologią. Skrzydło zachodnie budują bowiem łupki łyszczykowe z licznymi wtrąceniami amfibolitów, podczas gdy skrzydło wschodnie to łupki łyszczykowe i wapienie krystaliczne (fig. 1). Ponadto w pobliżu Gołaczowa drobne fałdki  $F_2$ , pojawiające się w obu skrzydłach domniemanego

fałdu, w najbliższym sąsiedztwie jego powierzchni osiowej, mają zwroty asymetrii wykluczające możliwość występowania tych fałdków w przeciwnych skrzydłach megafałdu  $F_4$ . Wydaje się zatem, że drastyczna zmiana przestrzennej orientacji elementów strukturalnych fałdów  $F_2$ , widoczna w okolicy Gołaczowa, Witowa, Jawornicy i Małych Jerzykowic, nie może być interpretowana jako przejaw makroskopowego fałdowania  $F_4$  skośnego do struktur głównej fazy deformacji. A więc owa „linia zmiany orientacji” musi stanowić intersekcję jakiejś bliżej nieokreślonej nieciągłości reprezentującej zapewne powierzchnię nieznanego dotąd nasunięcia. Nasunięcie to proponuje autor nazwać nasunięciem orlickim (fig. 1—4). Dotychczas wzdłuż linii tego nasunięcia nie znaleziono żadnych skał kataklastycznych.

#### REJON WITOWA

Rejon Witowa — VI przylega od północy do rejonu Gołaczowa—Leśnej, od zachodu do masywu Kudowy—Oleśnic, od wschodu ograniczają go wschodnie skały górnokredowych, a od południa uskockie Małych Jerzykowic (fig. 1, 2). Przeważają tu zachodnie

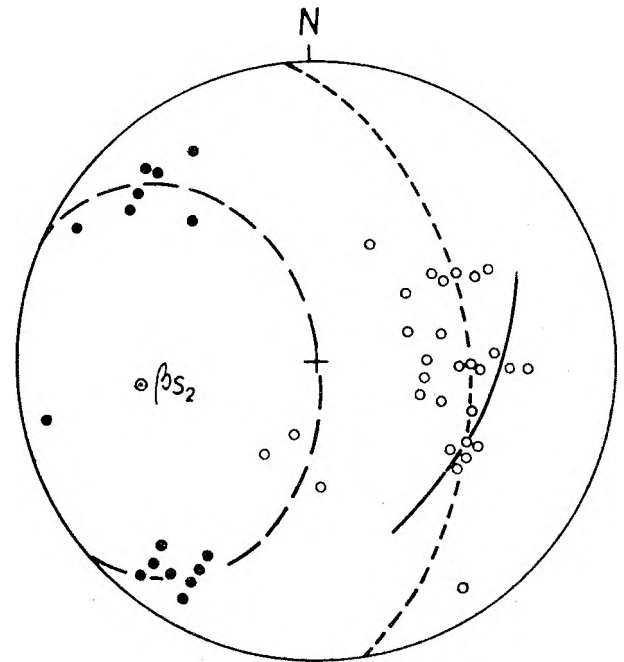


Fig. 11

Diagram ilustrujący orientację powierzchni foliacji  $S_2$  (kółka) oraz lineacji  $L_2$  i osi fałdków  $F_2$  (kropki) w rejonie Witowa. Łuk ciągły i drobno przerywany — pasy rozrzutu biegunów normalnych do powierzchni foliacji; struktury linijne  $L_2$  i  $F_2$  częściowo ułożone wzdłuż małego koła projekcji

Diagram showing orientation of  $S_2$  foliation surfaces (open dots) and linear structures  $L_2 + F_2$  (full dots) in the Witow domain. Solid and dashed great circles — girdles of surfaces of foliation  $S_2$ ; linear structures cluster partial small circle of the projection

zapady powierzchni foliacji  $S_2$ . Oś pasa rozrzutu foliacji ma orientację 270/40 (fig. 11). Lineacja  $L_2$  i przeguby mezoskopowych fałdów  $F_2$  nachylają się w dwóch kierunkach — ku SW i ku NW, układając się wokół małego koła projekcji ze środkiem  $\beta_{S_2}$  (fig. 11). Wyniki analizy geometrycznej sugerują, że obserwowana dyspersja ułożenia struktur planarnych i liniowych głównej fazy deformacji została tu spowodowana ujęciem ich w wąskopromienne młodsze fałdy ze zginania, zanurzające się ku zachodowi. Fałdy te, identyczne z diagonalnymi fałdami rejonu Gołaczowa—Leśnej, bez wątpienia reprezentują system  $F_4$ .

Północno-zachodnie zapady powierzchni foliacji  $S_2$  w południowej części rejonu Witowa (fig. 2) informują o istnieniu tutaj makroskopowych odkształceń  $F_6$  (fig. 11). Ułożenie powierzchni foliacji  $S_2$  pozwala sądzić, że w rejonie Witowa zaznacza się makroskopowa synklina  $F_6$ , należąca do fałdu Gołaczów—Duszniki (fig. 3).

REJON MAŁYCH JERZYKOWIC

Rejon Małych Jerzykowic — VII zajmuje obszar położony między rejonem Witowa, granicą państwową i południkiem Pańskiej Góry (fig. 2). Znaczną część tego rejonu stanowią wychodnie amfibolitów tworzących dwa duże wystąpienia — jedno w pobliżu Kotła, a drugie na zboczach Pańskiej Góry (fig. 1).

Powierzchnie foliacji  $S_2$  amfibolitów z Kotła zapadają stromo ku SE; lineacja  $L_2$  zgodna jest z biegiem foliacji. Nie udało się ustalić przyczyn tego, wyjątkowego w badanym regionie, ustawienia powierzchni foliacji. Może to być zarówno efektem reorientacji w strefie uskoku Pstrążna—Kocioł, jak i wynikiem makroskopowych odkształceń  $F_5$ .

Na zapadających ku NW powierzchniach foliacji

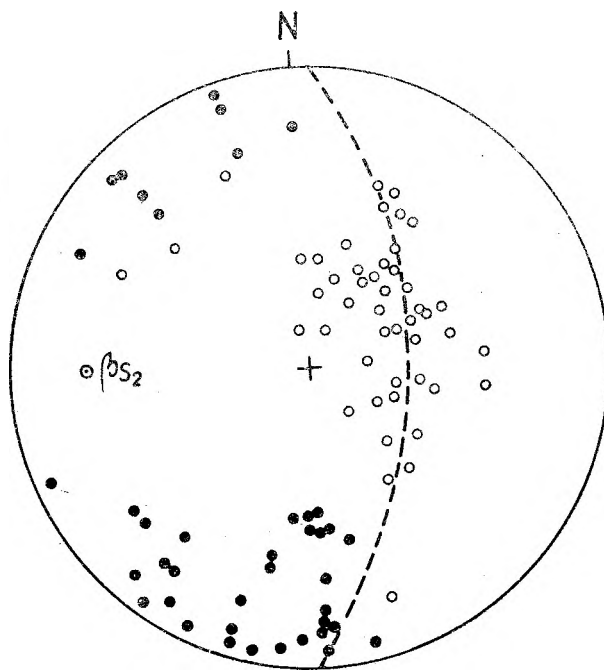


Fig. 12

Diagram ilustrujący orientację powierzchni foliacji  $S_2$  (kółka) i lineacji  $L_2$  oraz osi drobnych fałdków  $F_2$  w rejonie Małych Jerzykowic (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram showing orientation of  $S_2$  foliation surfaces (open dots) and linear structures  $L_2 + F_2$  (full dots) in the Małe Jerzykowice domain. Lower hemisphere of Schmidt net

amfibolitów Pańskiej Góry można dostrzec lineację  $L_2$  nachyloną albo ku NW, albo ku SW. Analogia takiej sytuacji geometrycznej z rejonami Witowa i Gołaczowa—Leśnej każe przyjąć tu obecność makroskopowego fałdu  $F_4$ . Południowo-zachodnie zapady foliacji amfibolitów Pańskiej Góry są zapewne wynikiem makroskopowych odkształceń w fazie  $F_6$ .

Pozostałą część rejonu Małych Jerzykowic, budowaną przez łupki łyszczykowe, cechuje stosunkowo

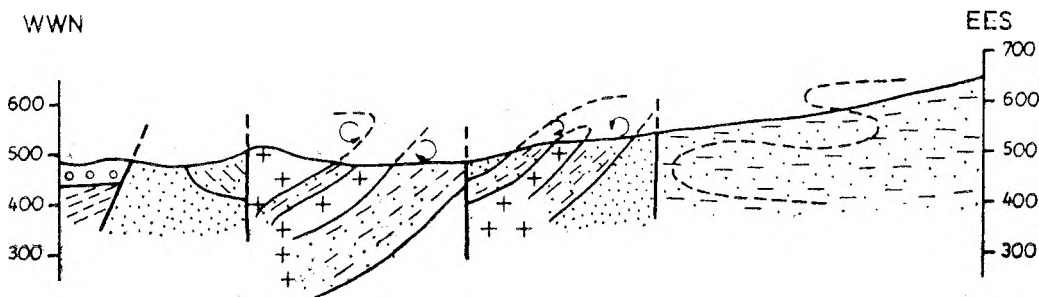


Fig. 13

Przekrój geologiczny wzdłuż linii a—b (fig. 1)

Partie kropkowane — amfibolity; partie kropkowane z przerywanymi kreskami — łupki łyszczykowe; kreski przerywane — fyllity novomestskie; krzyżyki — granitoidy kudowsko-oleśnickie; kółeczka — pokrywa osadowa; strzałki — zwrot asymetrii skrzydeł mezoskopowych fałdów  $F_2$

Geological cross-section along line a—b (fig. 1)

Dotted — amphibolites of the Stronie series; dots among dashed lines — mica schists of the Stronie formation; dashed lines — phyllites of the Nove Město formation; crosses — granitoids of the Kudowa—Olešnica massif; small circles — sedimentary cover; arrows — sense of asymmetry of limbs of mesoscopic folds of  $F_2$  system

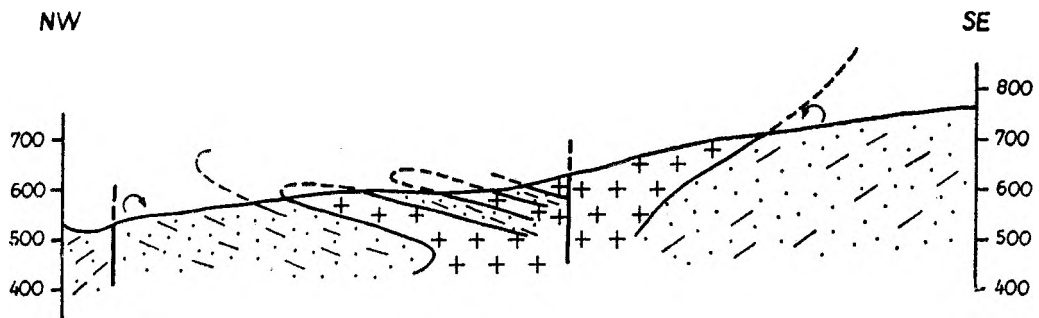


Fig. 14

Przekrój geologiczny wzdłuż linii c—d (fig. 1). Objasnienia jak na figurze 13

Geological cross-section along line c—d (fig. 1). Legend as in figure 13

jednolite ułożenie powierzchni foliacji  $S_2$  (fig. 2, 12), zapadających ku SW, WSW lub SSW. Przeguby fałdków  $F_2$  zanurzają się tu stale ku S lub SW; fałdki te mają jednak zmienną asymetrię skrzydeł — raz wschodnią, raz zachodnią. Ta ostatnia obserwacja pozwala podejrzewać istnienie makroskopowych fałdów  $F_2$ . Interpretację ich formy przedstawiono na przekrojach (fig. 1, 13, 14) poprowadzonych przez najbardziej litologicznie zróżnicowane partie rejonu Małych Jerzykowic. Uderza tu kartograficzny obraz wychodni łupków łyszczkowych, amfibolitów i granitoidów — na zachód od kapliczki w Jawornicy granice wydzielen litologicznych biegną NNW—SSE, równoległe do biegu powierzchni foliacji, natomiast na wschód od tej kapliczki układają się one w kierunku NE—SW, a więc prawie prostopadle do biegu foliacji  $S_2$ . Zdaniem autora jest to obraz intersekcyjny wąskopromiennego fałdu  $F_4$  o północnej asymetrii. NNW—SSE biegnące wychodnie warstw w pobliżu Lasku Miejskiego stanowią dłuższe, normalne skrzydło tego fałdu. W skrzydle tym fałdy  $F_2$  są obalone. W skrzydle odwróconym fałdu  $F_4$  powierzchnie foliacji  $S_2$  zapadają ku SW, a fałdy  $F_2$  są leżące. NE—SW wychodnie skał są wynikiem intersekcji tych leżących fałdów  $F_2$  z nierówną powierzchnią ziemi (fig. 13, 14). Skrzydło odwrócone fałdu  $F_4$  przechodzi w skrzydło normalne, w którym zarówno powierzchnie foliacji  $S_2$ , jak i przeguby fałdków  $F_2$  nachylają się ku NW (fig. 3, 4). Amplituda tego makroskopowego fałdu  $F_4$ , dla którego proponuje autor nazwę fałdu Małych Jerzykowic, wynosi około 1 000 m.

Bardzo małe kąty zapadów powierzchni foliacji  $S_2$  ku SW w odwróconym skrzydle fałdu Małych Jerzykowic spowodowane zostały antyklinalnym odkształceniem w fazie  $F_6$  (fig. 2).

#### REJON ZIMNYCH WÓD

Rejon Zimnych Wód — VIII graniczny z rejonem Małych Jerzykowic, rejonem Witowa, rejonem Ludowej i rejonem Podgórze—Dusznik; od południa

wyznacza go granica państwowa (fig. 2). Bardzo złe odsłonięcie terenu sprawiło, że większość informacji strukturalnych pochodzi z wykopów ziemnych. Zebrany materiał jest więc i ubogi, i nie zawsze całkowicie pewny.

Mezoskopowe fałdy  $F_2$ , obserwowane w skałkach na wschodnich zboczach Pańskiej Góry i u źródeł Klikawy, mają wyjątkową orientację. Przeguby ich nachylają się ku zachodowi, podobnie zresztą jak i powierzchnie głównej foliacji (fig. 2, 15). Fałdki te mają północną asymetrię. Inne kierunki nachyleń struktur liniowych głównej fazy deformacji, zanotowane

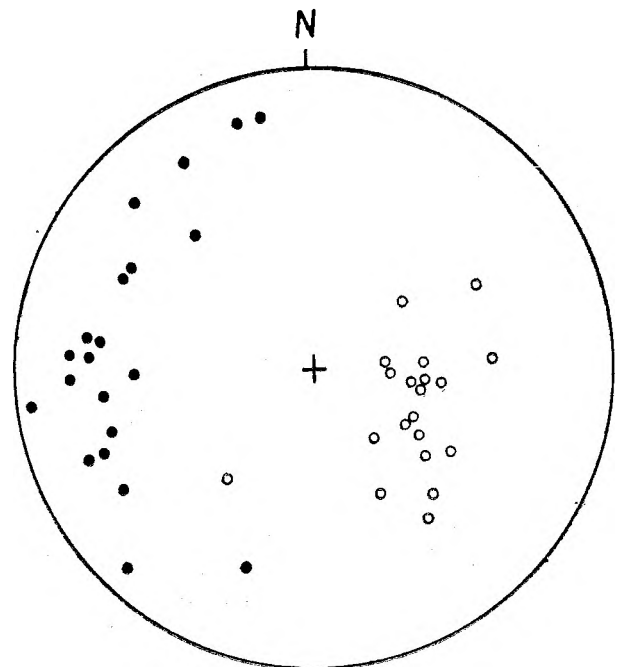


Fig. 15

Diagram ilustrujący orientację powierzchni foliacji  $S_2$  (kółka) i lineacji  $L_2$  oraz osi mezoskopowych fałdów  $F_2$  w rejonie Zimnych Wód (dolna półkula siatki Schmidta)

Diagram showing orientation of  $S_2$  foliation surfaces (open dots) and linear structures  $L_2 + F_2$  (solid dots) in the Zimne Wody domain (lower hemisphere of Schmidt net)

na diagramie na figurze 15, reprezentowane są wyłącznie przez lineację  $L_2$ .

Jest rzeczą zastanawiającą, że orientacja powierzchni foliacji  $S_2$  jest tu w zasadzie taka sama, jak w rejonach sąsiednich, natomiast drobne fałdki  $F_2$  mają nie tylko inny kierunek nachylenia przegubów, ale i inny zwrot asymetrii skrzydeł. Ilość i jakość zebranych danych nie pozwala na statystyczną analizę geometryczną. Dlatego możliwe są dwie interpretacje obserwowanych tu relacji strukturalnych: 1) Stwierdzona dyspersja ułożenia struktur liniowych  $L_2$  i  $F_2$  jest wynikiem skośnych do nich przemieszczeń ścinających wzdłuż powierzchni foliacji  $S_2$ . Mogłaby o tym świadczyć tendencja do układania się tych struktur wzdłuż wielkiego koła projekcji (fig. 15); 2) Dyspersja owych struktur oznacza ich reorientację w skrzydłach młodszych fałdów nałożonych, wąskopromiennych, zanurzających się ku SW, które, sądząc z orientacji ich przegubów, reprezentowałyby system  $F_5$ . Ubogi materiał dowodowy sprawia, że autor nie potrafi się opowiedzieć stanowczo za żadną z tych alternatywnych możliwości. Na figurze 3 zaznaczono w rejonie Zimnych Wód obecność dwóch makroskopowych fałdów wąskopromiennych jedynie dlatego, że były one łatwiejsze do graficznego przedstawienia niż nieokreślone powierzchnie ślizgowych przemieszczeń.

#### REJON JARKOWA

W granicach Polski skały formacji Nového Města pojawiają się na bardzo małym i źle odsłoniętym obszarze (fig. 1, 2). Stąd brak jest wystarczającej ilości danych do interpretacji makrostrukturalnych. Obszar występowania skał tej formacji można podzielić na dwa rejony, leżące po obu stronach uskoku Lewin—Taszków. Jeden to rejon Jarkowa położony na zachód od tego uskoku, drugi — rejon Kotła.

Rejon Jarkowa — IX ma dość prostą budowę,

gdyż, jak się zdaje, tworzą go głównie makroskopowe fałdy  $F_4$ . Zbyt skąpe dane zebrano tu o strukturach starszych od fazy  $F_4$ , przeto interpretacja stosunkowo konsekwentnie zmieniającego się ułożenia powierzchni foliacji  $S_2$  jest niewystarczająco udokumentowana. Mogą tu istnieć zarówno fałdy wąsko-, jak i szerokopromienne, co schematycznie zaznaczono na figurze 3. Wśród form mezoskopowych przeważają w tym rejonie załomowe fałdki systemu  $F_5$ . Mezo- i makroskopowe fałdy  $F_2$  stwierdzono jedynie w kwarcowych i amfibolowych fyllitach odsłaniających się między Jarkowem i Krzyżanowem (fig. 1, 2).

#### REJON KOTŁA

W rejonie Kotła — X, poza pojedynczymi strukturami mezoskopowymi odpowiadającymi fałdom  $F_2$  w serii strońskiej, nie znaleziono dotychczas form fałdowych starszych od systemu  $F_4$ . Mezoskopowe fałdy  $F_5$  są tu rzadziej spotykane niż w rejonie Jarkowa. Dla rejonu Kotła charakterystyczne są strome zapady powierzchni foliacji ku NE, NNE, SW i SSW (fig. 2). Najprostsza z możliwych interpretacji zakłada, że mamy tu do czynienia z fałdami zanurzającymi się ku W, wykazującymi albo północną asymetrię, albo symetrycznymi. W rejonie tym stwierdzono obecność wielu mezoskopowych fałdków  $F_4$ . Wydaje się, że w wielu wypadkach zmiany kierunków zapadów powierzchni foliacji — ku SW lub ku NW — mogą świadczyć o istnieniu makroskopowych fałdów  $F_4$  o północnej asymetrii, zanurzających się ku zachodowi. W innych wypadkach wspomniane reorientacje powierzchni foliacji zostały zapewne spowodowane makroskopowym odkształceniem w fazie  $F_6$ .

Struktury systemu  $F_5$ , zarówno mikro-, mezo-, jak i makroskopowe, dobrze są widoczne w wystąpieniu zieleńców (fyllitów amfibolowych) koło Dańczo-wa (fig. 1, 2).

#### ZAKOŃCZENIE I WNIOSKI

Interpretacja szczegółowych obserwacji strukturalnych pozwoliła na odtworzenie geometrii dużej części makroskopowych odkształceń serii skalnych w metamorfiku polskiej części Gór Orlickich. Trudności w uzyskaniu wystarczającej liczby wiarygodnych danych — omówione w rozdziale „Uwagi metodyczne” — ograniczyły do pewnego stopnia zakres przedstawionej analizy strukturalnej, uniemożliwiając objęcie nią wszystkich systemów struktur mezoskopowych. Podany przez autora obraz geologicznej budowy badanego regionu ma więc jeszcze niewątpliwie luki i nieścisłości, jednak na pewno możliwe do

usunięcia w trakcie przyszłych prac, w miarę poszerzania i ulepszania stosowanych w Sudetach metod badawczych. Niemniej jednak już teraz można stwierdzić, że północno-zachodni fragment kopuły kłodzko-orlickiej, mimo nakładania się tu form fałdowych kilku kolejnych faz deformacji, został ukształtowany zasadniczo w głównej fazie deformacji. Fazę tę można, jak się zdaje, traktować jako okres pierwszego poważnego odkształcenia orlickich serii skalnych; i to niezależnie od tego czy starsze od fazy  $F_2$  fałdowe formy  $F_1$  występują w skali makroskopowej, czy też — jak ma to miejsce w całym prawie jądrze

kopuły — pojawiają się sporadycznie jedynie w skali mikro- i mezoskopowej, reprezentując jakies niby-fałdowe struktury sedymentacyjne. W tym drugim przypadku konieczność wyłączenia form  $F_1$  z regionalnych rozważań strukturalnych jest oczywista. Przypadek pierwszy również nie ma większego znaczenia dla przedstawionej powyżej analizy geometrycznej, ponieważ, sądząc na podstawie drobnych fałdków  $F_1$ , makrofałdy  $F_1$  musiały być izoklinalne, powodując w skrzydłach doskonałą równoległość sfałdowanych powierzchni sedymentacyjnego warstwowania ( $S_0$ ) i powierzchni najstarszej foliacji osiowej ( $S_1$ ). Ponieważ w przegubach owych fałdów minerały tworzące powierzchnie  $S_0$  uległy bardzo silnej rekrystalizacji, przeto w monotonicznych litologicznie seriach powierzchnie te mogą być w ogóle niezrozpoznawalne. Jak dotąd domniemane ślady istnienia przegubów przypuszczalnych makrofałdów  $F_1$  znaleziono jedynie w dwóch miejscach, we wschodniej części kopuły kłodzko-orlickiej (Góry Różane, Kamienica). Dlatego też, mimo niewątpliwych śladów obecności jakichś form fałdowych starszych od fazy  $F_2$ , fałdowanie  $F_1$  jako takie ciągle znajduje się w sferze słabo udokumentowanych hipotez, a nie w sferze rzeczywiście stwierdzonych faktów geologicznych.

Zdaniem autora w obecnym etapie badań można przyjąć, że w kopule kłodzko-orlickiej pierwsze makroskopowe struktury tektoniczne o regionalnym znaczeniu powstały dopiero w fazie  $F_2$ . W polskiej części Gór Orlickich, w głównej fazie deformacji rozwinął się wielki wąskopromienny fałd Deřtina—Zieleniec. Powierzchnia osiowa ( $S_2$ ) tego fałdu — zgodna z powierzchniami głównej foliacji metamorficznej — ujęta została później w młodsze fałdy szerokopromienne. Rozprostowując ich skrzydła łatwo zauważyć, że po deformacji  $F_2$  główne fałdy musiały być obalone ku wschodowi, przeguby ich biegiły w przybliżeniu południkowo i horyzontalnie, a powierzchnie osiowe zapadały umiarkowanie ku zachodowi. O słuszności tego twierdzenia świadczy taka właśnie orientacja głównych struktur w Górach Bystrzyckich, gdzie między Zbójnicką Górą i Bieścem a Kleckiem i Mostowicami stałe zachodnie zapady powierzchni głównej foliacji i meridionalne biegi lineacji  $L_2$  ulegają tylko nieznacznemu skręceniu w okolicy Piaskowic i Mostowic. Skręcenie to reprezentuje makroskopową antyklinę szerokopromienną systemu  $F_5$ . Sądząc z mapy tektonicznej Dumicza (1964) antyklina ta na wspomnianym obszarze stanowi jedyną makroformę fałdową, młodszą od struktur głównej fazy deformacji. Ponadto intrudujące po fazie  $F_2$  starsze granitoidy kudowsko-oleśnickie przemieszczały się ku górze wzdłuż stref zgodnych z powierzchniami  $S_2$ , przy czym powierzchnie owe

musiały albo być pionowe, albo zapadać ku zachodowi (Żelażniewicz 1977b). Można sądzić, że południkowy bieg przegubów głównych struktur fałdowych i zachodni zapad ich powierzchni osiowych były — po fazie  $F_2$  — cechą charakterystyczną całej zachodniej części kopuły kłodzko-orlickiej. Pytanie dlaczego właśnie taka była orientacja fałdów  $F_2$  wiąże się z problemem powstania kopuły kłodzko-orlickiej i leży poza tematem poruszonym w niniejszym artykule. Problem ten wymaga osobnego omówienia.

Niewątpliwie dalszych wyjaśnień wymaga także stwierdzone przez autora nasunięcie orlickie. Reprezentowana przez nie powierzchnia nieciągłości jest na pewno młodsza od struktur fałdowych głównej fazy deformacji, które wzdłuż niej zmieniają swą orientację przestrzenną. Z drugiej strony jest ona bez wątpienia starsza od piątej i szóstej fazy deformacji regionalnych, kiedy to owa nieciągłość uległa wyraźnym odkształceniom. Niejasny jest stosunek wiekowy nasunięcia orlickiego do fałdowania  $F_4$  — prawdopodobnie późniejszego.

Brak widocznych przejawów kataklazy wzdłuż rozważanego nasunięcia może być wielorako interpretowany. Jednym z możliwych jest wyjaśnienie, że nasunięcie — zgodne przecież z główną foliacją — odbywało się w czasie metamorfozy  $M_2$ , w warunkach podwyższonego ciśnienia, temperatury i obecności wody. W każdym razie nie ulega wątpliwości, że wzdłuż linii nasunięcia orlickiego graniczą dwie nieco różne domeny litologiczne. Na wschód od niego odstawiają się, najogólniej mówiąc, łupki łuszczkowe bogate w kwaśny plagioklaz (albit), zawierające liczne soczewki wapieni, podczas gdy na zachód od linii nasunięcia są łupki bogate w plagioklaz bardziej zasadowy (oligoklaz) i przeławiczone wystąpieniami amfibolitów. A więc wydaje się, iż oba skrzydła nasunięcia różnią się w pewnym stopniu natężeniem metamorfozy. Domena zawarta między nasunięciem orlickim a dyslokacją Pstrážna—Kocioł (oleśnicko-uhřinowski zlom) reprezentowałaby zatem nieco niższy poziom intersekcyjny. Można więc przypuszczać, że para sił działająca wzdłuż powierzchni nasunięcia miała chyba generalnie wschodni zwrot. Fakt, że struktury fałdowe głównej fazy deformacji mają po obu stronach nasunięcia tak różną orientację rodzi dwa trudne, lecz zasadnicze pytania: 1) co predysponowało nasunięcie orlickie; 2) jaki był kierunek i charakter transportu mas skalnych? Na żadne z nich autor nie potrafi jednakże udzielić wystarczająco jasnej odpowiedzi. I tak, nasunięcie to mogło wykorzystać powierzchnię osiową makrofałdu  $F_2$ , powierzchnię osiową makrofałdu  $F_4$ , jakiś szczególnie bogaty w wodę poziom litologiczny, mogło powstać z odwróconego uskoku, ale mogło też stanowić

powierzchnię odkłucia, wzdłuż którego doszło do grawitacyjnego ześlizgu mas skalnych z grzbietu piętrzącej się kopuły kłodzko-orlickiej, lub mogło stanowić granicę dwóch tektonicznych płaszczowin ze ścinania wywołanego bocznym naciskiem powodującym powstanie tejże kopuły. Nie mnożąc już podobnych możliwości warto tu jeszcze tylko zaznaczyć, że wspomniana reorientacja osi głównych fałdów może być w zasadzie wyjaśniona trojako. 1. Powierzchnia nasunięcia rozdziela dwa skrzydła makrofałdu  $F_4$ , wąskopromiennego i skośnego do struktur  $F_2$ . Wyjaśnienie to jest jednak mało prawdopodobne, gdyż — jak to już powiedziano wcześniej — obecność takiego makrofałdu  $F_4$  w Górach Orlickich jest bardzo wątpliwa. 2. Powierzchnia nasunięcia stanowi płaszczynę, względem której dwa skrzydła tego nasunięcia uległy en bloc kilkudziesięciostopniowej rotacji. Wyjaśnienie to jest również mało prawdopodobne, gdyż taka rotacja przynajmniej kilkunastokilometrycznych „płyt” skalnych w płaszczyźnie nachylonej pod kątem około  $45^\circ$  (a nawet i poziomej) jest chyba i mechanicznie, i tektonicznie niemożliwa. 3. Przemieszczanie się mas skalnych wzdłuż powierzchni nasunięcia orlickiego odbywało się w przybliżeniu prostopadle do osi fałdów  $F_2$ , jednakże z różną szybkością w różnych odcinkach tego nasunięcia. Zdaniem autora to ostatnie wyjaśnienie jest najbardziej prawdopodobne.

W skałach orlickich znaleziono liczne dowody na istnienie powszechnych przemieszczeń ślizgowych wzdłuż powierzchni głównej foliacji (Żelaźniewicz 1976). Odbywały się one po fałdowaniu  $F_2$ , ale jeszcze przed zanikiem metamorfozy  $M_2$ . W kilku przypadkach udało się nawet określić, że prędkość tych ślizgów była zmienna w przestrzeni. Prowadziło to do deformacji struktur liniowych leżących na płaszczyźnie ruchu generalnie prostopadłego do osi fałdków  $F_2$ . Zbieżność wspomnianych mikro- i mezoskopowych obserwacji z zanotowanymi cechami nasunięcia orlickiego jest uderzająca. Wydaje się zatem, że nasunięcie to jest makroskopowym odpowiednikiem owych niewielkich, ale powszechnych (ang. penetrative) ślizgów ścinających zachodzących ze zmienną w prze-

strzeni prędkością wzdłuż powierzchni głównej foliacji, w strefie o szerokości przynajmniej paru kilometrów. Jest rzeczą zrozumiałą, że w tej sytuacji nasunięcie orlickie może być na pewnych odcinkach zupełnie nierozpoznawalne. Warto tu zaznaczyć, że J. Don (inf. ustna) zauważył, iż dość podobne cechy wykazuje nasunięcie Kletna, stwierdzone przez Kaszę (1964) we wschodniej części kopuły kłodzko-orlickiej.

Wydaje się, iż w ten sam sposób należy rozumieć nagłe zmiany orientacji struktur liniowych głównej fazy deformacji w rejonie Zimnych Wód. Domniemywane tu przez autora nasunięcia przypuszczalnie były drugorzędne w stosunku do nasunięcia orlickiego, ale również odbywały się wzdłuż powierzchni foliacji, w krótkim okresie między ustaniem fałdowania  $F_2$  a zanikiem metamorfozy  $M_2$ .

Dotychczasowe badania autora pozwalają powiedzieć, że przewodnie rysy tektoniki i główne struktury fałdowe w polskiej części Gór Orlickich powstały w czasie fazy  $F_2$ , należącej do tektogenezy waryscyjskiej. Już po ustaniu głównego fałdowania, ale jeszcze przed zanikiem postępującej po nim metamorfozy, miały miejsce duże nasunięcia wzdłuż powierzchni głównej foliacji. Późniejsze fałdowanie poprzeczne (skośne), choć dostrzegalne w skali makroskopowej, nie doprowadziło tu do utworzenia się wielkich form fałdowych, a istniejące skośne fałdy wąskopromienne nie zmieniły regionalnej orientacji głównych struktur. Widoczne w dzisiejszym obrazie intersekcyjnym nieregularności granic intersekcyjnych zostały w głównej mierze spowodowane młodszymi od diagonalnego fałdowania średnio- i szerokopromiennymi odkształceniami w fazach  $F_5$  i  $F_6$ . Badany region jest do pewnego stopnia wyjątkowy, ponieważ duża jego część znajduje się w przegubowej partii wielkiej makroantykliny  $F_6$  wchodzącej w skład fałdu Gołaczów—Duszniki.

Zdaniem autora, podobna powyższej analiza geometryczna, o tym samym lub nawet większym stopniu dokładności, jest możliwa i konieczna do wykonania w pozostałych częściach kopuły kłodzko-orlickiej.

#### LITERATURA

- DUMICZ M., 1964: Budowa geologiczna krystaliniku Gór Bystrzyckich. Geology of the crystalline massif of the Bystrzyca Mts. *Geol. Sudetica*, vol. 1.
- GIERWIELANIEC J., 1965: Budowa geologiczna okolic Kudowy Zdroju. Geological structure of the vicinity of Kudowa Zdrój. *Inst. Geol. Biul.*, 185.
- GUNIA T., ŻELAŻNIEWICZ A., 1976: Struktury nieciągłe i pozycja stratygraficzna wapieni krystalicznych okolicy Dusznik, [w:] Problem wieku deformacji serii zmetamorfizowanych Ziemi Kłodzkiej. *Wyd. Univ. Wrocław*.
- KASZA L., 1964: Budowa geologiczna górnego dorzecza Białej Łądeckiej. Geology of the upper basin of Biała Łądecka stream. *Geol. Sudetica*, vol. 1.
- TURNER F.J., WEISS L.E., 1963: Structural analysis of metamorphic tectonites. McGraw-Hill Book Co., New York—Toronto—London.

- ŻELAŻNIEWICZ A., 1972: Some remarks on the deformation sequence in the northern part of the Orlica Mts (Middle Sudetes). *Bull. Acad. Pol. Sc., Sér. sc. de la Terre*, vol. 20, no. 2.
- 1976: Tectonic and metamorphic events in the Polish part of the Orlickie Mts. Zjawiska tektoniczne i metamorficzne w polskiej części Gór Orlickich. *Geol. Sudetica*, vol. 11, nr 1.
- 1977a: Rozwój spękań w skałach metamorficznych Gór Orlickich. Development of fracturing in metamorphic rocks of the Góry Orlickie. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, vol. 47, z. 2.
- 1977b: Granitoidy masywu Kudowy—Oleśnic. Granitoids of the Kudowa—Oleśnice massif. *Geol. Sudetica*, vol. 12, nr 1.



Andrzej ŻELAŻNIEWICZ

## MAJOR TECTONIC STRUCTURES IN THE POLISH PART OF THE GÓRY ORLICKIE

**ABSTRACT:** It was recognized, on the basis of geometric analysis and earlier extensive structural observations that the main tectonic features and the main fold structures in the Góry Orlickie, Sudetes were developed during the second phase of regional deformations belonging to Hercynian movements. Just after an end of this main folding but still before cessation of metamorphic processes immediately following the isoclinal fold disturbances, a large-scale thrusting took place. It was likely parallel to the axial planes of the main folds and parallel to the main foliation surfaces but perpendicular

to the axes of the main folds. Varying speed of the thrust movements resulted in remarkable rotations of the main linear structures. Subsequent diagonal refolding gave rise to tight folds (not exceeding 1 000 m in their amplitude) which did not change on the regional scale the prior, generally meridional trend of structures of the main deformational phase. Actual variable trends and plunges of these structures as well as various irregularities of the observed outcrop pattern were mostly due to close or open fold disturbances representing the two last phases of regional deformations.

### Summary

### INTRODUCTION

The results of meso- and microscopic investigations of metamorphic rocks of the Góry Orlickie have already been reported in several papers by the present author (Żelażniewicz

1972, 1976, 1977a). Based on these investigations and on geometrical analysis, he discusses now the features of macroscopic tectonic structures recognized in the studied region.

### SMALL-SCALE TECTONIC STRUCTURES IN METAMORPHIC ROCKS OF THE GÓRY ORLICKIE

Polish part of the Góry Orlickie represents northwestern portion of the Kłodzko-Orlica Dome which is the principal large-scale unit of the Middle Sudetes. This dome is built of Proterozoic/Paleozoic rocks of the Stronie Formation, the Nové Město Formation, the Śnieżnik Formation, and Hercynian granitoids of the Kudowa—Olešnice massif (fig. 1). These rocks were affected by six deformational phases belonging to Hercynian mountain-building epoch; the phases being recognized in mesoscopic scale (Żelażniewicz 1972, 1976, 1977a, 1977b).

Scarce micro- and mesoscopic isoclinal folds in sedimentary banding surfaces  $S_0$  are considered as the oldest tectonic structures referred to as  $F_1$ . Their axial planes  $S_1$  are paralleled by the first metamorphic foliation marked in mica schists by parallel growth of white mica and chlorite.  $F_1$  axes vary widely in trend and plunge because of subsequent rotations.

Very abundant are commonly tight or isoclinal folds produced during the second phase of regional deformations ( $F_2$ ) considered as the main one.  $F_2$  folding was followed by the main metamorphic events of the amphibolite schist facies, giving rise to penetrative axial foliation  $S_2$  marked in mica schists by parallel growth of biotite scales. Both  $S_0$  and  $S_1$  surfaces were almost completely transposed to foliation surfaces

$S_2$  in the limbs of  $F_2$  folds. Foliation  $S_2$  differs from foliation  $S_1$  just in the presence of dark mica. Axes of folds  $F_2$  plunging to NE, NW, or SW, are paralleled by mineral lineation  $L_2$ . Surfaces of foliation  $S_2$  dip moderately to W, NW, and SW.

The next tectonic event resulted in close or open folds in  $S_2$  foliation planes; they occur merely in Podgórze. Steep, NNE—SSW axial planes ( $S_3$ ) of these folds are paralleled by fractures. The  $F_3$  folding has insignificant meaning for the structural evolution of the investigated region (Żelażniewicz 1976). Accordingly, the main folding and main metamorphism took place in  $F_2 + M_2$  phase which ended the first developmental stage of the Góry Orlickie.

Tight, diagonal refolding ( $F_4$ ) of the earlier structures commenced the second developmental stage. This  $F_4$  fold system is structurally inhomogenous. Some  $F_4$  folds were accomplished by flexure, while the others were produced by kinking. All these folds, however, plunge W, WSW, or WNW, and their axial planes  $S_4$  dip usually to SW.

The fifth phase of regional deformations ( $F_5$ ) gave rise to two sets of conjugate complementary kink folds having NW and SE dipping axial planes. Also buckled folds on steep NE—SW planes were produced in this phase.

The last phase of regional deformations ( $F_6$ ) produced also complementary and conjugate kink-bands but more rigid than  $F_5$  ones, and having NE and SW dipping axial planes.

The majority of folds of  $F_6$  system is represented by upright folds on vertical NW—SE axial planes.

#### METHODOLOGICAL REMARKS

There are nearly 500 natural and artificial exposures over the area 65 km<sup>2</sup> in the Polish part of the Góry Orlickie. Unfortunately, these exposures are unevenly distributed throughout this lithologically monotonous region. Therefore, the classic geometrical analysis cannot be strictly applied to the Góry Orlickie. In this situation, the present author examined first the gathered observational data, including attitudes of axial planes of folds, asymmetry of fold limbs and orientation of fold axes of the six distinguished systems, in order to determine roughly the rotations of the older structures during the younger deformational phases. Neither  $S_1$  nor  $F_1$  structures can be involved in a geometrical analysis. This is due to their scarcity. Accordingly, the oldest ubiquitously recognizable tectonic structures are represented by mesoscopic structures  $L_2$ ,  $F_2$ , and  $S_2$  which display the greatest scattering in the diagrams. Obviously, the macroscopic analysis may be concerned with the above mentioned mesoscopic structures of the main deformational phase  $F_2$ . This analysis has to be based on the assumption stating that the whole investigated region was homogenous, after the  $F_2$  folding, with respect to foliation  $S_2$ , lineation  $L_2$ ,

and folds  $F_2$ . Further presumption is that the main folds ( $F_2$ ) were cylindrical and plane.

Next, on the basis of the tectonic map (fig. 2) the investigated region was divided into several domains characterized by roughly uniform attitude of structures of the main deformational phase. Unfortunately these domains cannot be referred to the outcrop pattern and therefore the proposed division is to some extent conventional as the chosen domains only roughly represent the homogenous portions of the large heterogenous tectonic body in the Góry Orlickie. By trial and errors, consulting the results of geometrical analysis, the author reconstructed presumable rotations of the main phase structures within each domain in order to obtain the picture fitting that shown on the tectonic map. Such a way of proceeding allowed to draw a schematic stereogram illustrating the macroscopic tectonic structures in the Polish part of the Góry Orlickie (fig. 3). This stereogram has been accompanied by a block diagram to show, in general, the varying geological structure of the investigated region (fig. 4).

#### ANALYSIS OF THE OBSERVATIONAL DATA

##### DOMAIN OF ZIELENIEC-GRANICZNA

The Zieleniec—Graniczna domain (I) is characterized by the uniform orientation of lineation  $L_2$  and  $F_2$  fold axes but by the varying attitude of  $S_2$  foliation planes and surfaces  $S_4$  (figs. 2, 5). In the diagram, two girdles can be drawn around  $\beta_{S_2} = F_6$  and  $\beta_{S_2} = F_5$ . It is evident from both the diagram and tectonic map that foliation  $S_2$  is macroscopically folded around WNW plunging axes ( $F_6$ ) and on vertical NW—SE trending planes in the area north of Orlica Mt. South of Orlica, near Deřtna, the  $S_2$  surfaces are involved in open fold ( $F_5$ ) plunging to SW and having vertical NE—SW axial plane.

North of Orlica Mt. the mesoscopic folds  $F_2$  have SW asymmetry, whereas south of Orlica they have NE asymmetry. It is clear that this picture (fig. 2, 3) betrays macroscopic limbs of a large-scale, tight, reclined synform  $F_2$  whose hinge plunges northwestwards and its axial plane  $S_2$  dips westwards. Near Deřtna an enveloping surface of small symmetrical  $F_2$  folds is vertical. These point to a neighbouring antiform closure (figs. 2—4). The recognized antiform and synform jointly form the Deřtna—Zieleniec fold.

##### DOMAIN OF PODGÓRZE-DUSZNIKI

In the Podgórze—Duszniki domain (II), foliation  $S_2$  dips to W, NW, N, and NNE; lineation  $L_2$  and folds  $F_2$  plunge persistently to NW or NNW (figs. 2, 6).  $S_2$  poles are spread in the diagram along a girdle centered on  $\beta_{S_2} = F_6$ . The diagram and tectonic map suggest the presence of upright or slightly to NE reclined macroscopic anticline in  $S_2$  surfaces folded on vertical, NW—SE trending planes  $S_6$ . This anticline plunges northwestwardly and does not affect the prior attitude of  $F_2$  fold axes. Closures and limbs of the recognized macroscopic anticline are subsidiarily disturbed (Gunia, Żelaźniewicz 1976).

Mesoscopic  $F_2$  folds display various asymmetry throughout the domain II (fig. 2). This suggests the presence of secondary antiform in the upper (northern) limb of the Deřtna—Zieleniec fold (figs. 2—4).

##### DOMAIN OF DOLINA STRAŻYSKA

The Dolina Strażyska domain (III) covers outcrops of the microcline Śnieżnik gneisses near Bobrowniki and south of Duszniki (figs. 1, 2). Foliation  $S_2$  dips commonly to NW with departures to WNW, N, and NNE; lineation  $L_2$  plunges to NW or NNW (figs. 2, 7). A well-defined girdle of  $S_2$  poles is centered on  $\beta_{S_2} = F_6$ . The diagram is similar to that shown in figure 6. The presence of macroscopic northwesterly plunging anticline on vertical NW—SE axial planes  $S_6$  is evident.

Gross lithological contact of gneisses and mica schists near Bobrowniki and Duszniki is generally perpendicular to foliation  $S_2$  (figs. 1, 2). The presence of tight macroscopic folds on  $S_2$  axial planes is inferred from such an outcrop pattern. These are  $F_2$  folds called the Bobrowniki folds. They appear in the upper limb of the Deřtna—Zieleniec fold and thus belong to this large-scale structure. Schematic cross-section throughout the Deřtna—Zieleniec fold is illustrated in figure 8. Mica schists and gneisses were folded to some extent disharmonically as they differed in competence during the main deformational phase.

##### DOMAIN OF LUDOWA

The ground is badly exposed over the area of the domain of Ludowa (IV), (fig. 2). In its central part, lineation  $L_2$  and axes of folds  $F_2$  plunge westwards. Limbs of  $F_2$  folds have S

asymmetry; foliation  $S_2$  dips to S or SW (figs. 2, 9). Only on eastern and western edges of this domain, the surfaces of foliation  $S_2$  dip to NW and  $F_2$  folds having SW asymmetry plunge to NW also (figs. 2, 3). In the diagram two weak girdles around  $\beta_{S_2} = F_5$  and  $\beta_{S_2} = F_6$  are seen. Consulting the diagram with the tectonic map one can easily notice the presence of the SW plunging, close macroscopic syncline and anticline ( $F_5$ ) in  $S_2$  surfaces. They are called the Ludowa fold. Limbs of this fold were distorted by superposed  $F_6$  folding on vertical NW—SE axial planes  $S_6$ .  $F_6$  structures are represented here by upright open anticline.

#### DOMAIN OF GOŁACZÓW-LEŚNA

In the domain of Gołaczów—Leśna (V) the surfaces of foliation  $S_2$  dip to SW, W, NW, N, and NNE; lineation  $L_2$  and  $F_2$  fold axes plunge gently to NE and SW or, locally, moderately to NW (figs. 2, 10). The outcrop pattern and tectonic map (figs. 1, 2) point to an anticlinal macroscopic fold in the transposition foliation  $S_2$  ( $S_0$  and  $S_1$  transposed to  $S_2$ ) on vertical NW—SE axial plane  $S_6$ . Obviously, this is the same anticline which has been featured in domains II, III, IV. The anticline belongs to the fold called by the present author the Gołaczów—Duszniki fold (figs. 2, 3).

The NE—SW running folds  $F_2$  are reclined and have SE asymmetry; locally occur NW plunging recumbent folds with SW asymmetry. Thus, the attitudes of the mesoscopic structures of  $F_2$  phase and their mutual relations point to the tight folds in  $S_2$  surfaces around westerly plunging axes. Some of such diagonal folds referred to as  $F_4$  are recognizable best in southern part of the domain of Gołaczów—Leśna.

Of interest is fact that this domain is transected by a line along which the spatial orientation of  $F_2$  mesoscopic folds and lineation  $L_2$  changes radically. West of this line the  $F_2$  folds run nearly horizontally in the NE—SW direction, whereas east of the discussed line the  $F_2$  folds plunge moderately to NW. Apparently it is a geometrical situation identical with that just described above. In this case, however, it cannot be explained by means of  $F_4$  macroscopic folding as limbs of the envisaged megafold  $F_4$  would have differed strongly in lithology (see map in fig. 1) and it would not have been comparable with the observed  $F_4$  mesoscopic folds at all. Therefore, the present author finds that this questioned line represents a thrust plane. This structure is called by the author the Orlica thrust (nasunięcie orlickie), (figs. 1—4). The thrust zone is not attended by any discernible cataclastic rocks.

#### DOMAIN OF WITÓW

In the domain of Witów (VI) the surfaces of foliation  $S_2$  dip mostly to W, more rarely to SW and NW; lineation  $L_2$  and folds  $F_2$  plunge to SW and NW (figs. 2, 11). In the diagram the  $S_2$  poles form a girdle centered on  $\beta_{S_2}$ . The linear structures are rotated in small circle paths around the same axis  $\beta_{S_2}$  (fig. 11). This suggest tight flexural-slip folding in  $S_2$  planes around westerly plunging axes. These diagonal folds, compatible with those described from the domain V, are referred to as  $F_4$ . An inspection of the tectonic map (fig. 2) proves that the older structures are involved here in macroscopic open syncline  $F_6$  adhering to the anticline of the Gołaczów—Duszniki fold (fig. 3).

#### DOMAIN OF MAŁE JERZYKOWICE

The domain of Małe Jerzykowice (VII) is the most lithologically diversified (figs. 1, 2). Amphibolites occurring near Lasek Miejski and outcropping on the slopes of the Pańska Góra possess a well-developed foliation  $S_2$  but only faint lineation  $L_2$ . Thus they outcrops can be hardly structurally interpreted.

Of interest is the part of this domain, which is built of mica schists and granitoid sheets (fig. 1). The surfaces of foliation  $S_2$  in mica schists dip to SW, WSW, and SSW; lineation  $L_2$  and folds  $F_2$  plunge to S or SW, the latter having variable asymmetry (fig. 12). This observation points to the presence of macroscopic folds  $F_2$  which are schematically illustrated in cross-sections (figs. 1, 13, 14). According to the present author, a striking outcrop pattern of mica schists and granitoids in the discussed domain is characteristic of the macroscopic tight fold of  $F_4$  system plunging westwards and having northern asymmetry. The NNW—SSE running outcrops near Lasek Miejski represent a normal limb of this macroscopic  $F_4$  fold called the Małe Jerzykowice fold (fig. 3). The NE—SW trending outcrops north of the Pańska Góra are due to intersection of SW plunging recumbent  $F_2$  folds on SW dipping axial foliation  $S_2$  with the earth's surface in an inverted limb of the  $F_4$  fold. In this way it may be explained the fact of discordant orientation of the lithological contacts to the strike of foliation  $S_2$  (figs. 1, 2, 13, 14). The inverted limb passes in the vicinity of Pańska Góra to a normal limb of Małe Jerzykowice fold, in which both  $S_2$  surfaces and  $F_2$  fold axes are inclined to NW (figs. 3, 4). Amplitude of the Małe Jerzykowice fold amounts 1 000 m.

#### DOMAIN OF ZIMNE WODY

This domain (VIII) is nearly devoid of natural exposures and structural observations have been taken mostly from the artificial trenches. In two parts of the domain the  $F_2$  folds have been observed which plunge westerly and have northern asymmetry (fig. 2). Such their attitude seriously departs from that recognized in the neighbouring domains and even in the others parts of the domain of Zimne Wody. This structural situation may be explained alternatively either assuming the existence of tight macroscopic folds around SW axes or assuming a thrusting in  $S_2$  foliation planes as the linear structures are in the diagram (fig. 15) scattered along a great circle of the projection. None of these interpretations, however, is satisfactorily evidenced.

#### DOMAIN OF JARKÓW AND DOMAIN OF KOCIOŁ

The area occupied by the Nové Město formation (fig. 1) can be, on the Polish territory, divided into two domains: domain of Jarków and domain of Kocioł (fig. 2). Both the domains are badly exposed and the Nové Město phyllites are short of  $L_2$  and  $F_2$  linear structures. Therefore, it is a hard task to analyse geometrically macroscopic bodies which happen to build these two domains.

In the domain of Jarków (IX) mesoscopic kink-bands of  $F_5$  system are extremely abundant. But macroscopic structures seem represent rather the  $F_4$  system of folds. Also macroscopic folds of this system seem to dominate in the domain of Kocioł (X). Mesoscopic folds  $F_5$  are here less frequent than in domain IX.

### FINAL REMARKS AND CONCLUSIONS

It was recognized that the main tectonic pattern and the principal fold structures in the Polish part of the Góry Orlickie were effected during the second regional deformational phase ( $F_2$ ) belonging to Hercynian tectogenesis. The existence of  $F_1$  macroscopic folds is still dubious as meso- and microscopic fold relicts commonly referred to as  $F_1$  may represent any sedimentary structures in  $S_0$  planes. But if the  $F_1$  folds were of tectonic origin they must have been perfectly isoclinal in macroscopic scale. Then, in their limbs, the surfaces  $S_0$  and surfaces of axial foliation  $S_1$  were brought into perfect parallelism. Tight or isoclinal  $F_2$  refolding gave rise to transposition of the surfaces  $S_0$  and  $S_1$  to surfaces of the main foliation  $S_2$ . Thus, the  $S_2$ ,  $L_2$ , and  $F_2$  structures are the oldest commonly recognizable tectonic structures and the geometric analysis may successfully be applied only to them. On the basis of this analysis, it was recognized that, in the part of the discussed region between Duszniki and Zieleniec, the large-scale Deštna—Zieleniec fold of tight geometry was developed during the main deformational phase  $F_2$ . This fold was subsequently gently refolded around NW and SW plunging axes. Rotating back the limbs of these younger folds, one can determine the attitude of the main structures after the  $F_2$  folding. The  $F_2$  structures in the Góry Orlickie were reclined, run meridionally and horizontally and their axial planes dipped westwards. The same is undoubtedly true about the whole western limb of the Kłodzko-Orlica Dome as it may be assessed from the evidence in the Góry Bystrzyckie and from the relations of the main structures to the emplacement of the Kudowa—Olešnice granitoids (Żelaźniewicz 1977b). The question why the spatial orientation of the main tectonic structures after  $F_2$  folding was such as it was mentioned above, is connected with the still unsolved problem of origin of the Kłodzko—Orlica Dome. This hard problem will be discussed independently.

Also the problem of the Orlica thrust (nasunięcie orlickie) needs further investigations. The thrust is younger than  $F_2$  foldings as it caused rotations of  $F_2 \rightarrow L_2$  structures, but older than two last phases of regional deformations for the thrust

plane folded around  $F_5$  and  $F_6$  axes. It is likely older than  $F_4$  diagonal refoldings as well. The lack of recognizable cataclasis along this discontinuity may point to its origin under the conditions of regional metamorphism. It is suggested that two gross geological bodies differing slightly in degrees of their metamorphic transformations and in lithologies were brought into mutual contact at the thrust plane. Thus, it may be inferred that the movement had generally an eastern sense. Various possibilities of origin and kinematics of the thrusting were mentioned in the Polish text. Here, the author would like to emphasize that earlier was found extensive evidence of shear gliding along  $S_2$  surfaces taking place in a wide zone at central part of the Góry Orlickie (Żelaźniewicz 1976). These glides were perpendicular to  $F_2$  axes but occurred at variable speed in different parts of the movement planes. This resulted in remarkable rotations of the mesoscopic earlier linear structures lying on these planes. The discussed penetrative shear gliding along foliation ( $F_2$ ) took place nearly after  $F_2$  folding but before cessation of the ( $M_2$ ) metamorphic events. The mentioned features are compatible with these of the Orlica thrust. Therefore, it is assumed that this thrust originated much in the same way after the main folding but before vanishing of the main metamorphism. Variable speed of movement along the macroscopic slide caused the rotations of the linear structures  $L_2$  and  $F_2$ . It seems that in a similar way should be explained unclear structural situation in the Zimne Wody domain.

After the regional thrusting, the regional diagonal refolding around westerly plunging axes effected tight macroscopic folds ( $F_4$ ) whose amplitudes did not exceed 1000 m. Thus the  $F_4$  diagonal refolding only locally influenced the prior orientation of the structures of the main deformational phase. These structures were regionally rotated during the close or open macroscopic foldings in the two last phases of regional deformations ( $F_5$  and  $F_6$ ).  $F_5$  and  $F_6$  large-scale folds are generally upright and have vertical axial planes trending respectively NE—SW and NW—SE.

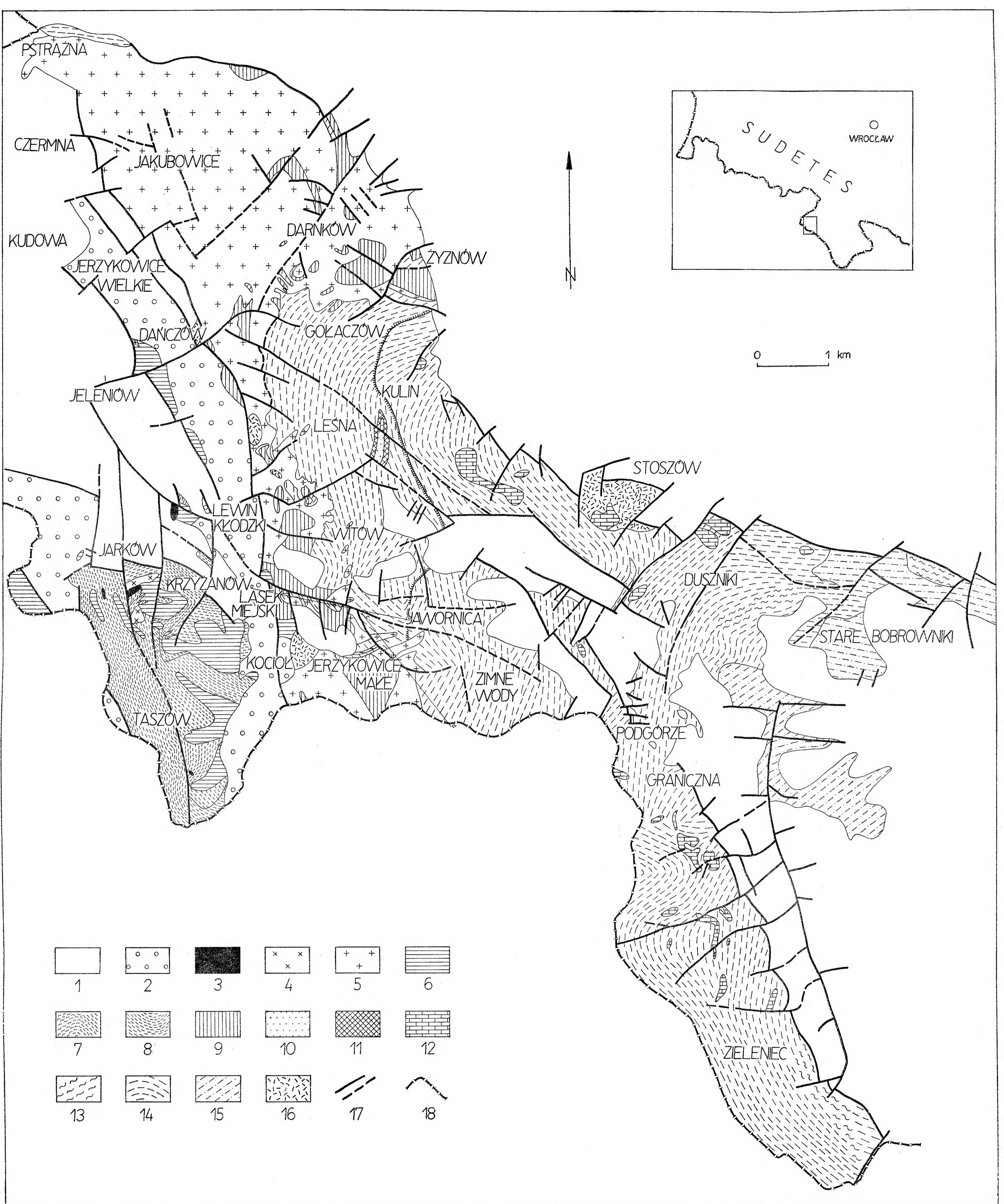


Fig. 1

Szkic geologiczny badanego regionu obejmującego polską część Gór Orlickich i Wzgórze Lewińskie

1 - skały pokrywy górnokredowej; 2 - utwory czerwonego spągowca; skały plutoniczne cyklu waryscyjskiego: 3 - gabbro; 4 - mikrogranit; 5 - granitoidy masywu Kudowy-Oleśnic; skały formacji Nowého Města: 6 - fyllity amfibolowe, 7 - fyllity dwufazykowe bogate w substancję grafitową, 8 - fyllity kwarcowo-sercytowe; skały formacji strońskiej: 9 - amfibolity, 10 - porfirydy, 11 - łupki fengitowe i kwarcowo-fengitowe, 12 - wapień krystaliczne, 13 - łupki tyszczkowe z przymieszką grafitu, 14 - łupki tyszczkowe; 15 - gnejsy mikroklonowe typu śnieżnickiego; 16 - brekcje tektoniczne; 17 - uskoki: linia ciągła - pewna, linie przerywane - przypuszczalne; 18 - nasunięcia; a-b, c-d - linie przekrojów geologicznych

Geological sketch-map of the investigated region (Polish part of the Góry Orlickie and the Wzgórze Lewińskie)

1 - rocks of Upper Cretaceous cover; 2 - Rotliegendes deposit; Hercynian plutonic rocks: 3 - gabbro, 4 - microgranite, 5 - granitoids of the Kudowa - Oleśnice massif; rocks of the Nové Město formation: 6 - amphibole phyllites, 7 - two-mica phyllites rich in graphite, 8 - quartz-sericite phyllites; rocks of the Stronie formation: 9 - amphibolites, amphibole schists, 10 - porphyroides, 11 - phengite schists and quartz-phengite schists, 12 - crystalline limestones, 13 - mica schists with graphitic admixture, 14 - mica schists; 15 - microcline Śnieżnik gneisses; 16 - tectonic breccia; 17 - faults: solid lines - certain, dashed lines - inferred; 18 - thrusts: a-b, c-d - lines of geological cross-sections

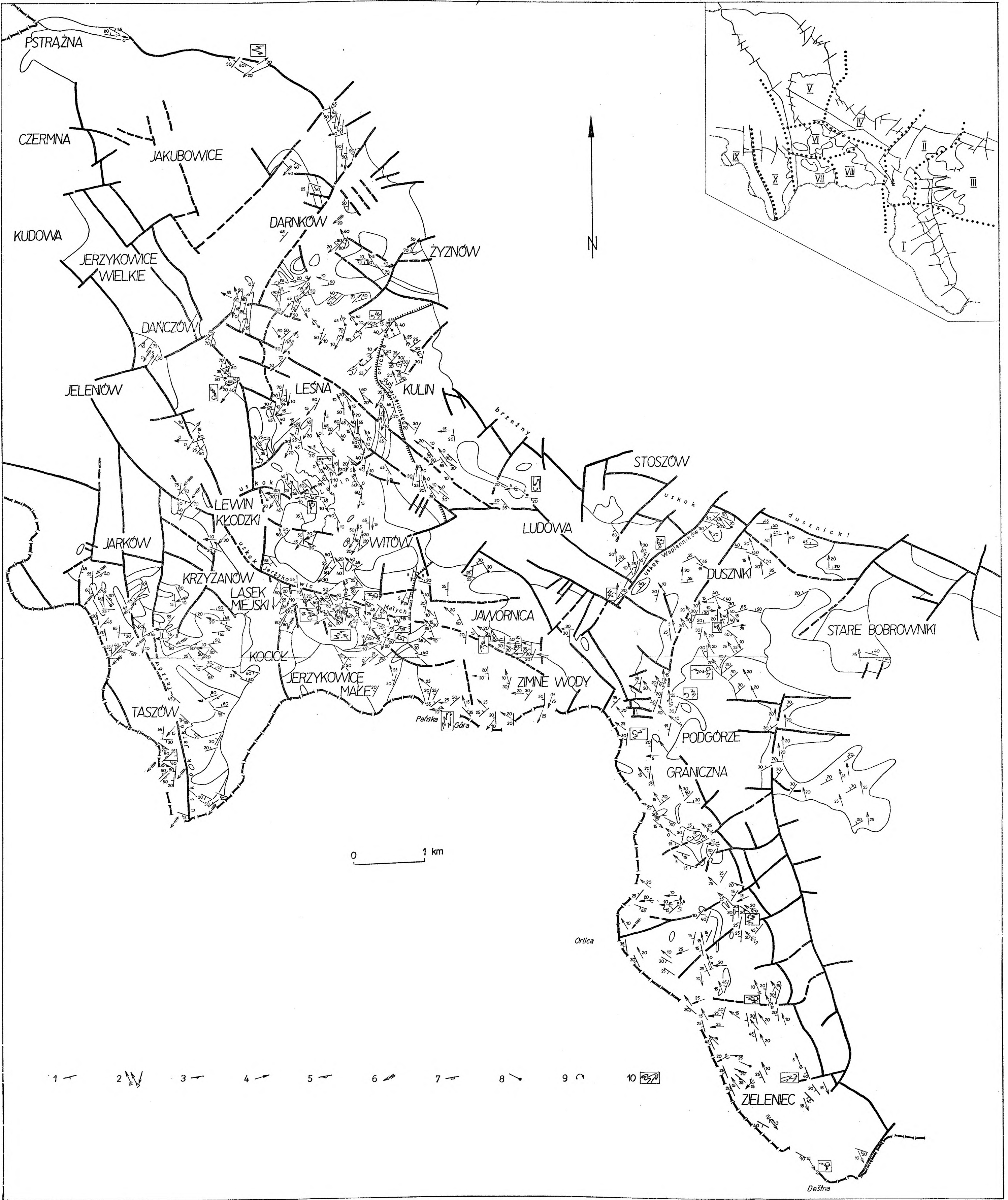


Fig. 2

Mapa tektoniczna badanego regionu (mapa w prawym górnym rogu przedstawia podział badanego obszaru na rejony homogeniczne)

1 - bieg i zapad powierzchni foliacji  $S_2$ ; 2 - orientacja drobnych fałdków asymetrycznych systemu  $F_2$  oraz orientacja linii  $L_2$  (sama strzałka); 3 - bieg i zapad powierzchni  $S_3$ ; 4 - orientacja osi drobnych fałdków  $F_4$ ; 5 - bieg i zapad powierzchni  $S_5$ ; 6 - orientacja osi mezoskopowych fałdków  $F_5$ ; 7 - bieg i zapad powierzchni  $S_6$ ; 8 - orientacja osi mezoskopowych fałdków  $F_6$ ; 9 - zwrot asymetrii skrzydeł drobnych fałdków systemu  $F_2$ ; 10 - schematyczny przekrój mezoskopowych fałdków  $F_2$ , obserwowanych w poszczególnych punktach badanego regionu; krótszy brzeg ramki zgodny jest z kierunkiem nachylenia osi przedstawianych fałdków

Tectonic map of the investigated region (inset shows division in the homogeneous areas)

1 - strike and dip of surfaces of foliation  $S_2$ ; 2 - attitude of mesoscopic asymmetric folds  $F_2$  and orientation of lineation  $L_2$  (only arrow); 3 - strike and dip of surfaces  $S_3$ ; 4 - orientation of mesoscopic folds of  $F_4$  system; 5 - strike and dip of surfaces  $S_5$ ; 6 - attitude of mesoscopic folds  $F_5$ ; 7 - strike and dip of surfaces  $S_6$ ; 8 - attitude of mesoscopic folds  $F_6$ ; 9 - sense of asymmetry of limbs of  $F_2$  mesoscopic folds; 10 - schematic cross-sections through  $F_2$  folds observed in various parts of the investigated region; shorter edges of the insets are parallel with the plunge direction of illustrated folds



Fig. 3

Schematyczny obraz makroskopowych struktur tektonicznych w metamorfiku polskich Gór Orlickich

Rysunek narysowano w ten sposób, że czytelnik ogląda przedstawiony stereogram patrząc nań od południowo-zachodu. Powierzchnie zakropkowane wyobrażają powierzchnie głównej foliacji ( $S_2$ ), odkształcone w czasie młodszych faz deformacji. Powierzchnie te rysowano tak, aby ich wzajemne położenie i orientacja w stosunku do płaszczyzny mapy badanego regionu, odzwierciedlały rzeczywistą orientację powierzchni foliacji  $S_2$  w przestrzeni geograficznej. Konwencjonalne symbole biegu i zapadu mają za zadanie dodatkowo uzmysłowić czytelnikowi właściwą orientację poszczególnych fragmentów owych powierzchni; symbole te również nawiązują do kierunków geograficznych. Ciągłe linie biegnące wzdłuż zakropkowanych powierzchni symbolizują struktury liniowe  $L_2$  i  $F_2$ , a strzałki oznaczają zwrot asymetrii skrzydeł mezoskopowych fałdków  $F_2$ . Powierzchnie bez ciągłych linii wyobrażają powierzchnie foliacji fyllitów novomestskich, w których struktury  $L_2$  i  $F_2$  są bardzo rzadko dostrzegalne

Schematic image of macroscopic tectonic structures in metamorphic rocks of the Polish part of the Góry Orlickie

Picture has been drawn in this way that the stereogram is viewed from the south-west. Dotted surfaces represent the surfaces of the main foliation  $S_2$  rotated during subsequent deformations. These dotted surfaces have been drawn in such a manner that their spatial relations to the map plane are to express the actual attitudes of foliation  $S_2$  observed in the field with regard to the geographic directions. Conventional symbols of a strike and dip emphasize true orientation of the pictured surfaces; obviously these symbols are also related to the geographic directions. Solid lines covering the dotted surfaces represent linear structures  $L_2$  and  $F_2$ ; arrows indicate sense of asymmetry of limbs of  $F_2$  mesoscopic folds. Surfaces devoid of these solid lines mean foliation planes of the Nové Město phyllites in which the linear structure  $L_2$  and  $F_2$  are rarely recognizable