

przegląd GEOLOGICZNY

Numer 10 (414)
PAŹDZIERNIK 1987
ROK XXXV

ORGAN PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ

OD REDAKCJI

Oddajemy do rąk Czytelników kolejny (drugi) zeszyt „Przeglądu Geologicznego” o profilu tektonicznym. Pieczę nad doбором materiałów i redakcją naukową sprawuje nadal prof. Wojciech Jaroszewski. Zestawianiu obecnego, podobnie jak poprzedniego numeru 10 przyświecało dążenie do eksponowania konkretnych zagadnień strukturalnych, zwłaszcza tych, które mogą mieć ogólniejszą wartość metodyczną. W tym numerze więcej miejsca zajmuje problematyka sudecka (nowe spojrzenie na fazy deformacji metamorfiku sowiogórskiego, datowanie Rb/Sr granitu karkonoskiego); tradycyjnie już reprezentowany jest region karpacki (cios w pasie skałkowym, tektonika nieciągła Podhala, pierwsze dane bezpośrednie o współczesnej ruchliwości pionowej Tatr i Podhala, sporne zagadnienie najwyższych jednostek w Tatrach); obecne są też zagadnienia czysto metodyczne (interpretacja struktur ślizgowych) i aplikacyjne (rola tektoniki w genezie złóż siarki).

Mamy nadzieję, że tak skomponowany numer będzie przydatny szerokiemu kręgowi Czytelników, napotykających liczne luki w polskim piśmiennictwie tektonicznym.

ZBIGNIEW CYMERMAN

Państwowy Instytut Geologiczny

PRÓBA OKREŚLENIA WIEKU GŁÓWNYCH FAZ DEFORMACJI W METAMORFIKU SOWIOGORSKIM (DOLNY ŚLĄSK)

UKD [551.24+551.7.032](234.57)

Metamorfik sowiogórski należy do największych i najważniejszych jednostek strukturalnych w Sudetach i jest na ogół uważany za ich najstarszy element strukturalny (36, 37, 27, 28, 29, 15, 16, 17, 18). Wiek pierwotnych serii osadowych, z których powstały paragnejsy i migmatyty, był oceniany na archaik (28, 16) lub wczesny proterozoik (29). W nowym świetle stawiają problem wieku serii premetamorficznych badania stratygraficzne T. Guni (19, 20), które wskazują na osady ryfeju górnego.

Serie premetamorficzne uległy następnie wieloetapowym deformacjom tektonicznym i złożonej ewolucji metamorficznej. Istnieją różne poglądy co do liczby i wieku tych procesów (np. 16, 18, 29, 26, 24, 39). Z najstarszego etapu metamorfizmu (M_1) – w warunkach facji amfibolitowej i wysokich ciśnień (24) – zachowały się relikty dystenu, staurolitu i andalazytu (26, 24). Migmatytyzacja dyferencjalna (M_2) wywarła najsilniejsze piętno na skałach sowiogórskich (24). W tym czasie wykształciły się główne odmiany teksturalne gnejsów i migmatytów warstewkowych. Kolejny, trzeci etap przeobrażeń metamorficznych (M_3), polegał na lokalnie intensywnej homogenizacji gnejsów i migmatytów warstewkowych (16, 26, 24). Następnym etapem (M_4) były procesy metamorfozy retrogresyw-

nej (diaforezy), związane z okresem konsolidacji jednostki sowiogórskiej (26, 18, 24).

Problemem jest zsynchronizowanie etapów ewolucji metamorficznej ($M_1 - M_4$) z etapami deformacji tektonicznych. W. Grocholski przyjął początkowo trzy (16), potem cztery etapy deformacji (17, 18), a według A. Żelaźnicza (39) jednostka sowiogórska uległa sześciopiętowej ($D_1 - D_6$) ewolucji strukturalnej.

Pozycja geologiczna jednostki sowiogórskiej budzi od dawna duże zainteresowanie geologów. F. Kossmat (23) i F.E. Suess (33, 34) uważali metamorfik sowiogórski za fragment płaszczowiny (kry) oderwanej od Masywu Czeskiego w czasie orogenezy waryscyjskiej. Koncepcje te zaatakował E. Bederke (1, 2), który rozwinął wcześniejsze sugestie H. Clossa (3), że blok sowiogórski mógł być „masą oporową” dla sąsiednich obszarów, na których w paleozoiku odbywała się sedimentacja osadów. Pogląd o śródgórskiej masie oporowej, wyciśniętej z głębokiego podłoża, przedstawione także w wielu pracach geologów polskich (27, 28, 29, 36, 37).

S. Cwojdzński (5, 6) w kategoriach tektoniki płyt potraktował blok sowiogórski jako mikrokontynent, który powstał w czasie rozpadu platformy prebajkalskiej. Autor

ten przypisał mu decydującą rolę w ewolucji tektogenu waryscyjskiego Sudetów.

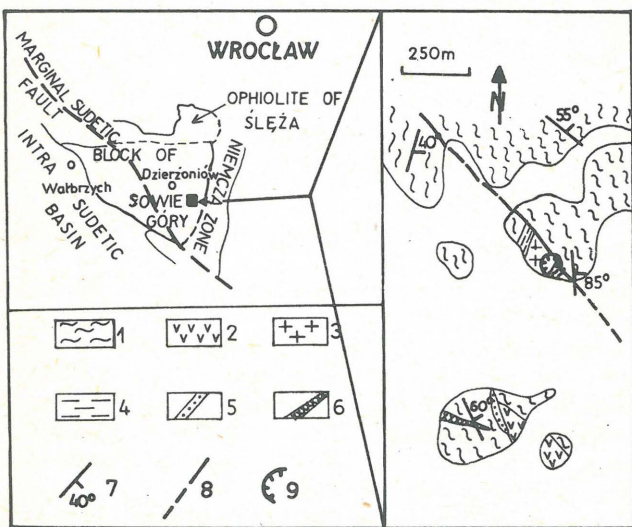
Poglądy o płaszczowinowym charakterze kry sowiogórskiej nie były od czasów F. Kossmata i F.E. Suessa rozwijane, mimo że od kilkunastu lat w geologii strukturalnej wzrasta liczba prac o mechanizmach, ewolucji i geometrii różnych systemów nasunięć i płaszczowin (ostatnio np. 32). Powrót do koncepcji allochtonizmu jednostki sowiogórskiej następuje dopiero w pracy J.M. Quenardela et al. (31). W ujęciu tym kra sowiogórską, będącą być może jednym z terranów sudeckich, nasuwała się z południa na kompleks ofiolitowy Śleży i wspólnie z nim przemieszczała się dalej ku północy na metamorfik Sudetów Środkowych. Procesy te odbywały się prawdopodobnie w czasie fałdowań akadyjskich. Również A. Grocholski (14) zakłada istnienie mikrokontynentu sowiogórskiego na płacie skorupy oceanicznej (ofiolitu Śleży), które razem zostały „zadokowane” do Masywu Czeskiego podczas fazy akadyjskiej. Z. Cymerman (8) – głównie w oparciu o wyniki badań strukturalnych – sugeruje natomiast ścisły związek między obdukcijnym nasuwaniem się z północy ofiolitu Śleży a ewolucją strukturalną przemieszczającą się z południa kry sowiogórskiej. Procesy te odbywały się podczas orogenezy waryscyjskiej. Na możliwość nasuwania się jednostki sowiogórskiej na allochtoniczny kompleks ofiolitowy Śleży wskazywał już wcześniej J. Znosko (38).

Rozwiązanie nadal dyskusyjnego problemu pozycji geologicznej jednostki sowiogórskiej w tektogenie Sudetów nie będzie możliwe bez określenia wieku serii premetamorficznych, jak i wieku ich deformacji i metamorfizmu. Ostatnio T. Gunia (21) przedstawił wyczerpującą syntezę badań wykonanych zarówno w metamorfiku sowiogórskim, jak i w sąsiednich jednostkach geologicznych

(oprócz kompleksu ofiolitowego Śleży). Autor ten pisze, że „zagadnieniem niezwykle trudnym i złożonym jest umiejscowienie poszczególnych etapów fałdowań i metamorfozy w czasie geologicznym” (str. 98). Dlatego też celem niniejszej pracy jest próba określenia wieku głównych faz deformacji w metamorfiku sowiogórskim, tj. faz określanych jako F_2 i F_3 (wg 18 i 39) lub jako D_2 i D_3 (wg 11). Próba ta została wykonana na podstawie obserwacji strukturalnych strefy kontaktu waryscyjskich granitoidów niemiezańskich z paragnejsami i migmatytami sowiogórskimi w małym kamieniołomie w zachodniej części Piławy Górnej (ryc. 1). Wyniki tych badań przedstawiają w nowym świetle wiek głównych etapów deformacji metamorfiku sowiogórskiego, a przez to ewolucji tektonometamorficznej całej jednostki sowiogórskiej, jak również sąsiednich jednostek geologicznych.

We wschodniej części metamorfiku sowiogórskiego występują liczne dajki drobnoziarnistych i – nieco starszych od nich – średnioziarnistych monzodiorytów kwarcowych, melanogranodiorytów i melanogranitów (13). Granitoidy te są tradycyjnie określane terminem „syenity” niemiezańskie. H. Dziedzicowa (11) przypisuje im genezę metasomatyczno-metamorficzną, m.in. na podstawie blaszycznego wzrostu plagioklazów kosztem minerałów ciemnych. Charakterystyczną cechą tych granitoidów jest ich charakter synkinematyczny (m.in. 11, 12).

W kamieniołomie w Piławie Górnej odsłaniają się na ścianach zachodniej i północnej monzodioryty kwarcowe, a na ścianie wschodniej – gnejsy i migmatyty sowiogórskie z bryłami granitoidów niemiezańskich. Wśród monzodiorytów kwarcowych występują różnej wielkości soczewy, przypominające wyglądem budiny, które makroskopowo zbudowane są z takiego samego materiału skalnego, jak ich osłona (ryc. 2, 3). Strefy marginalne tych soczew (budin) charakteryzują się przeważnie znacznie lepiej wykształconą teksturą kierunkową (foliacją) niż

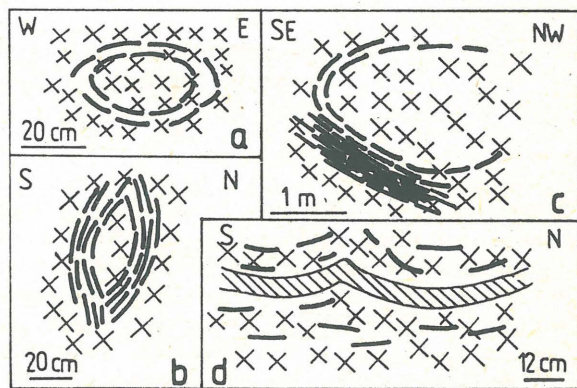


Ryc. 1. Szkic geologiczny skał krystalicznych z okolic Piławy Górnej z zaznaczoną lokalizacją omawianego kamieniołomu

1 – paragnejsy i migmatyty, 2 – amfibolity, 3 – granitoidy niemiezańskie, 4 – mylonity i blastomylonity gnejsowe, 5 – pegmatyty, 6 – lamprofiry, 7 – bieg i upad foliacji, 8 – uskoki, 9 – kamieniołom

Fig. 1. Geologic sketch of crystalline rocks in Piława Górna area with location of described quarry

1 – paragneisses and migmatites, 2 – amphibolites, 3 – Niemiecka granites, 4 – gneissic mylonites and blastomylonites, 5 – pegmatites, 6 – lamprophyres, 7 – strike and dip of foliation, 8 – faults, 9 – quarry



Ryc. 2. Przykłady form soczew (budin) w monzodiorytach kwarcowych

a – owalna soczewa ze słabo wykształconą foliacją, b – silnie spłaszczona soczewa z wyraźnie zaznaczoną foliacją, c – lokalny intensywny rozwój foliacji mylonitycznej S_3 w strefie ścinania na jednym z boków soczewy, d – żyła pegmatytowa o miąższości ok. 8 cm podkreśla geometrię początkowego etapu rozwoju dwóch soczew monzodiorytowych

Fig. 2. Examples of lenses (boudins) in quartz monzodiorites

a – oval lens with poorly developed foliation, b – strongly flattened lens with distinct foliation, c – local intensive development of mylonitic foliation S_3 in a shear zone at lens side, d – pegmatite vein about 8 cm thick accentuates a geometry of primary development of two monzodiorite lenses

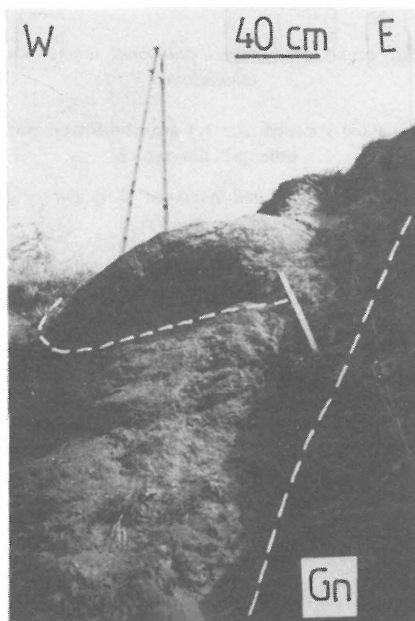
stosunkowo słabiej ukierunkowane lub nawet bezkierunkowe partie monzodiorytów wewnątrz poszczególnych soczew. Dłuższe osie tych soczew nachylają się w kierunkach ku W, NW i N, najczęściej pod kątami od 30 do 50° (ryc. 4). Wymiary ich są zróżnicowane, najmniejsze mają kilkadziesiąt cm, największe natomiast dochodzą do kilku metrów (ryc. 2, 3).

Foliacja w monzodiorytach kwarcowych Piławy Górnej charakteryzuje się przeważnie stałą orientacją przestrzenną, najczęściej zapadającą ku NW pod kątami od 55 do 70° (ryc. 5). Do odchyleń od tej orientacji dochodzi jedynie w pobliżu soczew granitoidowych, gdzie foliacja ulegała wygięciom w czasie ich powstawania i rozwoju.

W części wschodniej i północno-wschodniej kamieniołomu można obserwować zależności między granitoidami a otaczającymi je gnejsami i migmatytami (ryc. 6, 7). Występujące tutaj granitoidy cechują się znacznie większym zróżnicowaniem petrograficznym. Obok monzodiorytów kwarcowych pojawiają się mikrodioryty kwarcowe i dioryty hornblendowe. Lokalnie występują w bryłach i blokach granitoidowych również szliry biotytowe i ksenolity amfibolitów masywnych (ryc. 8).

Dla celów tektonicznych najciekawszy jest fakt występowania licznych, izolowanych ciał granitoidowych w obrębie kompleksu gnejsowo-migmatytowego (ryc. 6, 7), w formie brył, bloków, klinów, soczew i budin, najczęściej o zaokrąglonych narożach. Wielkość tych ciał jest różna – od kilkunastu cm do kilku metrów (ryc. 7). Dobrze wykształcona, penetratywna foliacja w otaczających ciałach granitoidowych gnejsach i migmatytach jest najczęściej zorientowana równoległe do granic soczew, brył i bloków granitoidowych (ryc. 7, 9).

Lokalnie w strefach kontaktów brył (bloków) granitoidowych z gnejsami i migmatytami rozwinięta jest młodsza foliacja mylonityczna (S_3). Często jej orientacja przestrzenna jest zbliżona do orientacji foliacji w monzodiorytach kwarcowych z zachodniej i północnej części ka-



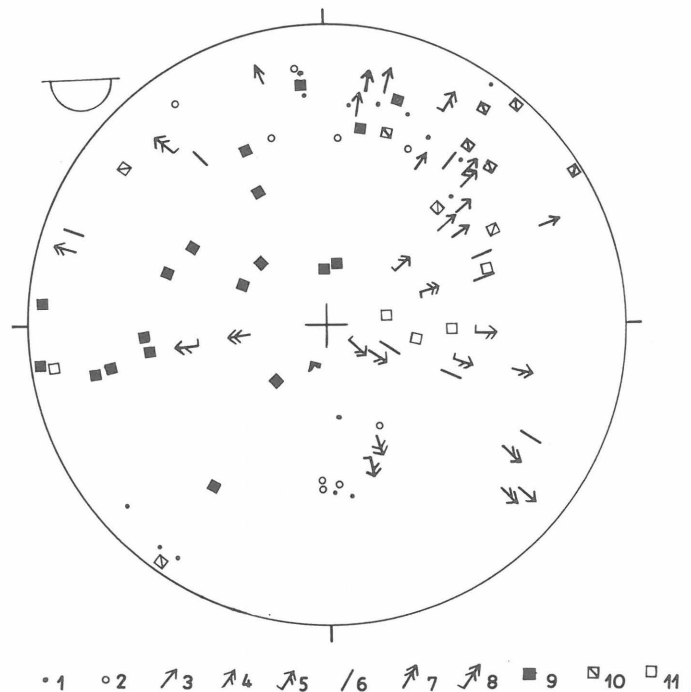
Ryc. 3. Przykład soczewy (buły) monzodiorytowej wyseparowanej przez późniejsze procesy wietrzenia. Ściana północna kamieniołomu w pobliżu kontaktu monzodiorytu kwarcowego z gnejsami i migmatytami (Gn)

Fig. 3. Example of monzodiorite lens (ball), separated by later weathering. Northern wall of a quarry near a contact of quartz monzodiorite with gneisses and migmatites (Gn)

mieniołomu (ryc. 5). Zdaniem autora świadczy to o synchroniczności rozwoju foliacji w granitoidach i foliacji mylonitycznej S_3 .

Kontakty brył, klinów i soczew granitoidowych z otaczającymi gnejsami i migmatytami są przeważnie wyraźne i ostre. Miejscami występują jednak przejścia od monzodiorytów kwarcowych przez dioryty hornblendowe i gnejsy hornblendowe w migmatyty szlirowe lub raftowe. Przejawy migmatytyzacji gnejsów zaznaczają się najwyraźniej w partiach o większej koncentracji żył pegmatytowych i applitopodobnych (np. w górnej części NE ściany kamieniołomu).

W gnejsach i migmatytach występują dość liczne struktury fałdowe (ryc. 9, 10, 11). Mezofałdy F_2 , które powstały w wyniku zafałdowania foliacji S_1 , są najczęściej typu symilarnego lub zbliżone, wąskopromienne, rzadziej izoklinalne (ryc. 9). Ogólnie charakteryzują się one mniejszą różnorodnością form (ryc. 10) niż mezofałdy F_3 . Te ostatnie są najczęściej dysharmonijne, konwolutive, ptygmatytowe, przeważnie niecyldryczne (głównie futerałowe –

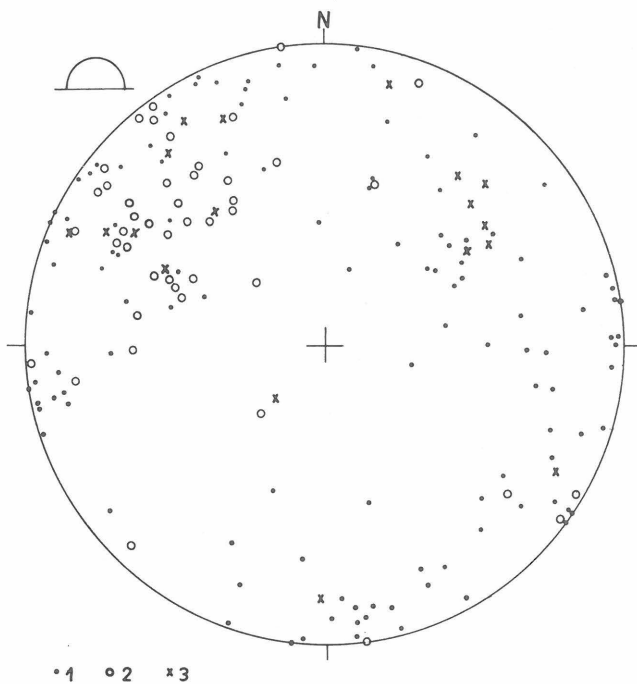


Ryc. 4. Diagram punktowy orientacji struktur liniowych i fałdowych

1 – lineacja ziarna mineralnego (L_1+L_2), 2 – lineacja ekstensyjna (z rozciągania) L_3 , 3 – oś mezofałdu F_2 , 4 – oś mezofałdu F_3 , 5 – oś mezofałdu F_3 z zaznaczoną asymetrią, 6 – oś mezofałdu F_2 lub F_3 (nie rozpoznana generacja struktur), 7 – oś mezofałdu F_4 , 8 – oś mezofałdu F_4 z zaznaczoną asymetrią, 9 – oś maksymalnego wydłużenia soczewy granitoidowej w granitoidach, 10 – oś maksymalnego wydłużenia soczewy granitoidowej w migmatytach i gnejsach, 11 – oś budiny gnejsowej w migmatytach

Fig. 4. Point diagram of orientation of linear and fold structures

1 – lineation of mineral grain (L_1+L_2), 2 – stretching lineation L_3 , 3 – axis of mesofold F_2 , 4 – axis of mesofold F_3 , 5 – axis of mesofold F_3 with marked asymetry, 6 – axis of mesofold F_2 or F_3 (not included into a given generation of structures), 7 – axis of mesofold F_4 , 8 – axis of mesofold F_4 with marked asymetry, 9 – axis of maximum elongation of granite lens in granites, 10 – axis of maximum elongation of granite lens in migmatites and gneisses, 11 – axis of gneissic boudin in migmatites



Ryc. 5. Diagram punktowy orientacji struktur planarnych (foliacji)

1 – foliacja penetratywna w gnejsach i migmatytach, 2 – foliacja S_3 w granitoidach, 3 – foliacja mylonityczna S_3

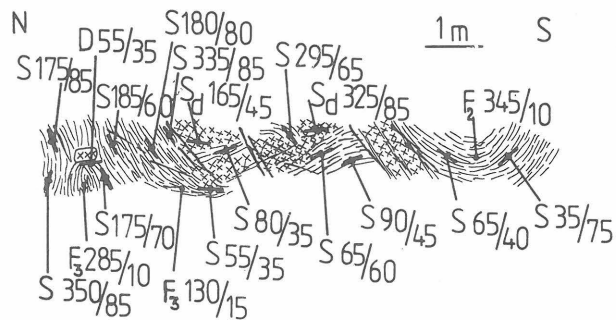
Fig. 5. Point diagram of orientation of planar texture (foliation)

1 – penetrative foliation in gneisses and migmatites, 2 – foliation S_3 in granites, 3 – mylonitic foliation S_3

ang. sheath folds), o zróżnicowanej wielkości i zmiennym zwrocie asymetrii (ryc. 10, 11). Lokalnie struktury fałdowe F_3 nałożone są na starsze mezofałdy F_2 (ryc. 11). Wiele mezofałdów nie zostało jednak przydzielonych do konkretnych etapów deformacji, tj. faz D_2 lub D_3 (ryc. 4). Spowodowane jest to podobną formą mezofałdów F_2 i F_3 oraz zbliżoną orientacją przestrzenną mezostruktur z etapów D_2 i D_3 .

Osie mezofałdów F_2 nachylają się najczęściej ku E, NE i N, średnio pod kątami ok. $30-40^\circ$ (ryc. 4). Podobnie zorientowana jest lineacja ziarna mineralnego (L_1+L_2) oraz długie osie brył i soczew granitoidowych, znajdujących się wśród gnejsów i migmatytów (ryc. 4). Osie mezofałdów F_3 zanurzają się natomiast przeważnie ku E i SE (ryc. 4); podobnie zorientowane są osie budin gnejsowych. Osie największego wydłużenia soczew monzodiorytowych wewnątrz monzodiorytów kwarcowych wykazują dużą dyspersję zarówno kierunków, jak i kątów nachylenia (ryc. 4).

Na powierzchniach foliacji mylonitycznej S_3 występuje lineacja mineralna z rozciągania (ang. mineral-stretching lineation) L_3 . W geologii strukturalnej powszechnie przyjmowane jest, że lineacja z rozciągania jest równoległa do osi ekstensji (kierunku maksymalnego rozciągania), czyli osi X elipsoidy odkształcenia końcowego (ang. finite strain ellipsoid). W strefach ścinających podatnych (ang. ductile shear zones) akcja naprężeń ścinających prowadzi do progresywnego zbliżania osi X elipsoidy odkształcenia końcowego do kierunku transportu (ruchu) tektonicznego „a”. Różną orientacją długich osi soczew i brył granitoidowych w Piławie Górnej (ryc. 4) można wytłumaczyć tym, że osie soczew i budin zorientowane ku N i NE ułożone są prawie równoległe do orientacji lineacji z rozciągania (L_3), natomiast osie brył i soczew nachylające

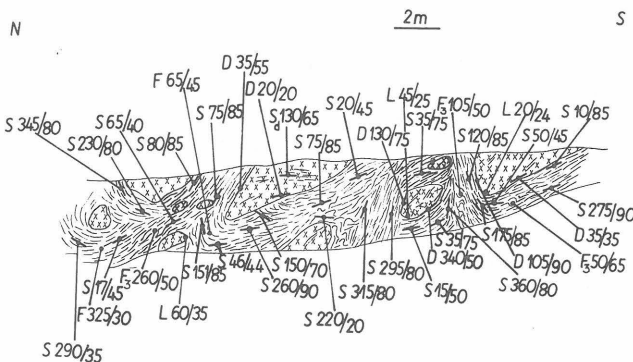


Ryc. 6. Szkic południowego fragmentu wschodniej ściany omawianego kamieniołomu

kreski – gnejsy i migmatyty, krzyżyki – granitoidy, S – foliacje w gnejsach i migmatytach, S_d – foliacja w granitoidach, D – powierzchnia graniczna brył (soczew) granitoidowych, F_2 – oś mezofałdu F_2 , F_3 – oś mezofałdu F_3

Fig. 6. Sketch of southern fragment of eastern wall in described quarry

hatches – gneisses and migmatites, crosses – granites, S – foliation in gneisses and migmatites, S_d – foliation in granites, D – outer surface of granite blocks (lenses), F_2 – axis of mesofold F_2 , F_3 – axis of mesofold F_3

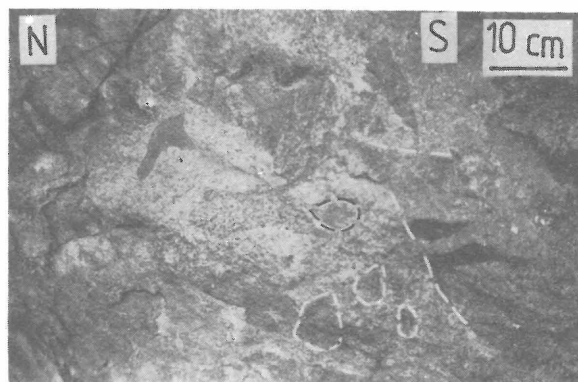


Ryc. 7. Szkic części środkowej i północnej ściany wschodniej kamieniołomu

L – orientacja osi soczewy (bryły) granitoidowej, pozostałe symbole jak dla ryc. 6

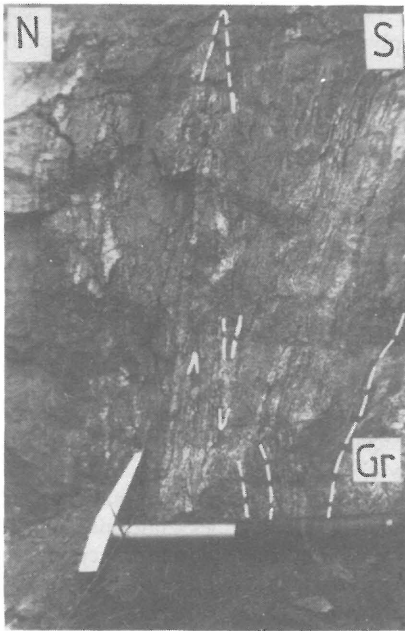
Fig. 7. Sketch of middle and northern fragment of eastern wall in the quarry

L – orientation of granite lens (block) axis, for other symbols see Fig. 6



Ryc. 8. Przykłady szlirów i ksenolitów w soczewie (bryle) monzodiorytu z NE części kamieniołomu

Fig. 8. Examples of schlieren and xenoliths in a lens (block) of monzodiorite from northeastern part of the quarry



Ryc. 9. Przykład zgodnego z orientacją foliacji kontaktu granitoidu (Gr) z paragnejsami warstwowymi i migmatytami stromatolitytami. Fałdy wąskopromienne (F_2) o osiach ok. $010/20^\circ$ i powierzchniach osiowych równoległych do penetratywnej foliacji $090/85^\circ$

Fig. 9. Example of contact concordant with orientation of foliation of granite (Gr) with banded paragneisses and stromatolite migmatites. Isoclinal folds (F_2) with axes about $010/20^\circ$ and axial planes parallel to penetrative foliation $090/85^\circ$



Ryc. 10. Zróżnicowanie morfologiczne struktur fałdowych

1 – fałd ptygmantowy (F_3) powstały z zafaldowania warstewki leucosomu (biała linia przerywana i podwójne kropki), 2 – fałd F_2 otwarty o owalnym przegubie i orientacji osi $045/35^\circ$ (powierzchnia osiowa – $125/55^\circ$), 3 – fałd F_2 początkowo o ostrym przegubie, ku górze przegub staje się coraz bardziej owalny, oś – $050/40^\circ$, powierzchnia osiowa – $135/45^\circ$, 4 – fałd F_2 paraboliczny o osi – $050/40^\circ$ i powierzchni osiowej – $135/35^\circ$

Fig. 10. Morphologic variation of fold structures

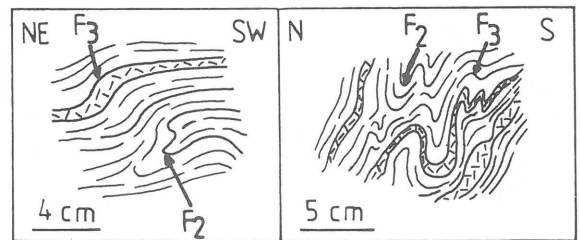
1 – ptygmantite fold (F_3) formed of folded layer of leucosom (white dashed line and double dots), 2 – fold F_2 of oval hinge zone and axis orientation $045/35^\circ$ (axial plane of $125/55^\circ$), 3 – fold F_2 with sharp hinge zone but upwards it becomes more oval, axis – $050/40^\circ$, axial plane – $135/45^\circ$, 4 – parabolic fold F_2 with axis of $050/40^\circ$ and axial plane of $135/35^\circ$

się ku W i NW oraz E są ustawione do niej prawie prostopadle (ryc. 4). Dane te świadczą o synchroniczności rozwoju lineacji z rozciągania (L_3) i stref ścinania (mylonityzacji) S_3 z rozwojem soczew i brył granitoidowych oraz o progresywnej rotacji długich osi tych struktur budinażopodobnych ku kierunkowi osi X (osi ekstensji) w czasie fazy deformacji D_3 w strefach ścinania podatnych.

Orientacja rys ślizgowych jest w części również równoległa do kierunku lineacji L_3 (ryc. 12). Większość rys nachylona jest jednak ku wschodowi, a ich orientacja na powierzchniach mezouskoków świadczy o istnieniu uskoków zrzutowo-przesuwczych.

Przedstawione powyżej dane strukturalne oraz nowe zdjęcia geologiczne okolic Piławy Górnej (ryc. 1) pozwalają przedstawić schemat ewolucji tej części metamorfiku sowiogórskiego z uwzględnieniem roli granitoidów niemiezańskich. Podczas fazy deformacji D_2 i synchronicznego metamorfizmu regionalnego (M_2) w warunkach facji amfibolitowej (18, 26, 39) powstały główne makrostruktury omawianego obszaru (ryc. 13). Według Z. Cymermana (8) ukształtowanie makrostrukturalne metamorfiku sowiogórskiego było ściśle związane z rozczłonkowaniem i przemieszczaniem fragmentów podsuwającej się pod krę sowiogórską skorupy oceanicznej (ofiolitu Ślęży) w czasie fazy deformacji D_2 .

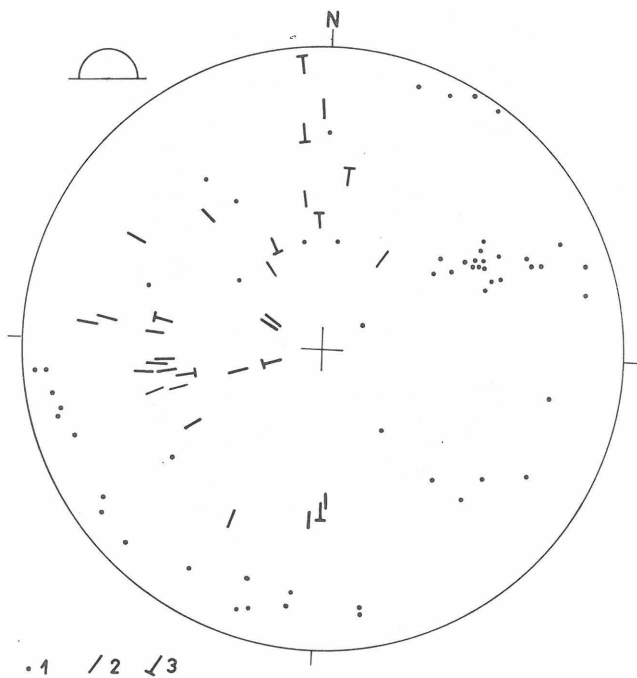
W intensywnie zdeformowane i zmetamorfizowane skały intrudował (?) monzodioryt kwarcowy w formie wąskiej dajki (ryc. 14), który być może rozwijał się kosztem makrobudiny amfibolitowej (ryc. 13). Podczas następnej fazy deformacji (D_3) główne ciało monzodiorytowe uległo w różnym stopniu ścinaniu podatnemu, szczególnie w strefie kontaktu monzodiorytu z gnejsami sowiogórskimi (ryc. 15). Powstały wtedy strefy skał blastomylonitycznych i mylonitycznych oraz foliacja mylonityczna S_3 z lineacją z rozciągania (L_3), a w monzodiorytach wykształciła się



Ryc. 11. Przykłady superpozycji i interferencji struktur fałdowych F_3 z wąskopromiennymi lub izoklinalnymi mezofaldami F_2

Fig. 11. Examples of superposition and interference of fold structures F_3 into chevron or isoclinal mesofolds F_2

tekstura kierunkowa (foliacja) S_3 . Drobne ciała monzodiorytowe, dzisiaj występujące we wschodniej części kamieniołomu, które przeniknęły w powstałe po fazie D_2 nieciągłości strukturalne (ryc. 14), zostały w czasie fazy deformacji D_3 porozrywane, zrotowane i przemieszczone (ryc. 15). Intensywna przeróbka tektoniczna drobnych ciał granitoidowych odbywała się w strefach ścinania, w warunkach metamorfizmu regionalnego (M_3). W tym czasie doszło również do zróżnicowanej w przestrzeni migmatytyzacji paragnejsów, a nawet do ich lokalnej anatektycznej homofanizacji – prawdopodobnie w strefach cieni ciśnienia niektórych brył i soczew granitoidowych.



Ryc. 12. Diagram punktowy orientacji spękań (mezouskoków) z tektoglifami

1 – normalne powierzchni mezouskoków, 2 – rysy ślizgowe, 3 – rysy ślizgowe z zadziorami

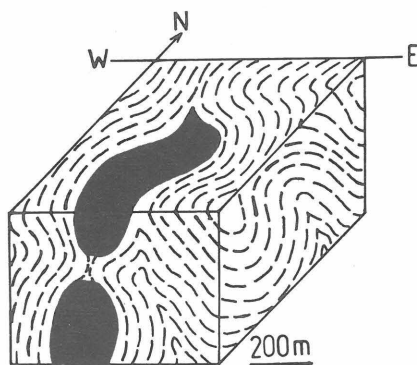
Fig. 12. Point diagram of orientation of fractures (mesofaults) with tectoglyphs

1 – normals of mesofault surfaces, 2 – fault striae, 3 – fault striae with steps

Młodsze fazy deformacji (D_4 i D_5) nie wywarły już istotnego wpływu na powstałe w czasie faz D_2 i D_3 makrostruktury omawianego obszaru (8) i zaznaczyły się głównie rozwojem mezouskoków z licznymi rysami ślizgowymi.

Jeśli przedstawiona powyżej interpretacja obserwacji mezostrukturalnych jest poprawna, to można teraz próbować umiejscowić główne fazy deformacji (D_2 i D_3) metamorfiku sowiogórskiego w czasie geologicznym. Jak już podkreślono, monzodiority kwarcowe w kamieniołomie są młodsze od fazy D_2 . Następną fazą deformacji (D_3) odbywała się w podobnie – jak faza D_2 – zorientowanym, regionalnym polu naprężeń o osi σ_1 zorientowanej w przybliżeniu w kierunku N–S (8), oraz w podobnych warunkach metamorfizmu (24, 26), jednak przy znacznie większej plastyczności całego ośrodka skalnego (migmatyzacja, homofanizacja, fałdki ptygmatytowe). Podczas fazy D_3 deformacjom uległy monzodiority kwarcowe, zarówno te w formie małych ciał (rozrywanie, rotacja, przemieszczanie i przekształcanie ich geometrii), jak i główne ciało monzodiorytowe (foliacja S_3 oraz rozwój soczew). Powstanie monzodiorytów kwarcowych w Piławie Górnej było związane z okresem względnego „spokoju” tektonicznego między koaksjalnymi (tautozonalnymi) fazami D_2 i D_3 . Dlatego określenie wieku monzodiorytów kwarcowych pozwoli na umiejscowienie w skali czasowej wieku głównych faz deformacji (D_2 i D_3) oraz synchronicznego z nimi metamorfizmu regionalnego (M_2 i M_3) jednostki sowiogórskiej.

Granitoidy niemczańskie związane są niewątpliwie z orogenezą waryscyjską (10, 11, 12, 7). M. Michniewicz (25) wiąże znaczną część granitoidów niemczańskich z fazą asturyjską, m.in. na podstawie oznaczeń izotopowych. Drobnziarniste granitoidy z Przedborowej (podobne do monzodiorytów kwarcowych z Piławy Górnej) według



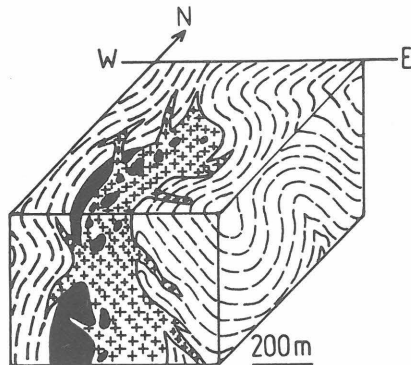
1 2

Ryc. 13. Blokdiagram ilustrujący główne cechy strukturalne omawianego obszaru po drugiej fazie deformacji (D_2) i synchronicznego metamorfizmu M_2

1 – gnejsy sowiogórskie, 2 – amfibolity

Fig. 13. Block diagram that presents main structures of described area after second phase of deformation (D_2) and synchronous metamorphism M_2

1 – gneisses of the Sowie Mts., 2 – amphibolites



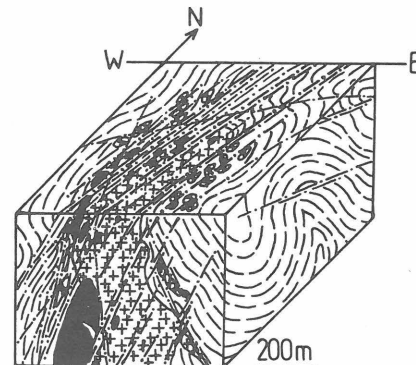
1 2 3

Ryc. 14. Blokdiagram pokazujący etap rozwoju intruzji monzodiorytu kwarcowego między fazami deformacji D_2 – D_3

1 – gnejsy sowiogórskie, 2 – amfibolity, 3 – granitoidy niemczańskie (monzodiority kwarcowe)

Fig. 14. Block diagram presenting phase of development of intrusion of quartz monzodiorite between deformation phase D_2 and D_3

1 – gneisses of the Sowie Mts., 2 – amphibolites, 3 – Niemcza granites (quartz monzodiorite)



1 2 3 4

Ryc. 15. Blokdiagram przedstawiający rozwój stref ścinania w czasie fazy deformacji D_3 i synchronicznego metamorfizmu M_3

1 – gnejsy i migmatyty, 2 – amfibolity, 3 – granitoidy niemczańskie, 4 – blastomylonity i mylonity powstałe w strefach ścinania podatnego

Fig. 15. Block diagram presenting development of shear zones during deformation phase D_3 and synchronous metamorphism M_3

1 – gneisses and migmatites, 2 – amphibolites, 3 – Niemcza granites, 4 – blastomylonites and mylonites formed in zones of ductile shearing

oznaczeń izotopowych wykonanych metodą K–Ar mają wiek 277 mln lat (9). Wiek ten nie może być jednak przyjęty dla omawianych monzodiorytów kwarcowych, ponieważ otoczek pochodzący ze skał metamorfiku sowsiogórskiego występują zarówno w dolnokarbońskich zlepieńcach depresji Świebodzie (30), jak i w wizeńskich zlepieńcach struktury bardzkiej (27, 35). Dane te wskazują, że główne deformacje (D_2 i D_3) oraz metamorfizm regionalny (M_2 i M_3) w jednostce sowsiogórskiej musiały się odbyć przed karbonem dolnym, najpóźniej podczas fazy bretońskiej.

Dlatego nasuwa się w tym miejscu wniosek, że przynajmniej część granitoidów niemczańskich, m.in. monzodioryty kwarcowe z Piławy Górnej, powstała już w dewonie górnym. Omawiane monzodioryty kwarcowe mogą należeć do grupy hercyńskich granitoidów synorogenicznych (320–370 mln lat) (26). Dlatego pilną koniecznością staje się obecnie wykonanie wielu nowoczesnych oznaczeń izotopowych wieku granitoidów niemczańskich, a zwłaszcza monzodiorytu kwarcowego z Piławy Górnej. Na koniec należy podkreślić, że według informacji ustnej A. Żelaźniewicza (1986) oznaczenia izotopowe kilkunastu próbek gnejsów i migmatytów sowsiogórskich wykonane przez O. van Breemena et al. mieszczą się w interwale 380–370±10 mln lat (metody Rb–Sr i U–Pb).

Wyniki przyszłych oznaczeń izotopowych skał z kamieniołomu w Piławie Górnej zweryfikują poprawność korelacji fazy deformacji D_3 i synchronicznej migmatytyzacji paragnejsów (M_3) z fazą bretońską. Etap deformacji D_2 , poprzedzający bezpośrednio umiejscowienie się granitoidów niemczańskich lub tylko ich części w jednostce sowsiogórskiej, może odpowiadać fazie akadyjskiej.

Powyższe wnioski są zbliżone do sugestii S. Cwojdzńskiego (5), że w metamorfiku śnieżnickim (kopuła kłodzko-orlicka) główne deformacje (D_2 i D_3) odbywały się prawdopodobnie na przełomie karbonu dolnego i górnego. Wnioski S. Cwojdzńskiego opierały się na oznaczeniach izotopowych z granitoidów jawornickich i na analizie wzajemnych zależności między synorogenicznymi granitoidami jawornickimi a strukturami tektonicznymi metamorfiku śnieżnickiego. Ze względu na ogólną analogię nie można wykluczyć możliwości, że główne deformacje zarówno w jednostce śnieżnickiej, jak i w jednostce sowsiogórskiej odbywały się w czasie polifazy bretońskiej w warunkach facji amfibolitowej metamorfizmu regionalnego.

Autor serdecznie dziękuje prof. W. Jaroszewskiemu za cenną dyskusję i udoskonalenie tekstu oraz doc. dr A. Grocholskiemu za pomoc w przygotowaniu tej publikacji.

LITERATURA

1. B e d e r k e E. – Die varistische Tektonik der mittleren Sudeten (stratigraphisch-petrographisch-tektonische Untersuchungen in der Eulengebirgsgruppe). Fortschr. Geol. Paläont. VII/23, 1929.
2. B e d e r k e E. – Sudetenrand und Eulengneisproblem; Von deutschen Osten. Veröff. Schles. Ges. Erdk. E.V. 21 1934.
3. C l o o s H. – Der Gebirgsbau Schlesiens und die Stellung seiner Bodenschätze. Berlin 1922.
4. C w o j d z i ń s k i S. – Główne etapy ewolucji tektonogenu waryscyjskiego Polski w świetle teorii tektoniki płyt. Prz. Geol. 1977 nr 11.
5. C w o j d z i ń s k i S. – Stosunek granitoidów jawornickich do deformacji metamorfiku łądecko-śnieżnickiego. Kwart. Geol. 1977 nr 3.
6. C w o j d z i ń s k i S. – Ewolucja geologiczna Polski południowo-zachodniej w interpretacji tektoniki płyt. Geol. Sudetica 1980 nr 1.
7. C w o j d z i ń s k i S., W a l c z a k - A u g u s t y n i a k M. – Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów w skali 1:25 000 arkusz Niemcza 1986.
8. C y m e r m a n Z. – Związek ofiolitu Śleży z waryscyjską strukturą metamorfiku sowsiogórskiego. Prz. Geol. 1987 nr 6.
9. D e p c i u c h T. – Wiek bezwzględny (K–Ar) granitoidów kłodzko-złotostockich i strefy Niemczy. Kwart. Geol. 1971 nr 4.
10. D z i e d z i c o w a H. – O wieku niektórych skał strefy dyslokacyjnej Niemczy. Zesz. Nauk. UWr. Ser. B. nr 6 Nauki o Ziemi 1961 z. 3.
11. D z i e d z i c o w a H. – „Syenity” strefy Niemczy. Arch. Miner. 1963 z. 2.
12. D z i e d z i c o w a H. – Deformacje i metamorfizm we wschodnim obrzeżeniu gnejsów sowsiogórskich. Mat. Konf. Ter. Un. Wrocław. 1979.
13. D z i e d z i c o w a H., L o r e n c M., W o j n a r B. – Nomenklatura petrograficzna granitoidów wschodniego przedgórze sudeckiego w międzynarodowej klasyfikacji skał plutonicznych. Acta Univ. Wratisl. 521. Pr. Geol. Miner. 1981 t. 8.
14. G r o c h o l s k i A. – Relikty skorupy oceanicznej w waryscyjskiej strukturze Sudetów. [W:] Historia ruchów tektonicznych na ziemiach polskich. Cykl kaledońsko-waryscyjski. Un. Wrocław. 1986.
15. G r o c h o l s k i A. – Proterozoic and Palaeozoic of southwestern Poland in a light of new data. Biul. Inst. Geol. 355. Geology of Poland 1986 vol. 7.
16. G r o c h o l s k i W. – Tektonika Gór Sowich. Geol. Sudetica. 1967 vol. 3.
17. G r o c h o l s k i W. – Mezostuktury obszaru gnejsów sowsiogórskich na przedpolu Sudetów. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1969 z. 4.
18. G r o c h o l s k i W. – Zagadnienia petrograficzne i tektoniczne gnejsów sowsiogórskich. Przew. 47 Zjazdu Pol. Tow. Geol. 1975.
19. G u n i a T. – Mikroflora z paragnejsów Gór Sowich (Sudety). Geol. Sudetica. 1981 nr 2.
20. G u n i a T. – Mikroflora z drobnoziarnistych paragnejsów okolic Jugowic (Góry Sowie). Ibidem 1984 nr 1.
21. G u n i a T. – Pozycja geologiczna bloku sowsiogórskiego i jego wpływ na paleogeografię paleozoiku Sudetów Środkowych. Ibidem 1985 nr 2.
22. J a r m o ł o w i c z - S z u l c K. – Geochronologia intruzji waryscyjskich. [W:] Historia ruchów tektonicznych na ziemiach polskich. Cykl kaledońsko-waryscyjski. UWr. 1986.
23. K o s s m a t F. – Erscheinungen und Probleme des Überschiebungsbaues im varistischen Gebirgen Sachsen und der Sudetenländer. Centralb. Miner. B. 1925.
24. K r y z a R. – Migmatytyzacja w gnejsach północnej części Gór Sowich. Geol. Sudetica. 1981 nr 1.
25. M i c h n i e w i c z M. – Próba interpretacji wczesnych etapów tektogenezy Sudetów w nawiązaniu do teorii diapiryzmu wgłębnego oraz koncepcji głębokich rozłamów. Ibidem 1981 nr 2.
26. M o r a w s k i T. – The Sowie Góry area and its petrological problems. Revue des problèmes géologiques en Basse Silesie. Guide XV Session AZOPRO 1973.
27. O b e r c J. – Zmiany kierunków nacisków góro-

- twórczych w strefie granicznej Sudetów zachodnich i wschodnich. *Acta Geol. Pol.* 1957 nr 1.
28. Oberc J. — Ewolucja Sudetów w świetle teorii geosynklin. *Pr. Inst. Geol.* 1966 t. 47.
 29. Oberc J. — Budowa geologiczna Polski. IV Tektonika, cz. 2. Sudety i obszary przyległe. 1972.
 30. Porębski S. — Sedymentacja utworów górnego dewonu i dolnego karbonu depresji Świebodzic (Sudety Zachodnie). *Geol. Sudetica* 1981 nr 1.
 31. Quenardel J.-M., Brochwicz-Lewiński W., et al. — The Polish Sudetes: a mosaic of variscan terranes. [In:] *Terranes in the circum Atlantic palaeozoic orogens. Project IGCP 233.* Oviedo 1986.
 32. Rajlich P., Synek J., et al. — Hercynian-thrust related shear zones and deformation of the Varied Group on the contact of granulites (Southern Moldanubian, Bohemian Massif). *Geol. Rdsch.* 1986 H. 3.
 33. Suess F.E. — *Intrusionstektonik und Wandertektonik im varistischen Grundgebirge.* Berlin 1926.
 34. Suess F.E. — *Der iugische Bau in seinem Verhältnis zur varistischen Orogenese.* *Mitt. Geol. Ges.* 1935 Bd. 28.
 35. Wajsprych B. — Sedymentacja utworów dolnego karbonu w północnej części Gór Bardzkich a problem allochtonizmu. *Mat. Konf. Ter.* Wrocław 1980.
 36. Teisseyre H. — Uwagi o ewolucji strukturalnej Sudetów. *Acta Geol. Pol.* 1964 no. 4.
 37. Teisseyre H. — Precambrian in south-western Poland. *Geol. Sudetica* 1980 nr 1.
 38. Znosko J. — The problem of oceanic crust and of ophiolites in the Sudetes. *Bull. Acad. Pol. Sc. Ser. Sc. Terre.* 1981 no. 3.
 39. Żelaźniewicz A. — Preliminary notes on structural features of the gneissic complex in the central part of the Sowie Góry, Sudetes. *Ibidem* 1979 no. 3—4.

SUMMARY

The paper presents an attempt to date each deformation phase in metamorphic complex of the Sowie Mts. (Central Sudetes, southwestern Poland). This attempt was based on relations between Variscan granites and paragneissic-migmatitic complex in the quarry at Piława Dolna (Fig. 1). The so-called Niemcza granites are represented there generally by a fine-grained quartz monzodiorite.

Amidst monzodiorites there are blocks and lenses of various sizes that are also composed of monzodiorites. Fabric of monzodiorites indicates generally quite a constant orientation (about 300/65°). Amongst various types of paragneisses and migmatites there are also blocks and lenses of monzodiorites. Penetrative foliation of paragneisses and migmatites is usually parallel to borders of monzodiorite blocks and lenses.

Textural analysis and interpretation of a new geologic survey proves that monzodiorites are located within the Sowie Mts. unit between deformation phases D_2 and D_3 . The monzodiorites noted within the quarry can belong to a group of Hercynian synorogenic granites (320—370 Ma) of marginal zones of the Bohemian Massif. According to the author the deformation phase D_3 and the syndeformational metamorphism M_3 are to be correlated at present with the Breton Phase (Upper Devonian—Lower Carboniferous). The deformation phase D_2 that precedes a location of quartz monzodiorites (some of Niemcza granites) is to be correlated with the Acadian Phase (Middle Devonian—Upper Devonian). A detailed dating of main deformation phases D_2 and D_3 in the metamorphic complex of the Sowie Mts. seems to be possible after isotopic determinations of quartz monzodiorite at Piława Górna and adjacent gneisses and migmatites.

РЕЗЮМЕ

В статье сделана попытка определения возраста отдельных фаз деформации в совюгурском метаморфике (Центральные Судеты, ЮЗ Польша). Эта попытка была проведена на основании зависимости между вариссийским гранитоидом и парагнейсово-мигматитовым комплексом в каменном карьере в Нижней Пилаве (рис. 1). Так называемые немчанские гранитоиды представлены здесь главным образом мелкозернистым кварцевым монцодиоритом.

Среди монцодиоритов находятся глыбы разной величины и линзы также сложены монцодиоритами. Текстура монцодиоритов характеризуется довольно постоянной ориентировкой (около 300/65°). Среди разных типов парагнейсов и мигматитов находятся также глыбы и линзы сложенные монцодиоритами. Пенетративное расслоение в парагнейсах и мигматитах чаще всего ориентированное параллельно к границам глыб и линз монцодиорита.

Из структурного анализа и интерпретации новой геологической съёмки видно, что монцодиориты нашлись в совюгурской единице между фазами деформации D_2 и D_3 . Монцодиориты находящиеся в каменном карьере могут принадлежать к группе герцинских синорогенических гранитоидов (320—370 млн лет) окраинных зон Чешского Массива. По мнению автора фазу деформации D_3 и синдеформационного метаморфизма M_3 можно коррелировать с бретонской фазой (верхний девон/нижний карбон). Этап деформации D_2 опережающий появление кварцевых монцодиоритов (части немчанских гранитоидов) можно коррелировать с акадийской фазой (средний девон/верхний девон). Точное определение возраста основных фаз деформации D_2 и D_3 в совюгурском метаморфике будет возможно только после проведения изотопных обозначений кварцевого монцодиорита в Верхней Пилаве, а также окружающих гнейсов и мигматитов.