

MARIAN DUMICZ

Obserwacje drobnych struktur tektonicznych w południowej części metamorfiku Gór Bystrzyckich

STRESZCZENIE: Prekambryjskie utwory metamorficzne Gór Bystrzyckich, składające się z łupków łyszczykowych i gnejsów bystrzyckich, zostały poddane intensywnym deformacjom tektonicznym. Obserwacje wzajemnego stosunku tych dwóch kompleksów metamorficznych oraz drobne struktury (foliacja, lineacja, fałdy ciągnięte i drobne fleksury) pozwoliły na ustalenie ilości i kolejności faz przeobrażeń i deformacji tektonicznych w Górach Bystrzyckich.

WSTĘP

W ramach zespołowej pracy, którą podjął Zakład Nauk Geologicznych PAN w Ziemi Kłodzkiej pod kierownictwem prof. dr H. Teisseyre'a, przypadł mi w udziale do szczegółowego zbadania obszar Gór Bystrzyckich. Zadanie moje obejmuje szczegółowe wyjaśnienie stosunków stratygraficznych i tektonicznych na tym obszarze, jak też naszkicowanie rozwoju paleogeograficznego badanego regionu. Prace terenowe, które prowadzę od czterech lat w Górach Bystrzyckich, są już na ukończeniu. Zestawienie i opracowanie zebranego materiału potrwa jeszcze pewien czas. Z tego względu niektóre ważne i nowe szczegóły odnoszące się do budowy Gór Bystrzyckich celowe jest opublikować wcześniej.

Rozprawa niniejsza dotyczy głównie obserwacji nad drobnymi strukturami tektonicznymi, ważnymi o tyle, że są to pierwsze tego rodzaju obserwacje publikowane z omawianego obszaru.

Obszar objęty badaniami geologicznymi stanowi południową część Gór Bystrzyckich. Badania przeprowadzone w tym regionie odnoszą się przede wszystkim do serii metamorficznej. Seria osadowa, reprezentowana przez utwory górnej kredy, była brana pod uwagę jedynie w rozważaniach nad próbą wyeliminowania zjawisk tektoniki pokredowej w kompleksie metamorficznym.

Góry Bystrzyckie są regionem bardzo słabo opracowanym, zarówno pod względem geologicznym jak i petrologicznym. Poglądy na budowę geologiczną badanego obszaru, zawarte w dotychczasowej literaturze, wykazują znaczne różnice.

I tak O. Kodym i J. Svoboda (1948) dopatrują się w budowie geologicznej Gór Bystrzyckich i Orlickich przedłużenia płaszczowiny sudeckiej i subsudeckiej masywu krystalicznego Karkonoszy.

K. Smulikowski (1952) wskazał na duże podobieństwo petrograficzne utworów skalnych Gór Bystrzyckich i Orlickich z utworami masywu Śnieżnika.

F. Pauk (1953) próbował powiązać region Gór Bystrzyckich i Orlickich z masywem Śnieżnika w jedną całość złożoną z dwu płaszczowin nasuniętych od zachodu.

J. Fistek i J. Gierwielanec (1960) dają nowe ujęcia kartograficzne północnej części Gór Bystrzyckich, jak również opis petrograficzny i tektoniczny tego obszaru.

L. Sawicki (1958), podobnie jak F. Pauk, starał się powiązać region Gór Bystrzyckich z masywem Śnieżnika, z tym, że powiązanie to widzi w sposób bardziej złożony.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA UTWORÓW PRZEDKREDOWYCH

Wskazane przez K. Smulikowskiego (1952) podobieństwo petrograficzne utworów skalnych Gór Bystrzyckich i Orlickich z utworami masywu Śnieżnika posiada duże znaczenie dla badań geologicznych w metamorfiku Gór Bystrzyckich.

Nie bez znaczenia dla omawianego obszaru są również wyniki najnowszych badań geologicznych i petrograficznych w masywie Śnieżnika, prowadzone przez przedstawicieli tych dyscyplin z ośrodka wrocławskiego i warszawskiego. Dlatego też osiągnięcia te będą w pewnym stopniu wykorzystane w niniejszym artykule.

Na omawianym obszarze wydzielono wśród utworów metamorficznych dwa różnowiekowe ogniwa stratygraficzne, a mianowicie: kompleks łupków łyszczykowych jako starszy i gnejsy bystrzyckie jako młodsze (skały określane do tej pory jako ortognejsy).

Kompleks łupków łyszczykowych

Kompleks ten reprezentuje różne odmiany łupków łyszczykowych z licznymi wystąpieniami amfibolitów, wapieni krystalicznych i kwarcytów.

Łupki łyszczykowe są to skały zazwyczaj sfeldszpatyzowane, drobno- i średnioziarniste o wyraźnie zaznaczającej się oddzielności liściastej i płytkowej.

Głównymi minerałami tych skał są: kwarc, biotyt, muskowit, względnie serycyt oraz plagioklasy. Minerale te w zmiennej ilości są stałymi składnikami tego kompleksu skalnego, dając różne odmiany paragnejsów cechujących się mniejszą lub większą ilością jednego lub drugiego składnika mineralnego.

Plagioklasy tutaj spotykane należą do dwu generacji. Generację starszą tworzą plagioklasy zrekrystalizowane z kwarcem, młodszą zaś krystaloblasty plagioklazu nie biorące udziału w foliacji. Te ostatnie towarzyszą najczęściej skałom ubogim w kwarc i muskowit. W interpretacji K. Smulikowskiego (1957) tego rodzaju zjawisko jest przykładem feldszpatyzacji powstałej kosztem kwarcu i muskowitu.

Biotyt również występuje w dwóch generacjach. Starszą tworzą drobne łuseczki biotyty ułożone zgodnie z foliacją, młodszą natomiast większe blaszki tego minerału nie wykazujące jednolitej orientacji przestrzennej.

Rzadziej spotykanymi minerałami w tym kompleksie są chloryt i epidot. Występują one w większych ilościach w łupkach łyszczykowych okolicy Gniewoszowa, zwłaszcza w pobliżu amfibolitów, z którymi tworzą przejścia.

Z minerałów akcesorycznych spotkano: granat, apatyt, cyrkon, rutyl, turmalin, tytanit i piryty.

Amfibolity na badanym obszarze grupują się w dwóch okolicach, mianowicie w pobliżu Gniewoszowa i Rudawy. Drobne wtrącenia tych skał znane są również z okolic Różanki i Kamieńczyka. Skały te są drobno- i średnioziarniste barwy szarej do zielonej. Nie zawsze widoczna jest w nich tekstura kierunkowa. Ich skład mineralny stanowią: amfibol (hornblenda), plagioklasy, epidot, kalcyt, rzadziej biotyt i akcesorycznie tytanit.

Obserwacje geologiczne prowadzone w partiach granicznych amfibolitów z łupkami łyszczykowymi wykazały, że te dwie odmiany skalne nie zawsze graniczą z sobą ostro. Ponadto w amfibolitach przy kontakcie z łupkami łyszczykowymi można dostrzec proces biotytyzacji amfiboli.

Wapienie krystaliczne grupują się głównie w okolicy Różanki. Są to skały drobno- do gruboziarnistych z rozproszonymi łuseczkami muskowitu i biotyty. Biotyt często skupia się w smugi, przez co skała uzyskuje oddzielność płytową. Wapienie te na kontakcie z gnejsami bystrzyckim wykazują obecność minerałów krzemianowych, dając skały wapienno-krzemianowe.

Kwarcyty i łupki kwarcytowe są to skały najczęściej drobnoziarniste, barwy jasnopopielatej do kremowej, mniej lub więcej laminowane. Laminy te są różnej wielkości. Wywołują je drobne łuseczki muskowitu względnie serycytu. Spotyka się też biotyt, lecz w małych ilościach. Sprowadycznie występują również porfiroblasty plagioklazów.

Pozycja stratygraficzna kwarcytów i łupków kwarcytowych nie jest znana, podobnie zresztą jak amfibolitów czy wapieni krystalicznych. Kwarcyty i łupki kwarcytowe jednak w odróżnieniu od wapieni krystalicznych i amfibolitów posiadają dość osobliwą lokalizację w stosunku do skał ościennych. Występują one bowiem w znacznej przewadze na granicy gnejsów bystrzyckich z łupkami łuszczukowymi. Powszechność występowania kwarcytów na granicy dwu genetycznie różnych odmian skalnych pozwala przypuszczać, że odgrywają one tutaj ważną rolę.

Należy przy tym wspomnieć jeszcze o jednej obserwacji: mianowicie często spotyka się w gnejsach bystrzyckich w pobliżu kontaktu z kompleksem łupków łuszczukowych małe „niedotrawione” wkładki kwarcytów i łupków kwarcytowo-grafitowych. Stąd należy wnosić, że w pewnych warunkach geologicznych zasięg metamorficznej granityzacji mógł być dostosowany do przebiegu większych wystąpień kwarcytowych.

Gnejsy bystrzyckie

Nazwą tą zostały określone skały, które w dotychczasowej literaturze tego terenu były uważane za ortognejsy.

Magmowe pochodzenie tych skał jest w tej chwili mało prawdopodobne w związku z wynikami badań K. Smulikowskiego (1957) nad analogicznymi gnejsami masywu Śnieżnika. Gnejsy śnieżnickie bowiem, uważane do tej pory za typowe skały pochodzenia magmowego, okazały się w dużej mierze produktem metasomatycznej granityzacji kompleksu łupków łuszczukowych.

Gnejsy bystrzyckie stanowią większość skał widocznych na powierzchni badanego obszaru. Występują one w północnej i pd.-zachodniej części terenu objętego mapą geologiczną. Te dwa wystąpienia gnejsów oddzielone są od siebie szerokim pasem kompleksu łupków łuszczukowych. Zarówno jedno jak i drugie wystąpienie gnejsów bystrzyckich posiada dość monotony skład mineralny (kwarc, plagioklasy, skaleń potasowy, biotyt i muskowit) oraz zmienne wykształcenie teksturalne i strukturalne.

Obserwacje geologiczne prowadzone w tych dwóch wystąpieniach gnejsowych wykazały, że skały te w pobliżu kontaktu z kompleksem łupków łuszczukowych mają strukturę najczęściej średnioziarnistą i tekstu-

rę łupkową lub pręcikową. Cechuje je zmienny ilościowo skład mineralny. Zwłaszcza łyszczyki grupują się tutaj w bardzo różnych ilościach tworząc niekiedy oddzielne pakiety i gniazda. W skale tej poza tym spotyka się często małe wkładki kwarcytów, łupków kwarcytowo-grafitowych oraz rzadziej łupków łyszczykowych. Opisane gnejsy, śledzone od kontaktu z kompleksem łupków łyszczykowych w głąb ich występowania, przechodzą poprzez różne odmiany teksturalne i strukturalne do gnejsów oczkowych i słojuowych.

J. Gierwielaniec (Fistek & Gierwielaniec 1960) opierając się na badaniach mikroskopowych widzi wśród wydzielonych przeze mnie gnejsów bystrzyckich w północnej części mapy geologicznej odmiany para- i ortognejsów. Należy przypuszczać, że te odmiany pozostają względem siebie w takim stosunku, jak gnejsy gieraltowskie do śnieżnickich w masywie Śnieżnika.

Obserwowane niektóre odmiany gnejsów bystrzyckich zwłaszcza drobno- i średnioziarniste, w których z trudem można się dopatrzeć tekstur liniowych i foliacji, rzeczywiście przypominają wyglądem megaskopowym gnejsy typu gieraltowskiego. Być może zatem byłyby to skały w różnym stopniu przeobrażone, powstałe na drodze metasomatycznej granityzacji z kompleksu łupków łyszczykowych.

Należy jeszcze dodać, że gnejsy bystrzyckie wykazują w pewnych miejscach, zwłaszcza w odmianach pręcikowych, znamiona kataklazy.

Ponadto spotkałem kataklazy młodszej generacji (okolice Rudawy), w których tekstury kierunkowe jak lineacja i foliacja są zupełnie zatarte.

W obrębie gnejsów bystrzyckich na południe od Niemojowa stwierdzono jedno wystąpienie skał gabroidalnych, które zostało wydzielone na mapie.

Na badanym obszarze powszechne są również skały żyłowe typu lamprofirowego. Występują one zarówno w kompleksie łupków łyszczykowych, jak i w gnejsach bystrzyckich.

TEKTONIKA

Rozwiązanie budowy geologicznej omawianego obszaru nastęrcza duże trudności ze względu na brak jakichkolwiek udokumentowanych poziomów stratygraficznych w utworach metamorficznych. Obserwacje polowe zjawisk geologicznych, uzupełnione badaniami mikroskopowymi, pozwoliły jednak w pewnym stopniu poznać zarysy tektoniki południowej części Gór Bystrzyckich. Intersekcja i drobne formy tektoniczne rzuciły światło na styl tektoniki badanego obszaru.

Stosunek kompleksu łupków łyszczykowych do gnejsów bystrzyckich

Główna masa łupków łyszczykowych tworzy szeroką strefę w środkowej części zbadanego obszaru (okolice Różanki, Gniewoszowa, Poniatowa i Poręby). Strefa ta posiada dość charakterystyczny przebieg. W części pn.-zachodniej (okolice Poniatowa) przebiega ona mniej więcej równoleżnikowo i zapada ku S. Omawiane łupki śledzone ku SE tworzą łagodny łuk, przechodząc najpierw w kierunku NW-SE (okolice Gniewoszowa), a następnie przybierają bieg południkowy (okolice Różanki). Na wschodniej przestrzeni strefa ta graniczy dyslokacyjnie z górną kredą rowu Nysy. Jej dalsze wystąpienie śledzić można w południowej części obszaru objętego zdjęciem geologicznym, mianowicie w okolicy Kamińczyka. Tworzy ona tutaj wąski pas o przebiegu NNE-SSW z upadem ku NWW.

Opisana strefa łupkowa graniczy z gnejsami bystrzyckimi w kilku różnych odcinkach. W odcinku środkowym kontakt gnejsów i łupków łyszczykowych między okolicą Niemojewa i Poniatowa a Różanką wydaje się być pierwotny, między tą ostatnią zaś a Kamińczykiem ma on charakter raczej tektoniczny.

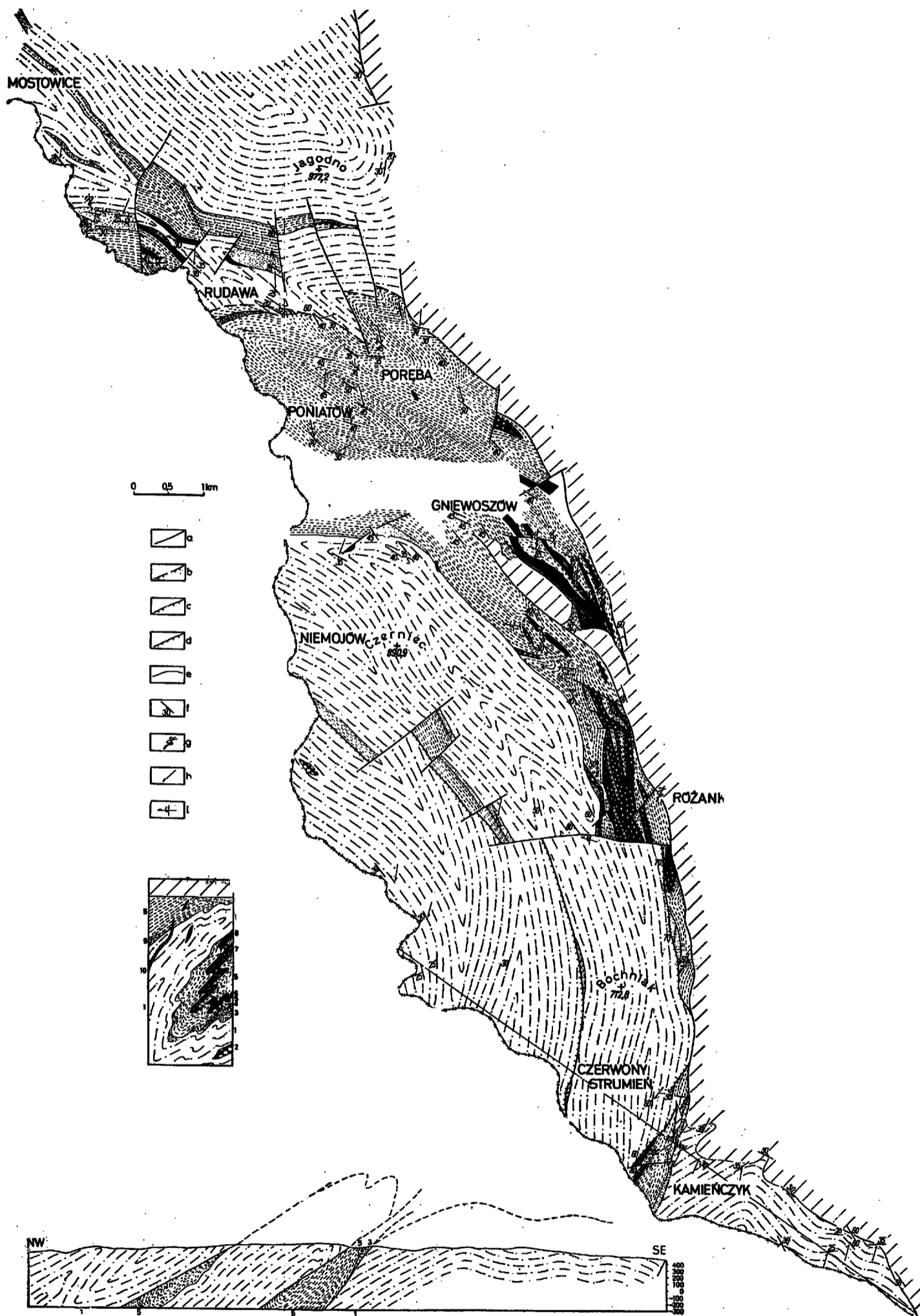
Za taką interpretacją omawianego odcinka przemawiają następujące obserwacje.

W okolicy położonej między Niemojewem a Poniatowem oraz w Różance nie zaobserwowałem żadnych zaburzeń tektonicznych na kontakcie łupków łyszczykowych i gnejsów bystrzyckich. Pomiar foliacji w partii kontaktowej obu zespołów skalnych są zgodne. Ponadto wapienie krystaliczne w pobliżu kontaktu wykazują obecność minerałów krzemianowo-wapiennych, co mogłoby wskazywać na wpływ procesów, którym gnejsy bystrzyckie zawdzięczają swe powstanie.

Inaczej przedstawia się kontakt kompleksu łupków łyszczykowych z gnejsami bystrzyckimi na odcinku położonym między Różanką a Kamińczykiem. Tutaj daje się zauważyć partie zaburzeń tektonicznych wyrażające się odmiennym przebiegiem foliacji kompleksu łupków łyszczykowych w stosunku do foliacji w gnejsach bystrzyckich. Również intersekcja (omawiana w następnym rozdziale) wskazuje, że gnejsy na tym odcinku graniczą dyslokacyjnie z kompleksem łupków łyszczykowych.

Pozostaje do omówienia kontakt tej strefy łupków z gnejsami bystrzyckimi otulającymi ją od północy i od południowego wschodu w części południowej zdjęcia. Otóż w pn.-zachodniej części zdjęcia graniczy ona z gnejsami bystrzyckimi wzgórza Jagodna wzdłuż linii dyslokacyjnej. Można ją śledzić tylko na niedużym odcinku na skutek bliskości granicy państwa, którą przekracza ku zachodowi, oraz na skutek zjawiania się pokryw osadów górno-kredowych ku wschodowi.

Mapa geologiczna południowej części Gór Bystrzyckich
 Geologic map of southern area of Bystrzyckie Mts.



Prekambr: 1 gnejsy bystrzyckie, 2 skały gabroidalne, 3 kwarcyty i łupki kwarcytowe, 4 łupki łuszczkowo-kwarcytowe, 5 łupki łuszczkowe i paragnejsy, 6 amfibolity, 7 wapień krystaliczne, 8 skały wapienno-krzemianowe. Waryscyjski cykl diastroficzny: 9 kataklazyty, 10 żyły lampfirowe. Górna kreda: 11 piaskowce i łupki ilaste

Oznaczenia tektoniczne: a dyslokacje saksońskie i bliżej nieokreślone, b waryscyjskie linie tektoniczne, c waryscyjskie linie tektoniczne, odnowione w ruchach saksońskich, d kaledońskie linie tektoniczne, e granice wydzieleni, f bieg i upad foliacji, g bieg i upad fałdów ciągnionych oraz kierunek ich pochylenia, h bieg i upad lineacji, bieg i upad drobnych fleksur oraz kierunek ich pochylenia

Pre-Cambrian: 1 Bystrzyca gneisses, 2 gabbroidal rocks, 3 quartzites and quartzitic schists, 4 mica-quartzitic schists, 5 mica schists and paragneisses, 6 amphibolites, 7 crystalline limestones, 8 silicate limestones. Hercynian diastrophic cycle: 9 cataclastites, 10 lamprophyre veins. Upper Cretaceous: 11 sandstones and argillaceous shales

Tectonic signs: a Saxonian dislocations; others closely indeterminate, b Hercynian tectonic lines, c Hercynian tectonic lines rejuvenated during Saxonian movements, d Caledonian tectonic lines, e boundaries of differentiated areas, f strike and dip of foliation, g strike and dip of drag folds and their inclination trend, h strike and dip of lineation, i strike and dip of minute flexures and their inclination trend

Zachowanie się omawianej dyslokacji jest dość osobliwe. Intersekcja wskazuje, że przebiega ona zgodnie z pierwotną płaszczyzną oddzielającą kompleks łupków łyszczykowych od gnejsów bystrzyckich. Pomiar foliacji w gnejsach bystrzyckich przebiegają NWW-SEE z upadem ku SSW. Pomiar foliacji w strefie kompleksu łupków łyszczykowych posiadają również przebieg NNW-SEE, lecz z upadem ku NNE; śledzone jednak ku południowi zmieniają upad na SSW. Upad ten jest charakterystyczny dla całej przyległej części łupków łyszczykowych. Przytoczone obserwacje pozwalają interpretować tę linię dyslokacyjną, jako nasunięcie kompleksu łupków łyszczykowych na gnejsy bystrzyckie wzdłuż powierzchni pierwotnego kontaktu.

W okolicy Kamieńczyka strefa łupków łyszczykowych graniczy od południowego wschodu z gnejsami bystrzyckimi, według moich obserwacji również wzdłuż linii dyslokacyjnej. Obserwacje dokonane wzdłuż kontaktu obu mas skalnych wykazały, że foliacja w łupkach łyszczykowych jest zgodna z jego przebiegiem, natomiast w gnejsach bystrzyckich układa się do niego pod pewnym kątem. Dyslokacyjny charakter granicy gnejsów i łupków w okolicy Kamieńczyka zdaje się znajdować również potwierdzenie w przebiegu lineacji, która w kompleksie łupków łyszczykowych zanurza się ku SSW, a w gnejsach bystrzyckich ku NNE.

Pozostały jeszcze do omówienia dwie mniejsze strefy kompleksu łupków łyszczykowych, z których jedna biegnie od Niemojewa do Czerwonego Strumienia, a druga od Mostowic do południowych stoków wzgórza Jagodna. Zarówno jedna jak i druga strefa jest bardzo słabo odkryta, tak że o ich stosunku do otaczających gnejsów nic obowiązującego powiedzieć nie można.

Należy zaznaczyć, że łupki łyszczykowe strefy Niemojów—Czerwony Strumień wykazują miejscami obecność kwarcytów, jednakże tylko wzdłuż swej pn.-wschodniej granicy, która wydaje się być pierwotna. Gnejsy okalające tę strefę od południowego zachodu są, zdaje się, na nią nasunięte. Nasunięcie to tłumaczyłoby wyraźne objawy kataklazy, które obserwujemy w gnejsach odsłaniających się tu jedynie w formie gruzu wśród zwietrzliny.

Opis strefy łupków łyszczykowych Mostowice — Jagodna pomijam w niniejszej publikacji, ponieważ zdjęcie jej nie jest jeszcze ukończone. Można jedynie nadmienić, że strefa ta, podobnie jak poprzednia, jest przełamowana z większymi lub mniejszymi masami gnejsów bystrzyckich i została poprzesuwna wzdłuż poprzecznych uskoków.

Foliacja

Foliacja widoczna jest zarówno w kompleksie łupków łyszczykowych, jak i w gnejsach bystrzyckich. W łupkach łyszczykowych jednakże

zaznacza się ona wyraźniej i wykazuje pewne zróżnicowanie. Jeżeli rozpatrzemy foliację w kompleksie łupków łyszczkowych okolicy Różanki, Gniewoszowa i Poniatowa, okaże się ona, poza nielicznymi przypadkami, mniej więcej zgodna z przebiegiem poszczególnych odmian litologicznych budujących tę strefę. Inaczej przedstawia się foliacja strefy Niemojów — Czerwony Strumień. Tutaj zaznacza się jej wtórny charakter. Zjawisko to szczególnie wyraźnie występuje w łupkach łyszczkowych bogatych w laminy leukokratyczne. Obserwowane laminy są ułożone w fałdy izoklinalne o małych amplitudach. Foliacja skały na odcinku skrzydeł tych fałdów jest zgodna z przebiegiem lamin leukokratycznych, w strefach zaś skrętów antyklinalnych i synklinalnych układa się do nich pod kątem.

Przebieg foliacji na badanym terenie jest dość charakterystyczny. Na obszarze położonym między Kamieńczykiem a Mostowicami foliacja tworzy łuk wypukły ku NE, który w części północnej zdjęcia geologicznego posiada azymut około 110° , a w części południowej — około 200° . Na odcinkach pośrednich azymuty są pośrednie. Upad foliacji skierowany jest do wnętrza łuku.

Inaczej przedstawia się przebieg foliacji w gnejsach bystrzyckich położonych na południowy wschód od Kamieńczyka. Tutaj foliacja tworzy również łuk, lecz wypukły na N z upadem na zewnątrz łuku.

Obserwacje drobnych struktur pochodzenia tektonicznego

Obok wyraźnie zaznaczającej się foliacji w skałach zbadanego obszaru występuje szereg drobnych struktur pochodzenia tektonicznego. Są to: lineacja, fałdy ciągnięte i drobne fleksury.

Lineacja

Obserwowana lineacja wyraża się zazwyczaj zmarszczkowaniem na powierzchniach foliacji oraz liniowym wyciągnięciem minerałów. Jej orientacja jest dość charakterystyczna i w zestawieniu z podanymi obserwacjami geologicznymi dostarcza cennego materiału w interpretacji tektoniki Gór Bystrzyckich.

Lineacja północnej części badanego obszaru (okolica Rudawy i Poręby) ma azymut około 180° . Przebiega ona tutaj pod kątem zbliżonym do prostego względem biegu foliacji, dlatego też posiada duży upad — od 20° do 40° ku S. Bieg foliacji śledzony ku południowi wykazuje stopniową zmianę kierunku poprzez azymuty 190° , 200° do 215° w okolicy Kamieńczyka. Tej zmianie kierunku lineacji towarzyszy zmiana kąta upadu na coraz to mniejszy tak, że na obszarze położonym między Czerwonym Strumieniem a Kamieńczykiem kąt ten wynosi zaledwie 5° .

W gnejsach bystrzyckich położonych na południowy wschód od Ka-

mieńczyka lineacja posiada azymut około 30° i zapada ku NE pod kątem 20° do 60° .

Tak zorientowana lineacja w południowej części zdjęcia świadczy o istnieniu podłużnej linii dyslokacyjnej wśród utworów metamorficznych okolicy Kamieńczyka.

Dzisiejszy stosunek foliacji do lineacji w okolicy Poniatowa, Rudawy i Poręby należy wiązać raczej z przebudową tektoniczną tego obszaru. Starsze, południkowo przebiegające struktury tektoniczne, które powstały w strefie głębokiej przez kompresję równoleżnikową, zostały tu poddane później, w wyższym poziomie intersekcyjnym, kompresji południkowej, przy której foliacja została ustawiona prawie równoleżnikowo, podczas gdy lineacja zachowała na ogół swój pierwotny kierunek.

Fałdy ciągnione

Ten typ drobnych struktur stwierdza się przede wszystkim w strefach kompleksu łupków łyszczkowych. Wśród zaobserwowanych fałdów można mówić o pewnym zróżnicowaniu. Zróżnicowanie to nie wskazuje jednak na różną ich genezę, lecz polega jedynie na skali wielkości poszczególnych fałdów. Wszystkie bowiem tego rodzaju drobne struktury, począwszy od wielkości milimetrowych, aż do metrowych włącznie, mają ten sam przebieg i charakter budowy. Co więcej, wykazują one ścisły związek z lineacją, wyrażający się przede wszystkim zgodnym przebiegiem osi tych struktur. Ponadto nigdzie nie zaobserwowałem ostrej granicy między drobnymi fałdami ciągnionymi a lineacją, która jest końcowym efektem drobnego i silnego zmięcia lamin. Przeciwnie — struktury te śledzone w przekroju poprzecznym do ich przebiegu wykazują stopniowe przejście jednych w drugie. Tego rodzaju zjawisko przemawiałoby za wspólną genezą i wiekiem lineacji i fałdów ciągnionych.

Fałdy ciągnione omawianego obszaru występują głównie w kompleksie łupków łyszczkowych, biegnących szeroką strefą przez środkową część zdjęcia geologicznego. Kompleks ten na pograniczu z gnejsami bystrzyckimi otulającymi go od SW posiada fałdy ciągnione o przebiegu zbliżonym do południkowego i obalone ku zachodowi (okolica Różanki i Gniewoszowa). W części północnej tego kompleksu na pograniczu z gnejsami okolicy Rudawy fałdy ciągnione mają również kierunek południkowy, lecz obalone są ku wschodowi.

Tak zorientowane fałdy ciągnione tej strefy mogłyby być interpretowane jednoznacznie w przypadku udokumentowanej wergencji na tym obszarze.

Według poglądu O. Kodyma i J. Svobody (1948) na kierunki fałdowań w Sudetach, na obszarze tym należy przyjąć wergencję zachodnią. Przy takiej wergencji kompleks łupków łyszczkowych z opisanymi fał-

dami ciągnionymi należałoby traktować jako jądro fałdu nasuniętego od wschodu z zanurzającym się skretem czołowym. Gnejsy bystrzyckie otulające tę strefę leżałyby wówczas w synklinach. Tak podany obraz tektoniczny jest bardzo skomplikowany i niejasny.

Znaczniej prostszy i bardziej zrozumiały obraz budowy geologicznej badanego obszaru otrzymamy, przyjmując dla Gór Bystrzyckich wergencję wschodnią, którą przyjmuje również F. Pauk (1953). Przy takim ujęciu omawiana strefa łupków łyszczykowych leżałaby w synklinie, a otulające ją gnejsy tworzyłyby partie antyklinalne.

Drobne fleksury

Tego rodzaju drobne struktury posiadają budowę jak najbardziej typową dla fleksury. Skłony fleksuralne tych struktur mają minimalną szerokość, nie przekraczającą dwóch centymetrów i są dość często podkreślone pęknięciem, co świadczy, że powstały one później, w fazie późniejszej niż fałdy ciągnione. Mechanizm ich tworzenia się jest zapewne zbliżony do mechanizmu powstania fałdów ciągnionych, różne byłoby natomiast środowisko fizyczne w jakim powstały te dwa typy struktur. Drobne fleksury tworzyły się zapewne w strefie płytszej o znacznie niższym ciśnieniu nadkładu, w której skały łupkowe zachowywały się jako masy dość sztywne.

Na omawianym obszarze drobne fleksury są bardzo częste. Spotyka się je zarówno w kompleksie łupków łyszczykowych, jak i w gnejsach bystrzyckich. Przebieg tych struktur zbliżony jest do równoleżnikowego, a więc prostopadły do biegu lineacji i fałdów ciągnionych. Upady ich osi są skierowane ku zachodowi pod kątem bardzo zmiennym od 5° do 60°, w zależności od nachylenia płaszczyzn foliacji serii metamorficznej. Skłony fleksuralne opisanych struktur są zawsze zwrócone ku południowi. Tak zorientowane drobne fleksury mogły powstać jedynie w fazie górotwórczej wywołanej naciskami idącymi od północy. Należy jeszcze dodać, że są one młodsze od lineacji i fałdów ciągnionych, gdyż jedne i drugie są przez nie zdeformowane.

Ewolucja tektoniczna południowej części Gór Bystrzyckich

Przedstawione w poprzednich rozdziałach obserwacje geologiczne świadczą o wielkim bogactwie i różnorodności zjawisk tektonicznych w metamorfiku Gór Bystrzyckich. Tak złożona tektonika, jak wskazał H. Teisseyre (1956) dla Sudetów w ogóle, może być wywołana jedynie szeregiem faz górotwórczych działających w różnych kierunkach oraz w różnych głębokościach i środowiskach fizycznych. Nic więc dziwnego, że obecny obraz geologiczny jest trudny do odczytania, jest on bowiem

wynikiem wielofazowej przebudowy pierwotnych struktur tektonicznych. Rozwiązanie budowy geologicznej badanego obszaru musi być zatem oparte na rekonstrukcji poszczególnych faz górotwórczych, którym uległ ten rejon.

Dotychczasowe wyniki badań pozwalają odczytać ewolucję tektoniczną Gór Bystrzyckich tylko częściowo. Jest rzeczą oczywistą, że rekonstrukcja deformacji przynależnych do danej fazy będzie tym trudniejsza im będą starsze jej założenia. Również należy się liczyć z tym, że pierwotne założenia Gór Bystrzyckich uległy w różnym stopniu zatarciu przez późniejsze deformacje.

Na podstawie dotychczasowych badań terenowych można dla Gór Bystrzyckich wyznaczyć następstwo zjawisk tektonicznych i nawiązać je do ogólnie przyjętych faz:

- I. Faza poprzedzająca proces granityzacji.
 - II. Faza, z którą wiąże się granityzacja.
 - III. Faza przeobrażająca produkty granityzacji.
 - IV. Faza zaznaczająca się przebudową elementów tektonicznych powstałych w fazie trzeciej.
 - V. Faza dająca wyłącznie odkształcenia dysjunktywne.
- Opis i znaczenie tych faz podane są poniżej.

Faza I. Dla fazy tej należy przyjąć wiek prekambryjski, bliżej nie określony. Spowodowała ona sfałdowanie osadowej serii łupkowej oraz jej wstępną metamorfozę. Przy dzisiejszych metodach badań odtworzenie stylu tektoniki związanej z tą fazą wydaje się niemożliwe.

Faza II. Dalsze przefałdowania Gór Bystrzyckich również wieku prekambryjskiego spowodowały, że elementy tektoniczne, obecnie znajdujące się na powierzchni, zostały wówczas pogrążone na znacznej głębokości i uległy, jak się wydaje, częściowo procesom granityzacji (Smulikowski 1957). Efektem tych procesów było powstanie podczas trwających wówczas ruchów górotwórczych wielkich ciał skalnych o składzie mineralnym granitów, co musiało spowodować przebudowę pierwotnej tektoniki i zatarło jej linie przewodnie.

Faza III. Jeszcze większe zmiany, tym razem natury dynamicznej, zaszły w okresie ruchów kaledońskich. Fazie tej należy przypisać największe znaczenie w historii rozwoju Gór Bystrzyckich, gdyż w znacznej mierze nadała ona im obecny styl budowy tektonicznej. Bogactwo zjawisk tektonicznych towarzyszące tym ruchom, jak foliacja, lineacja, fałdy ciągnione i partiami występująca kataklaza, świadczą o ich dużym nasileniu. Efektem tych ruchów było powstanie struktur tektonicznych o przebiegu zbliżonym do południkowego. Obecnie kierunki te zachowały się jedynie w przebiegu lineacji. Dzisiejszy obraz przebiegu poszczególnych stref kompleksu łupków łyszczkowych i gnejsów bystrzyckich daleko

odbiega od obrazu wywołanego tą fazą. Strefy te wówczas również układały się w kierunki zbliżone do południkowych. Poza tym kompleks łupków łyszczykowych środkowej części zdjęcia geologicznego łączył się z kompleksem łupków łyszczykowych okolicy Kamieńczyka. Dzisiaj te dwa wystąpienia oddzielone są od siebie dyslokacją pokredową. Również gnejsy bystrzyckie w północnej części obszaru objętego zdjęciem geologicznym łączyły się z gnejsami położonymi na SE od Kamieńczyka. Obecnie połączenie to znajduje się pod utworami górnej kredy rowu Nysy. Sprecyzowanie stylu tektoniki oraz jednostek tektonicznych związanych z tą fazą następuje duże trudności. Wydaje się jednak, że jednostki tektoniczne powstałe w tym okresie posiadają charakter obalonych i leżących fałdów oraz nasunięć.

Przyjmując dla tej fazy wschodnią wergencję ruchów górotwórczych, można przedstawić zarys budowy geologicznej związanej z tą fazą w sposób następujący.

Kompleks łupków łyszczykowych w środkowej części zdjęcia geologicznego (Poręba, Poniatów, Gniewoszków i Różanka) i okolicy Kamieńczyka tworzyłby partię synklijalną.

Na tle zjawisk geologicznych omawianego obszaru budowa geologiczna tej synkliny jest dość charakterystyczna. Struktury liniowe zarówno w kompleksie łupków łyszczykowych jak też w gnejsach bystrzyckich świadczą, że jednostki tektoniczne badanego terenu wyraźnie zanurzają się ku południowi. Ponadto liczne uskoki poprzeczne wykazują tendencję do zrzucania skrzydła południowego. Obserwacje te dowodzą, że występujące tu jednostki tektoniczne śledzone z północy ku południowi odsłaniają coraz to wyższe poziomy intersekcyjne. W takiej sytuacji wychodnie kompleksu łupków łyszczykowych tworzące tę synklinę winny rozszerzać się ku południowi. Dzieje się jednak inaczej. Synklina ta ku południowi zwęża się.

Zwężenie to można interpretować dwojako.

1° Masy gnejsowe, które na NW od Różanki leżą zgodnie na łupkach łyszczykowych, na S od tej miejscowości, w depresji, przechodzą w płaskie nasunięcie przykrywające w znacznej mierze strefę łupkową.

2° Nasunięcie istnieje na całej przestrzeni, ale w wysokim poziomie intersekcyjnym. Na pn.-zachodnim wyniesionym odcinku aż po Różankę włącznie poziom ten leży powyżej dzisiejszej powierzchni intersekcyjnej. Natomiast na południe od Różanki schodzi on poniżej tej powierzchni.

Położone na północy gnejsy bystrzyckie wzgórze Jagodna i gnejsy okolicy Kamieńczyka mieszczące się na SE od omawianego kompleksu łupków łyszczykowych stanowiłyby fragmenty tej samej partii antyklijalnej.

Gnejsy bystrzyckie Czerńca i Bochniaka również przedstawiały antyklinę, na której wzdłuż kompleksu łupków łyszczykowych strefy Niemojów — Czerwony Strumień leżą podobne gnejsy nasunięte od zachodu¹.

Faza IV. Faza ta, wieku waryscyjskiego, zaznaczyła się na badanym obszarze drobnymi fleksurami ze skłonami fleksuralnymi zwróconymi ku południowi. Powstała ona zatem w wyniku nacisków idących od północy. Z fazą tą związane jest przede wszystkim wyruszenie z pierwotnego położenia kaledońskich struktur tektonicznych, w wyniku czego układają się one równoleżnikowo (okolice Rudawy, Poniatowa i Poręby).

Powszechne dla tej fazy są również dyslokacje. Jedna z nich położona między Rudawą a Porębą zasługuje na bliższe omówienie. Posiada ona charakter nasunięcia, powstałego w wyniku wciskania się gnejsów bystrzyckich pod leżący wyżej kompleks łupków łyszczykowych, na skutek nacisków idących od północy.

Również dyslokacja biegnąca przez Kamieńczyk o kierunku NE-SW wydaje się być związana z tymi ruchami, lecz mechanizm jej tworzenia się jest trudny do odczytania, gdyż uległa ona odnowieniu w czasie ruchów pokredowych.

Intensywność ruchów waryscyjskich musiała być dość znaczna, gdyż partiami doszło do wytworzenia kataklazytów. Ruchom tym towarzyszyło również powstanie żył lamprofirowych.

Faza V. Wiek tej fazy przypada na okres pokredowy (ruchy młodosaaksońskie). Faza ta wpłynęła w sposób widoczny na przebudowę starych założeń tektonicznych metamorfiku Gór Bystrzyckich.

Obserwacje geologiczne prowadzone na pograniczu metamorfiku Gór Bystrzyckich z utworami górnej kredy rowu Nysy pozwalają bliżej sprecyzować wpływ dyslokacji pokredowych na modyfikację starych założeń tektonicznych.

Przy dyslokacji biegnącej od Kamieńczyka w kierunku pd.-wschodnim utwory metamorficzne skrzydła podniesionego zapadają ku płaszczynie uskokowej. W strefie dyslokacyjnej widoczne jest stromsze ustawienie foliacji w utworach metamorficznych, spowodowane ciągnięciem warstw (fig. 1).

¹ W południowej części badanego obszaru L. Sawicki (1958) wydzieliła trzy jednostki tektoniczne, a mianowicie:

1. Jednostkę Niemojów-Lesica, do której zalicza wydzielony przeze mnie kompleks łupków łyszczykowych strefy Niemojów-Czerwony Strumień, oraz gnejsy bystrzyckie położone na SW od tej strefy.

2. Jednostkę Różanka-Kamieńczyk, w skład której wlicza kompleks łupków łyszczykowych okolicy Różanki i Kamieńczyka, jak również gnejsy bystrzyckie Czerńca i Bochniaka.

3. Jednostkę Boboszków-Potoczek, która obejmuje gnejsy bystrzyckie położone na SE od Kamieńczyka, oraz część gnejsów i kompleksu łupków łyszczykowych masywu Śnieżnika w okolicy Potoczka.

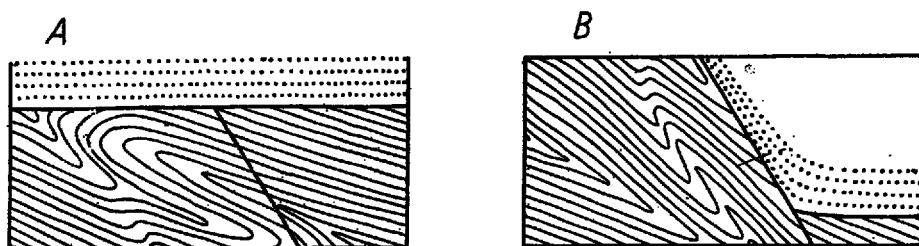


Fig. 1

Uskok normalny. Foliacja w utworach metamorficznych skrzydła podniesionego zapada ku płaszczyźnie uskokowej

A utwory metamorficzne nie naruszone dyslokacją pokredową, B zjawisko stromszego ustawienia foliacji w utworach metamorficznych skrzydła podniesionego wywołane ciągnięciem warstw

Normal fault. Foliation in metamorphic rocks of elevated limb dips towards the fault plane

A metamorphic rocks not disturbed by post-Cretaceous dislocation, B steepening of foliation in metamorphic rocks of the elevated limb due to tension

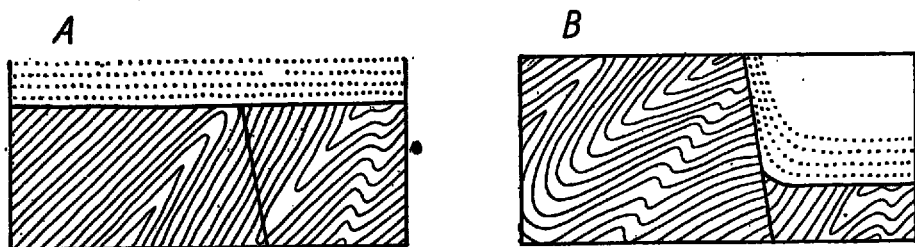


Fig. 2

Uskok normalny. Foliacja w utworach metamorficznych skrzydła podniesionego zapada w kierunku przeciwnym w stosunku do płaszczyzny uskokowej

A utwory metamorficzne nie naruszone dyslokacją pokredową, B skrzydło podniesione utworów metamorficznych z widocznym ciągnięciem warstw, co powoduje łagodniejszy upad foliacji w porównaniu z jej pierwotnym położeniem

Normal fault. Foliation in metamorphic rocks of elevated limb dips in a direction contrary to the fault plane

A metamorphic rocks not disturbed by post-Cretaceous dislocation, B raised limb of metamorphic rocks with conspicuous tension leading to gentler foliation dip as compared with its original situation

Główna linia dyslokacyjna na odcinku na N od Poręby przedstawia uskok normalny. Utwory metamorficzne skrzydła podniesionego zapadają tutaj w kierunku przeciwnym w stosunku do płaszczyzny uskokowej. Tak zorientowany przebieg foliacji utworów metamorficznych w stosunku do płaszczyzny uskokowej sprawia, że struktury tektoniczne skrzydła pod-

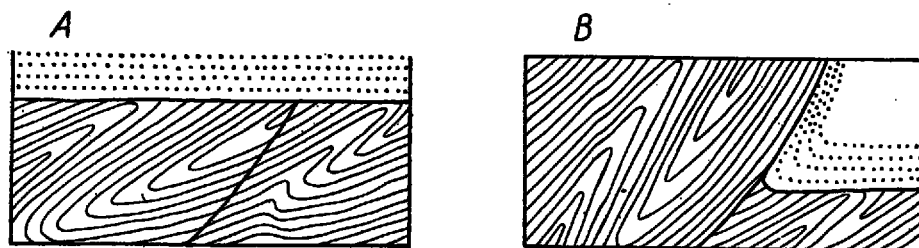


Fig. 3

Uskok inwersyjny. Foliacja utworów metamorficznych skrzydła podniesionego zapada zgodnie z płaszczyzną uskokową, lecz pod kątem nieco mniejszym

A utwory metamorficzne nie naruszone dyslokacją pokredową, B zjawisko przystosowania się foliacji utworów metamorficznych skrzydła podniesionego do płaszczyzny uskokowej, co powoduje stromsze ustawienie struktur tektonicznych

Inversion fault. Foliation of metamorphic rocks of raised limb dips in conformity with the fault plane but at a slightly smaller angle

A metamorphic deposits not disturbed by post-Cretaceous dislocation, B adjustment of foliation to the fault plane of metamorphic rocks in the raised limb, responsible for steepening of tectonic structures

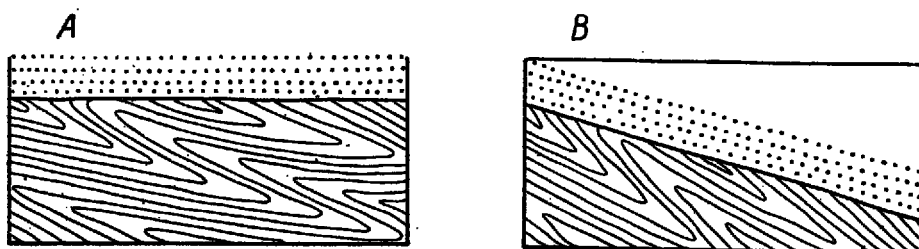


Fig. 4

A utwory metamorficzne nie naruszone ruchami pokredowymi, B utwory metamorficzne wyruszone z pierwotnego położenia na skutek ruchów pokredowych. W tym przypadku stromość struktur tektonicznych serii krystalicznej wzrosła

A metamorphic rocks undisturbed by post-Cretaceous movements, B metamorphic rocks displaced from their primary position owing to post-Cretaceous movements. In this case the steepening of tectonic structures of the crystalline series has increased

niesionego zapadają łagodniej niż pierwotnie. Zjawisko to jest również wywołane ciągnięciem warstw (fig. 2).

Dyslokacja na odcinku Różanka-Gniewoszów tworzy uskok inwersyjny. Utwory skrzydła podniesionego zapadają zgodnie z płaszczyzną uskokową, lecz pod kątem nieco mniejszym. Daje się tutaj zaobserwować przystosowanie foliacji utworów metamorficznych do przebiegu płasz-

czyzny uskokowej. W takiej sytuacji następuje stromsze ustawienie foliacji w utworach metamorficznych skrzydła podniesionego (fig. 3).

W okolicy Kamieńczyka osady górnej kredy leżą transgresywnie na utworach metamorficznych i są wyraźnie nachylone. Zatem utwory metamorficzne i tutaj uległy wpływom tektoniki pokredowej. Po sprowadzeniu osadów kredowych do poziomu, biegi i upady foliacji utworów metamorficznych będą miały położenie nienaruszone ruchami pokredowymi. Tak przeprowadzona redukcja zjawisk tektoniki pokredowej w metamorfiku okolicy Kamieńczyka wykazała, że omawiane elementy tektoniczne przed osadzeniem się utworów kredowych miały upady dochodzące zaledwie do 15-20° (fig. 4).

*Pracownia Sudecka
Zakładu Nauk Geologicznych PAN
Wrocław, w kwietniu 1959 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- FISTEK J. & GIERWIELANIEC J. 1961. Objasnienia do mapy geologicznej Sude-
tów, arkusz Nowa Bystrzyca. Wrocław. (w druku).
- KODYM O. & SVOBODA J. 1948. Kaledonská přikrovova stavba Krknoš a Ji-
zerských Hor. — Sborn. Stát. Geol. Úst. ČSR, sv. 15. Praha.
- LEPPLA A. 1900. Geologisch-hydrographische Beschreibung des Niederschlagsge-
bietes der Glatzer Neisse. — Abh. Kgl. Preus. Geol. L.-A., N. F., H. 32, Berlin.
- OBERC J. 1957. Zagadnienie geologii metamorfiku zachodniej części Gór Białskich
i obniżenia Stronia Śląskiego. Przewodnik XXX Zjazdu Pol. Tow. Geol.
Wrocław.
- PAUK F. 1953. Poznámky ke geologii Orlických Hor a Králického Snežniku. —
Věstn. Ustf. Úst. Geol., roč. 28. Praha.
- PETRASCHECK W. 1909. Die kristallinen Schiefer des nordlichen Adlergebirgen. —
Jb. K. K. Geol. R.-A.
- SAWICKI L. 1958. Wstępne sprawozdanie z badań geologicznych w okolicach Między-
górze (Preliminary report on geological research in region of Międzygórze —
Middle Sudeten). — Kwartalnik Geol., t. 2, z. 2. Warszawa.
- SMULIKOWSKI K. 1952. Uwagi o starokrystalicznych formacjach Sudetów (The old
crystalline formation of the Sudeten Mountains). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc.
Géol. Pol.), t. XXI. Kraków.
- 1957. Formacje krystaliczne grupy górskiej Śnieżnika. Przewodnik XXX Zjazdu
Pol. Tow. Geol. Wrocław.
- TEISSEYRE H. 1956. Kaledonidy sudeckie i ich waryscyjska przebudowa (Sudetic
Caledonides and their Variscian rebuilding). — Przegląd Geol. nr 3. Warszawa.
- 1957. Budowa geologiczna okolic Międzygórze. Przewodnik XXX Zjazdu Pol.
Tow. Geol. Wrocław.

SŁOWNIK POLSKO-NIEMIECKICH NAZW GEOGRAFICZNYCH
(Polish-German Dictionary of Geographical names)

Bochniak	Salz Kuppe	Masyw Śnieżnika	Glatzer
Czerniec	Schwarzerberg		Schneegebirge
Czerwony Strumień	Rothflossel	Mostowice	Langenbruck
Gniewoszów	Seitendorf	Niemojów	Marienthal
Góry Bystrzyckie	Habelschwerdter Gebirge	Nysa Kłodzka	Glatzer Neisse
Góry Orlickie	Adlergebirge	Poniatów	Peucker
Jagodna	Heldelberg	Poręba	Lichtenwalde
Kamieńczyk	Steinbach	Różanka	Rosenthal
Karkonosze	Riesengebirge	Rudawa	Stuhlseiffen

М. ДУМИЧ

НАБЛЮДЕНИЯ МЕЛКИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР
В ЮЖНОЙ ЧАСТИ МЕТАМОРФИКА БЫСТЖИЦКИХ ГОР
(СУДЕТЫ)

(Резюме)

Настоящая статья содержит геологический обзор метаморфических образований Быстжицких Гор, описание взаимоотношений комплекса слюдяных сланцев и быстжицких гнейсов, а также наблюдения мелких тектонических структур. Геологическое объяснение замеченных явлений позволило воспроизвести в некоторой степени развитие тектоники исследуемого района. Здесь выделено пять горообразовательных фаз. Первые две — докембрийские. Старшая из них вызвала смятие осадочной серии в складки и её метаморфическое изменение, младшая же привела к погружению на значительную глубину пород, которые ныне находятся на поверхности. Вследствие этого возникли громадные геологические тела по минеральному составу не отличающиеся от гранитов. Третья фаза — каледонского времени придала Быстжицким Горам сегодняшний стиль геологического строения. Результатом этих движений было возникновение тектонических структур с меридиональным направлением. Тектонические элементы возникшие в этой фазе были перестроены во время варисцийского и саксонского движений.

M. DUMICZ

**NOTES ON MINOR TECTONIC STRUCTURES
IN THE SOUTHERN PART
OF THE METAMORPHIC OF THE BYSTRZYCKIE MTS. (SUDETEN)**

ABSTRACT: The Pre-Cambrian metamorphic rocks in the Bystrzyckie Mountains, consisting of mica schists and Bystrzyca gneisses, have experienced strong tectonic deformations. Observations of the mutual relation of these two metamorphic complexes and minor tectonic structures (foliation, lineation, drag folds and minute flexures) have led to the determination of the number and sequence of phases in the metamorphose and tectonic deformations in the Bystrzyckie Mountains.

INTRODUCTION

The area, here geologically studied, constitutes the southern part of the Bystrzyckie Mountains, a range in the Middle Sudeten. The Bystrzyckie Mountains are built mainly of metamorphic rocks developed in the amphibolite facies of Pre-Cambrian age. The non-metamorphic sedimentary rocks, represented by Upper Cretaceous deposits, have persisted here as fragments in tectonic depressions. Research work in this region is primarily concerned with metamorphic rocks.

GEOLOGICAL DESCRIPTION OF PRE-CRETACEOUS ROCKS

Two, differently aged stratigraphic units have been distinguished in the metamorphic rocks of the studied area. They are: the older complex of mica schists and the younger complex of Bystrzyca gneisses.

Mica schists complex

This complex represents here different varieties of mica schists, mostly feldspathised, passing into paragneisses. Amphibolites, crystalline limestones and quartzites are frequent.

Amphibolites are usually fine-grained, only occasionally with the gabbroidal type of structure. Their contact with the mica schists is not always sharp. Moreover, biotitisation of amphibolites is noted on the contact of these two rock varieties.

Crystalline limestones are fine- to coarse-grained, with sporadical biotite and muscovite flakes. The presence of diopside has been ascertained on their contact with the Bystrzyca gneisses.

Quartzites and quartzite schists are mostly fine grained and laminated. Concentrations of minute muscovite and biotite flakes are encountered, as well as sporadical porphyroblastic feldspars.

Stratigraphically the quartzites and quartzite schists are not known, similarly as amphibolites and crystalline limestones. In relation to the adjacent rocks the quartzites and quartzite schists occupy here a rather characteristic position. They are distinctly predominant on the boundary between the Bystrzyca gneisses and the mica schists. Moreover they are frequently encountered as relicts in the Bystrzyca gneisses. Hence the inference that, under certain geological conditions, the range of metasomatic granitisation of the primary sedimentary series may have been adjusted to the presence of major quartzite series.

Bystrzyca gneisses

The magmatic origin of these rocks has been questioned on evidence of recent studies of K. Smulikowski (1957) on analogous rocks of the Śnieżnik Massif. The Śnieżnik gneisses, thus far regarded as typical magmatic rocks, have now been proved to owe their origin to a great extent to the metasomatic granitisation of the mica schists complex.

The Bystrzyca gneisses display a rather monotonous mineral composition and variable texture. On the boundary with the mica schists complex these rocks show the presence of quartzite and mica schist inclusions, arranged in agreement with foliation. Megascopically some of the studied varieties of the Bystrzyca gneisses resemble the gneisses of Gierałtów known from the Śnieżnik Massif.

TECTONICS

The metamorphic rocks of the here considered area have not been stratigraphically determined. This causes notable difficulties in the establishment of their geological structure. Field observations of geological phenomena, particularly of minute structures, together with intersection have led to a preliminary knowledge on the tectonics here.

Relation of mica schists complex to Bystrzyca gneisses

The most important occurrence of the mica schist complex stretches in a wide belt over the central portion of the geological map. Its southern extension occurs in the vicinity of Kamieńczyk. The belt arcuates gently to the north-east, sinking into the inside of the arch. Its contact with the Bystrzyca gneisses situated in the south-eastern part is tectonic between Kamieńczyk and Różanka but primary NW of Różanka.

The boundary of this belt with the Bystrzyca gneisses in the Jagodna hill and in the vicinity of Kamieńczyk bears a dislocating character.

Two minor areas of the mica schist complex have not yet been mentioned. One of them stretches from Niemojów to Czerwony Strumień. Its position has been ascertained to be tectonic. The other area extends between Mostowice and the slopes of the Jagodna hill. Its relation to the Bystrzyca gneisses has not as yet been cleared up. It may, however, be stated that it is monoclinically folded with the gneisses.

Foliation

Foliation is observable within all varieties of metamorphic rocks, but particularly distinctly in the mica schists. Its course in the studied terrain is rather peculiar. Within the area situated between Kamieńczyk and Mostowice the foliation forms an arch bending NE. In the northern portion of the geological map the arch is with a 100° azimuth, while in the southern part the azimuth is one of 200° , with intermediate azimuth values intervening. The foliation dip is directed to the inside of the arch. Within the Bystrzyca gneisses, SE of Kamieńczyk, the course of the foliations differs. There it is likewise arcuate but domed to the N and sinking outside of the arch.

Observations of minor tectonic structures

Besides foliation the following minor tectonic structures have been encountered during field work: lineation, drag folds and minute flexures.

Lineation

Lineation is mostly expressed by crumpling on foliation planes and by linear extension of minerals. In the northern part of the geologic map the azimuth is approximately 180° , when traced southwards it gradually changes direction through the 190° and 200° azimuth to that of 215° .

In the Bystrzyca gneisses, SE of Kamieńczyk, lineation has an approximately 30° azimuth and a NE dip. Lineation in the studied area, thus oriented in relation to foliation, suggests tectonic re-building of this terrain.

Drag folds

The course of drag folds in the studied area agrees with lineation. Drag folds are encountered mostly in the mica schist complex forming a wide belt in the central part of the geologic map. At the boundary with the Bystrzyca gneisses mantling it from the SW this complex contains drag folds which are nearly meridional and overturned to the west. In

the northern part of this complex the drag folds likewise have a meridional trend but they are overturned to the east.

In view of the widely accepted western direction of folding in this area the mica schist complex, together with the described drag folds, ought to be regarded as the core of the fold overthrusting from the east with sinking anticlinal (frontal) bend. A much simpler concept of the geological structure of the Bystrzyckie Mountains would ensue from the supposition of an eastern direction of folding. On this hypothesis the studied mica schist belt would be situated in the syncline, while gneisses mantling it would constitute the anticlinal portions.

Minute flexures

The flexural slopes of these structures are of slight width not exceeding two centimetres. They are fairly often emphasised by cracks. Within the studied area minute flexures are extremely frequent. They have a sub-equatorial course, hence they are vertical to lineation and to drag folds. The flexural slopes of these structures always look south. Thus oriented minute flexures may have been formed solely during an orogenic phase due to pressures from the north. It ought to be added that they are younger than lineation and drag folds since they are responsible for their formation.

Tectonic evolution of the southern part of the Bystrzyckie Mountains

On the basis of the so far undertaken field studies the sequence of tectonic events in the Bystrzyca Mountains may be determined and connected with the generally accepted phases. The following remarks concern the sequence and character of these phases:

Phase I is referable to the Pre-Cambrian, without closer age determination. It is responsible for the folding and metamorphism of the sedimentary series. The reconstruction of tectonics connected with phase I does not seem feasible by present research methods.

Phase II. Further folding of the Bystrzyckie Mountains, likewise of Pre-Cambrian age, caused considerable depth of the subsidence and partial granitisation of the now surficial tectonic elements. Formation of extensive rock-bodies, with mineral composition similar to that of granites, resulted from these processes.

Phase III. Still greater tectonic disturbances, now of dynamic nature, occurred during the Caledonian movements. They resulted in the formation of structures with sub-meridional direction. At the present these directions are preserved in course of lineation only. Tectonic units formed during that period bear the character of overturned and recumbent

folds and overthrusts. If the eastern direction of folding is here accepted, the geological structure pattern to be associated with this phase might reasonably be as follows: the mica schist complex in the central part of the geologic map and in the vicinity of Kamięńczyk would constitute the synclinal portion. South of Różanka this is to a large extent covered by gneisses overthrusting from the west. The Bystrzyca gneisses lying N and SE of this complex would be fragments of the same anticlinal area. Today these two occurrences are separated from each other by a Post-Cretaceous dislocation. The Bystrzyca gneisses contacting on the south-west with that syncline would constitute an anticlinal series overlaid, along the belt Niemojów — Czerwony Strumień mica schists, by gneisses overthrust from the west.

Phase IV is probably Hercynian. It is associated with the rebuilding of old tectonic structures of Caledonian age, responsible for their equatorial arrangement. Tectonic dislocations and shearing off are frequent in this phase, particularly on the boundary between the mica schist complex and the Bystrzyca gneisses. The movements here must have been of great intensity since cataclasites have been locally formed. They are also to be associated with the formation of lamprophyre veins.

Phase V is referable to the Post-Cretaceous (Young Saxonian movements). During it the Bystrzyckie Mountains were raised to considerable height and re-built. This is most conspicuous in the faulted areas where we may observe various deformations of metamorphic rocks (figs. 1-4).

*Sudeten Station
of the Institute of Geological Sciences
Polish Academy of Sciences
Wrocław, April 1959*
