

Antonina PACHOLSKA

PETROGRAFIA ZMETAMORFIZOWANYCH PIASKOWCÓW JEDNOSTKI ŚWIERZAWY W GÓRACH KACZAWSKICH

SPIS TREŚCI

Streszczenie	105
Wstęp	105
Opis megaskopowy	106
Opis mikroskopowy	107
Uwagi o genezie piaskowców	111
Literatura	114
Summary	115

Streszczenie

Skąły omawiane w niniejszej pracy tworzą serię o miąższości około 100–150 m, występującą wśród zieleńców kambru. Dotychczas uważano, że mają one genezę wulkaniczną. O osadowym pochodzeniu badanych skał świadczą ich cechy megaskopowe i mikroskopowe. Do pierwszych zaliczyć można obecność warstwowania polegającego na frakcjonalnym ułożeniu ziarn w obrębie poszczególnych ławic oraz warstwowania skośnego i form przypominających ripplemarki. W obrazie mikroskopowym stwierdza się obecność detrytycznych ziarn kwarcu i skalenia, a także drobnoziarnistych okruchów skalnych i ziarn silnie zsercytyzowanych. Mimo dość silnej rekrytalizacji metamorficznej (facja zieleńcowa), opierając się na obserwacjach mikroskopowych, można odtworzyć przybliżoną historię zmetamorfizowanych piaskowców. Przed metamorfozą badane skały były średnioziarnistymi piaskowcami. Ilość pierwotnej matrix była przypuszczal-

nie niewielka a ziarno nieźle wysortowane. W wyniku zmian diagenetycznych w pierwotnym osadzie powstało spoiwo skaleniowe, kwarcowe i być może węglanowe. W czasie metamorfozy wskutek rekrytalizacji kierunkowej części minerałów blaszkowych i kwarcu utworzyła się w skale foliacja. Na okres metamorfozy przypada też blasteza wtórnego mikroklinu, który obficie występuje w odmianach piaskowców o najgrubszym ziarnie. Mikroklin ten obrasta detrytyczne ziarna skalenia potasowego, często zawierające już diagenetyczne obwódki regeneracyjne, a także tworzy samodzielne subautomorficzne blasty. W późniejszym okresie metamorfozy skały przeszły albityzację, a ostatnim etapem ich rozwoju była kaolinizacja, obejmująca przede wszystkim skalenie. Na podstawie składu mineralnego i chemicznego omawianych skał można przypuszczać, że przed metamorfozą były to piaskowce skaleniowe i arkozowe.

WSTĘP

Tektoniczna jednostka Świerzawy wchodzi w skład południowej części Gór Kaczawskich (Teisseyre 1956). Jest ona zbudowana ze staro-

paleozoicznych serii epimetamorficznych. Jedną z nich są wydzielone przez Zimmermanna (1932) „keratofiry”, które występują wśród zieleńców

kambry tworząc pas wychodni wzdłuż południowej granicy jednostki Świerzawy (fig. 1). Miąższość rozpatrywanej serii skalnej waha się w granicach 100–150 m.

Początkowo skały te uznawano za kwarcyty (Gürich, *vide* Zimmermann 1941). Później Zimmermann (1937; 1941) przypisał im genezę wulkaniczną i przyjął, że tworzą one zgodne z uławiczeniem intruzje, nieco późniejsze od „normalnego następstwa warstw”. Podkreślał on zresztą ich „płytką teksturę” i podobieństwo do piaskowców lub kwarcytów, niemniej mimo braku prakryształów i niewątpliwych struktur wulkanicznych uznał obecność drobnoziarnistego granoblastycznego tła skalnego z aliotriomorficznym kwarcem i skaleniem za dowód pochodzenia wulkanicznego tych skał. Również Block (1938), określając omawiane utwory jako gnejsy serycytowe, uważał je za silnie zmienione przez dynamometamorfozę odpowiedniki keratofirów felzytowych z innych części Gór Kaczawskich. Wulkaniczny charakter wspomnianych keratofirów felzytowych nigdy nie budził wątpliwości. Ansilewski (1954) zaklasyfikował je jako paleoriolity bądź jako paleotrachity alkaliczne. Omawiane w przedstawianym artykule skały traktował również jako wulkanity, lecz zajmował się nimi jedynie marginesowo (*op. cit.* s. 152–154).

Smulikowski i Teisseyre (*vide* Teisseyre 1957) zakwestionowali lawowy charakter kera-

tofirów jednostki Świerzawy. Zwrócili mianowicie uwagę na fakt, że tworzą one jakby poziom stratygraficzny, megaskopowo przypominają piaskowce lub kwarcyty, a w ich obrazie mikroskopowym nie stwierdza się struktur konsolidacyjnych ani fenokryształów. Autorzy ci uznali, że „wątpliwe jest zaliczenie ich do masywnych skał magmowych. Bardziej prawdopodobne byłoby może ich pochodzenie tufogeniczne. Być może uległy one gruntownemu metasomatycznemu przekształceniu”.

Dotychczas brak w literaturze bliższych informacji na temat „keratofirów” jednostki Świerzawy. Przedstawiana publikacja zawiera ich opis petrograficzny. Na podstawie obserwacji terenowych i mikroskopowych ustalono, że są to zmetamorfizowane piaskowce.

W związku ze zmianą poglądów na genezę omawianych skał należałoby rozważyć na nowo kwestię ich przynależności stratygraficznej. Najprawdopodobniej reprezentują one kambr.

Chciałabym bardzo podziękować prof. dr. Henrykowi Teisseyre'owi, który zachęcił mnie do podjęcia tematu niniejszej pracy. Za pomoc okazaną mi w trakcie przeprowadzania badań i przygotowywania pracy do druku dziękuję serdecznie doc. dr Helenie Dziedzicowej, mgr. Tadeuszowi Morawskiemu i dr. Antoniemu Nowakowskiemu oraz kolegom z Pracowni Geologii Starych Struktur Zakładu Nauk Geologicznych PAN.

OPIS MEGASKOPOWY

Omawiane skały, występujące między Wojciszowem a Janówkiem, budują pasmo wzgórz o kierunku WNW–EES. W szczytowych partiach wzgórz oraz na południowych zboczach są niezłe odsłonięte. Zapadają ku północy pod kątem około 40°.

Najlepsze odsłonięcia znajdują się w Janówku (fig. 1, odkrywki 2 i 3). Występują tu skały o wyglądzie piaskowców (pl. I, 1), którym zupełnie podrzędnie towarzyszą fyllity. Najpospolitsza odmiana skalna ma niezbyt dobrze wykształconą foliację, ale wyraźną oddzielność płytową. Foliacja jest zgodna z uławiczeniem piaskowców, lecz w innych miejscach niejednokrotnie można stwierdzić foliację skośną do ławic (pl. II, 3). Miąższość poszczególnych ławic piaskowców,

poprzedzielanych bardzo cienkimi wkładkami fyllitów, wynosi zwykle około 10 cm. Grubsze ławice są ciągłe, natomiast cienkie często szybko się wyklinowują i czasem odnosi się wrażenie, że zachowały się w nich ripplemarki (pl. II, 1). Kilkanaście ławic piaskowców odznacza się stosunkowo grubym ziarnem i dużą zwięzłością. Miąższość ich waha się w granicach od 10 do 50 cm (pl. I, 1, 2). Foliacji brak w nich zupełnie lub jest słabo widoczna dzięki pojedynczym nieciągłym warstewkom fyllitów (pl. I, 4). Ławice te mogą być bezstrukturalne, częściej jednak wykazują warstwowanie polegające na frakcjonalnym uporządkowaniu ziarn. Najgrubsze ziarno występuje w górnych partiach ławic, co wskazuje na serię odwróconą (por. Teisseyre

1956). Niekiedy w stropowych częściach tych ławic widoczne jest słabo zachowane warstwowanie przekątne.

Fyllity tworzą na ogół bardzo cienkie, szybko wyklinowujące się smugi na tle typowej odmiany piaskowców. Rzadko występują w postaci ciągłych warstw o miąższości kilku centymetrów. W Janówku na odcinku 2 m udział ich wzrasta i tworzą wraz z piaskowcami, z którymi się przeławicają, drobnolaminowaną skałę (pl. II, 1). Miąższość poszczególnych lamin nie przekracza w niej 1 cm.

Kontakty pomiędzy ławicami piaskowców o różnej grubości ziarn i wkładkami fyllitów są na ogół ostre. Jednakże niektóre stosunkowo gruboziarniste i zwięzłe piaskowce ostrą granicę mają jedynie w spągu, a ku stropowi przechodzą w drobnoziarniste piaskowce z wyraźną foliacją lub w fyllity.

Powierzchnie międzyławicowe w dużej mierze zostały zdeformowane przez czynniki tektoniczne. Dotyczy to w pierwszym rzędzie granic

wyjątkowo zwięzłych wkładek piaskowców, które uległy budinażowi, z otaczającymi je fyllitami (pl. I, 2, 3). Tam gdzie różnice zwięzłości poszczególnych warstw nie są zbyt duże powierzchnie międzyławicowe są płaskie.

Podane wyżej cechy zmetamorfizowanych piaskowców, widoczne już w terenie, pozwalają przypuszczać osadowe pochodzenie badanej serii. Wyróżnić w niej można szereg odmian skalnych, różniących się barwą i grubością ziarna, a co za tym idzie stopniem złupkowania. Barwa w piaskowcach zwięzłych jest na ogół jasna, kremowa, rzadziej brunatna, a w odmianach z oddzielnością płytową zielonawa do ciemnoszarej. Dla tych ostatnich charakterystyczne są żelaziste warstewki o miąższości od 2 do 10 mm (pl. II, 4, 6). Przypuszczalnie uległy one budinażowi i wtedy w spękaniach między poszczególnymi fragmentami pojawiły się żyłki kwarcowo-kalcytowo-albitowe. Szczególnie obficie warstewki te występują w piaskowcach z okolic Wojcieszowa.

OPIS MIKROSKOPOWY

W obrazie mikroskopowym najbardziej typowej odmiany piaskowców występuje drobnoziarniste tło złożone z serycytu i niewielkiej ilości kwarcu oraz tkwiące w nim większe ziarna kwarcu i skalenia potasowego, wyjątkowo plagioklażu, drobnoziarniste okruchy skaleniowo-kwarcowe i ziarna całkowicie zserycytyzowane, a sporadycznie cyrkon i apatyt. Czasem dołącza się węglan w postaci romboedrów lub dużych ksenomorficznych kryształów a także czysty albit, często automorficzny. Niekiedy skała zawiera sporo tlenków żelaza oraz leukoksen, epidot i piryty.

W zwięzłych piaskowcach o stosunkowo grubym ziarnie brak zupełnie serycytu lub występuje on w znikomej ilości, pojawia się natomiast więcej węglanu.

Fyllity złożone są prawie wyłącznie z jasnego łyszczycy, zawierają ponadto drobne okruchy kwarcu i skalenia potasowego, a niekiedy tlenki żelaza.

Badania mikroskopowe potwierdzają wniosek o pierwotnie osadowym charakterze omawianych skał. Wśród składników mineralnych można wyróżnić dobrze zachowane ziarna detrytyczne, spoiwo z okresu diagenety zachowa-

ne fragmentarycznie oraz produkty rekrystalizacji metamorficznej. W dalszym ciągu tekstu składniki pochodzenia diagenetycznego i metamorficznego będą określane mianem wtórnych. W opisie petrograficznym piaskowców zostanie zachowany jedynie podział na poszczególne minerały, by uniknąć zbędnych powtórzeń.

Kwarc. Ziarna kwarcu, mono- i polikrystaliczne, wykazują dość często cechy świadczące o ich detrytycznym pochodzeniu. Monokrystaliczne okruchy kwarcu z reguły faliście wygaszają światło. Wyjątek stanowią prosto wygaszające ziarna, obficie nagromadzone w obrębie warstewek żelazistych w skałach z okolic Wojcieszowa. Zachowanie się prostego wygaszania jak i dobra konserwacja pierwotnych zarysów tych ziarn były możliwe przypuszczalnie dzięki stosunkowo dużej twardości warstewek żelazistych, chroniących kwarc przed naruszeniem mechanicznym. Wśród ziarn monokrystalicznych wyróżniają się niezbyt liczne fenokryształy pochodzenia wulkanicznego. Widoczne są w nich zatoki korozyjne wypełnione serycytem (pl. IV, 2).

Detrytyczne ziarna kwarcu polikrystaliczne (pl. III, 4) na ogół trudno jest odróżnić od

drobnoziarnistych agregatów kwarcowych, które mogły powstać przez deformację i granulację dużych ziarn monokrystalicznych. Agregaty te często są znacznie spłaszczone.

Niektóre monokrystaliczne ziarna kwarcu są otoczone wyraźnymi obwódkami kwarcowymi, oddzielonymi przez cienkie smużki serycytu lub nieoznaczalne pyłki. Można wówczas stwierdzić, że kwarc był nieźle obtoczony (pl. III, 3). Obwódki kwarcowe, rosnące w zgodnej orientacji optycznej z ziarnami detrytycznymi, nigdy nie mają zarysów automorficznych, lecz ściśle zazębiają się bądź to z serycytem, bądź też z obwódkami kwarcowymi na innych ziarnach kwarcu. W tym ostatnim wypadku na kontaktach zregenerowanych ziarn często występują szwy mikrostylolitowe, powstałe później niż obwódki kwarcowe (pl. IV, 1). Wydaje się, że przynajmniej część obwódek to resztki spoiwa kwarcowego z okresu diagenety pierwotnego osadu.

Procesy deformacji i rekrystalizacji metamorficznej objęły dużą część kwarcu. Wiele ziarn monokrystalicznych uległo granulacji, część stanowi obecnie jądra płaskich soczewek zgodnych z foliacją, powstałych w czasie rekrystalizacji kierunkowej kwarcu (pl. III, 2; por. Łącka 1972). Charakterystyczna mozaika kwarcowa, zawierająca często wrostki serycytu i szczątki skalenia potasowego, też zapewne powstała w wyniku procesów wtórnych. Jest bardzo prawdopodobne, że w okresie metamorfozy kwarc metasomatycznie wypierał skałen potasowy, tworzący ziarna detrytyczne.

Skalenie. Duży udział w budowie opisywanych piaskowców mają skałenie (tab.1). Występują one w formie ziarn detrytycznych lub jako blasty powstałe w czasie metamorfozy. Ponadto na ziarnach detrytycznych często spotyka się obwódki regeneracyjne z okresu diagenety (por. Govinda Rajulu, Nagaraja 1967; Heald 1950; 1956), a także obwódki powstałe w czasie metamorfozy.

Rozróżnienie wymienionych dwóch typów obwódek nie zawsze jest możliwe. O diagenetycznym pochodzeniu obwódek najlepiej świadczy częste ich występowanie w przestrzeniach między dobrze zachowanymi ziarnami detrytycznymi (pl. III, 4). Obwódki metamorficzne są natomiast zbudowane ze skalenia o bardzo charakterystycznym wyglądzie, tworzącego również samodzielne blasty, przy czym wzrost tego

skalenia często jest uzależniony od płaszczyzn foliacji metamorficznej (pl. II, 5; por. też Łącka 1972).

Ziarna detrytyczne są na ogół ostrokrawędziste, niekiedy zaś zaokrąglone. Prawie wyłącznie są to skałenie potasowe, plamiście wygaszające światło. Czasem pojawiają się mikroperytyty a także mikroklin z wyraźną i regularną kratką bliźniaczą. Niekiedy ziarna skaleni zawierają drobne automorficzne ziarna apatytu. W próbach silnie zwietrzałych skałenie potasowe są zmętniałe dzięki przepelniającym je bardzo drobnym wrostkom o rdzawym zabarwieniu. Prócz tego w wielu ziarnach wzdłuż płaszczyzn łupliwości układają się smużki serycytu. Obok skalenia potasowego w bardzo małej ilości występuje polisyntetycznie zbliźniaczony albit.

W piaskowcach obecne są też ziarna częściowo lub całkowicie zserycytyzowane (pl. V, 5), czasem odkształcone plastycznie. Można stwierdzić, że przynajmniej część z nich powstała kosztem okruchów detrytycznych plagioklazów.

Liczne ziarna skalenia potasowego są otoczone obwódkami regeneracyjnymi. Zewnętrzne zarysy tych obwódek są na ogół nieregularne, ale bywają i automorficzne (pl. IV, 3–5). Skałen potasowy tworzący obwódki autigeniczne na ziarnach detrytycznych ma nieco inną od nich orientację optyczną, co zapewne jest spowodowane różnicami w składzie chemicznym. Na ogół skałen autigeniczny jest przepelniony bardzo drobnymi rdzawymi wrostkami oraz plamiście wygasza światło. Charakterystyczne ostre rombówce przekroje zregenerowanych ziarn skaleni pozwalają przypuszczać, że obwódki są utworzone przez adular. Baskin (1956) wymienia właśnie adular jako jeden z najczęściej spotykanych skaleni autigenicznych. Obwódki skaleniowe często sąsiadują ze spoiwem kwarcowym (pl. III, 1, 4). Wydaje się, że powstały one wcześniej niż to spoiwo.

Przed wykrystalizowaniem skalenia autigenicznego zachodziła przypuszczalnie korozja detrytycznych ziarn skalenia, o czym świadczyć może występowanie charakterystycznych zatok na granicach niektórych ziarn (pl. IV, 6). Idealne wygładzenie brzegów wielu okruchów skaleni detrytycznych, otoczonych obwódkami regeneracyjnymi, też jest raczej wynikiem korozji a nie obtoczenia (pl. IV, 5).

Prócz skalenia autigenicznego obecny jest

Skład mineralny zm tamorfizowanych piaskowców jednolitej Świerawy w %; objętości
Mineral composition of massandstones of the Świerawa Unit, in volume per cent

Nr próby (Sample no.)*	1	2a	2b	2c	2d	3a	3b	5	6	7	9	10		
										Ra- dost. ka**				
Dobrze zachowane składniki detryczne (Well preserved detrital components)	Kwarc (monokrystaliczny) (Quartz) (Monocrystalline)	6,6	14,0	4,7	7,2	9,8	4,3	11,8	5,6	20,4	3,1	8,6	15,9	
	polikrystaliczny (Polycrystalline)	1,7	—	1,7	5,3	6,8	2,7	2,2	0,4	4,1	—	1,7	4,2	
	Skalenie skaleni potasowy (Felspars) (K-felspar)	9,5	9,6	24,1	24,0	24,8	49,3***	19,3	10,3	15,4	6,7	18,3	11,8	12,6
	plagioklaz (Plagioclase)	—	2,8	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	1,8	—
	Drobnoziarniste okrucy skalne kwar. cowo-skaleńcowe, granofir (Fine-grained quartz-ferrospathic rock fragments, granophyre)	1,5	11,1	1,2	2,6	3,5	0,9	—	0,4	—	6,1	—	1,3	—
	Ziarna zsewycytywane (Sericitized grains)	7,4	—	—	—	—	—	—	—	—	18,2	—	10,2	10,5
	Agregaty serycytowe z tlenkami żelaza (Sericite aggregates with Fe-oxides)	0,3	—	—	—	—	0,6	—	—	—	—	—	4,9	—
	Cyrlon (Zircon)	—	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,3
	Apatyt (Apatite)	—	—	0,1	—	0,1	0,2	—	0,2	—	—	0,5	—	0,1
	Suma (Total)	27,0	37,5	31,8	39,3	45,1	56,3	24,9	21,4	55,5	21,9	30,3	43,6	
Składniki wtórne (Secondary components)	Spoivo kwarcowe (Quartz cement)	0,1	—	—	—	—	—	—	0,2	—	—	—	0,4	
	Skaleń autigeniczny — obwódki regeneracyjne (Autigenic feldspar — outgrowths)	0,5	—	0,5	—	1,5	—	1,0	0,2	—	0,6	0,1	—	
	Mikroklin — obwódki i blasty (Microcline — outgrowths and blasts)	—	11,1	—	17,0	—	—	1,8	—	9,3	2,9	7,3	7,2	1,1
	Albit (Albite)	—	—	—	—	—	2,2	—	0,2	—	1,4	3,5	4,3	1,4
	Agregaty zrekrystalizowanego kwarcu, czaszem z udziałem skalenia potasowego (Aggregates of recrystallized quartz, sometimes associated with K-felspar)	41,0	38,6	3,0	5,3	4,4	32,8	1,2	18,6	50,4	28,2	36,2	29,2	31,5
	Serycyt wchodzący w skład tła serycy- towo-kwarcowego (Sericite from sericite- quartz groundmass)	31,2	1,7	63,8	6,9	45,5	—	36,9	54,8	9,5	5,4	20,6	5,9	18,5
	Węglany (Carbonates)	—	10,9	—	30,7	0,1	10,0	—	—	—	5,2	8,8	12,8	0,1
	Tlenki i wodorotlenki żelaza (Fe-oxides and hydroxides)	0,1	—	—	—	2,7	2,5	1,3	0,4	1,2	0,7	1,0	0,3	0,6
	Epidot (Epidote)	—	0,2	0,9	—	0,5	0,3	—	—	—	—	0,6	—	—
	Pyryt (Pyrite)	0,1	—	—	0,2	—	—	—	—	—	0,1	—	—	1,5
Kaolinit (Kaolinite)	—	—	—	—	0,2	0,1	1,5	0,18	8,0	—	—	—	—	
Przeciętna średnica dobrze zachowa- nych ziarn detrycznych kwarcu i ska- lenia (mm) (Average diameter of well preserved grains of detrital quartz and feldspar (mm))	0,15	0,20	0,10	0,18	0,15	0,20	0,12	0,14	0,16	0,20	0,11	0,15	0,10	

* Numery prób w: wszystkich tabelach odpowiadają numeracji odkrywek na figurze 1.

Numbers of samples in all the tables correspond to numbers of the exposures shown in fig. 1.

** Próba pochodzi z luźnego bloku.

Sample from a loosened block.

*** Ilość kałenita detrycznego, w formę (głównie mikroklinu metamorficznego) polana łącznie ze względu na silną rekrystalizację składników detrycznych skały.

Amounts of detrital feldspar and secondary feldspar (mainly microcline) are given jointly because of the strong recrystallization of detrital components of the rock.

jeszcze jeden skaień potasowy, którego pochodzenie z całą pewnością nie jest detrytyczne. Jest to bardzo klarowny mikroklin z wyraźną tendencją do automorfizmu i z nieregularną kratką bliźniaczą. Najliczniej występuje on w odmianach piaskowców nie zawierających serycytu, gdzie zawsze towarzyszy mu duża ilość zrekrytalizowanego kwarcu i dolomitu. Mikroklin tworzy drugą generację obwódek na ziarnach detrytycznych. Udało się stwierdzić, że obrasta on obwódki autigenicznego skalenia potasowego (pl. IV, 4–6). Niejednokrotnie mikroklin dobudowuje całe partie ziarn detrytycznych, wielkością nieraz przewyższające detrytyczne jądra (pl. V, 1). Prócz tego często występuje w postaci dosyć dużych samodzielnych krystaloblastów, zwykle otoczonych wtórnym kwarcem i węglanem. Mikroklin ten w podrzędnej ilości jest obecny również w żyłach kwarcowych.

Trzecim skaleniem o charakterze wtórnym jest albit (1–3% An). Przejawia on silną tendencję do automorfizmu i na ogół tworzy pojedyncze, rzadziej wielokrotne, bliźniaki albitowe. W odróżnieniu od zawsze lekko zsercytyzowanego albitu detrytycznego wtórny albit jest klarowny, może natomiast zawierać duże wrostki serycytu a także kwarcu, węglanów i skalenia. Albit ten występuje bądź wśród innych ziarn skały, bądź w żyłach wraz z kwarcem, przy czym podobnie jak kalcyt ogranicza się głównie do wschodniej części terenu występowania piaskowców. Albit wzrastał później niż wtórny mikroklin.

Wszystkie skalenie, zarówno detrytyczne jak i wtórne, są silnie wypierane przez węglany (dolomit i kalcyt), które nadzieraają je od zewnątrz i tworzą liczne wrostki wewnątrz ziarn. Należy zaznaczyć, że wrostki te w skaleniach zawierających obwódki mikrokinowe ograniczają się prawie wyłącznie do ziarn detrytycznych (pl. V, 2, 3; por. też Heald 1956). Najprawdopodobniej w ziarnach detrytycznych skalenia potasowego znajdują się większe domieszki Na_2O i CaO niż we wtórnym mikrokinie i dzięki temu są one łatwiej zastępowane przez węglany. Domniemane małe domieszki Na_2O i CaO we wtórnym mikrokinie wskazują na niską temperaturę jego krystalizacji.

Łyszczyk. Jasny łyszczyk, określanymi w tekście jako serycyt, występuje w większości prób w znacznej ilości (por. tab. 1). Często jest on

dobrze zrekrytalizowany i tworzy dość duże (0,2 mm) blaszki, ułożone zgodnie z foliacją (pl. III, 2). Bardzo jasna seledynowa barwa, brak pleochroizmu, wysokie barwy interferencyjne a także kąt osi optycznych nieprzekraczający 15° wskazują, że jest to fengit. Drobnoluseczkowy jasny łyszczyk, występujący w zbitych agregatach o zarysach ziarn detrytycznych, a także w postaci pojedynczych cienkich smuzek, wygląda podobnie i przypuszczalnie też jest fengitem.

Okruchy skalne. Okruchy skalne są reprezentowane głównie przez drobnoziarniste agregaty złożone ze skalenia potasowego i kwarcu. Czasem spotyka się ziarna skalenia pocięte drobnymi nieregularnymi żyłkami kwarcu o jednokrotnej orientacji, co przypomina struktury granofirowe. Często okruchów detrytycznych nie sposób odróżnić od drobnoziarnistej masy skaleniowo-kwarcowej powstałej w czasie rekrystalizacji składników piaskowca.

W piaskowcach z okolic Wojcieszowa dość obficie pojawiają się agregaty serycytowe z tlenkami żelaza. Niekiedy mają one wyraźne zarysy ziarn detrytycznych.

Węglany. Węglany występują w wielu próbach, czasem w dużej ilości (do 30,7% objętości skały). W piaskowcach z zachodniej części terenu występowania obecny jest wyłącznie dolomit z domieszką żelaza a we wschodniej, przy niewielkim udziale dolomitu, głównie kalcyt.

Blasty kalcytu są duże, na ogół ksenomorficzne i zawierają liczne wrostki kwarcu, skalenia i łyszczyku. Kalcyt tworzy co najmniej dwie generacje: starszą, silnie zdeformowaną, z pofałdowanymi lamelkami bliźniaczymi, i młodszą, bez śladów deformacji.

Dolomit wykazuje silną tendencję do automorfizmu, tworzy liczne romboedry, wielkością nieraz dorównujące największym ziarnom detrytycznym, często z wrostkami kwarcu, skalenia i łyszczyku. Po zwietrzeniu staje się brunatny lub zostają po nim jedynie próżnie obwiedzione wodorotlenkami żelaza. Duże ilości dolomitu występują w odmianach o najgrubszym ziarnie, ubogich w łyszczyk a bogatych we wtórny mikrokin. W Janówku (fig. 1, odkrywka 2) występuje kilka wkładek dolomitowych o miąższości do 40 cm, porozrywanych przez budinaż. Zawierają one wyjątkowo dużo wtórnego mikrokinu. Z późną rekrystalizacją kalcytu i dolo-

mitu wiąże się silne wypieranie skałeni potasowych, w pierwszym rzędzie detrytycznych, wtórnego albitu, a także kwarcu przez węglany (pl. V, 2–4).

Minerały ciężkie. Mineralami ciężkimi pochodzenia detrytycznego są bez wątpienia cyrkon i część apatytu. Ziarna cyrkonu są na ogół obtoczone (pl. V, 6), czasem subautomorficzne, niekiedy zaś widać w nich budowę pasową. Okruchy apatytu są zwykle izometryczne, rzadko z tendencją do automorfizmu. Prócz apatytu pochodzenia detrytycznego wy-

kością odpowiadają pozostałym ziarnom detrytycznym. Przy silnej koncentracji w warstewkach żelazistych tlenki żelaza (głównie hematyt) tworzą zbitą masę, w której tkwią ostrokrawędziste ziarna kwarcu, zmienne ilości serycytu i prawie zupełnie brak skałeni detrytycznych. Hematyt nierzadko ma tu postać dużych kryształów, w odróżnieniu od kryptokryształicznych skupień, które tworzy w pojedynczych agregatach serycytowych.

Masywne warstewki hematytowe są zgodne ze zmianami barwy piaskowców (pl. II, 4, 5)

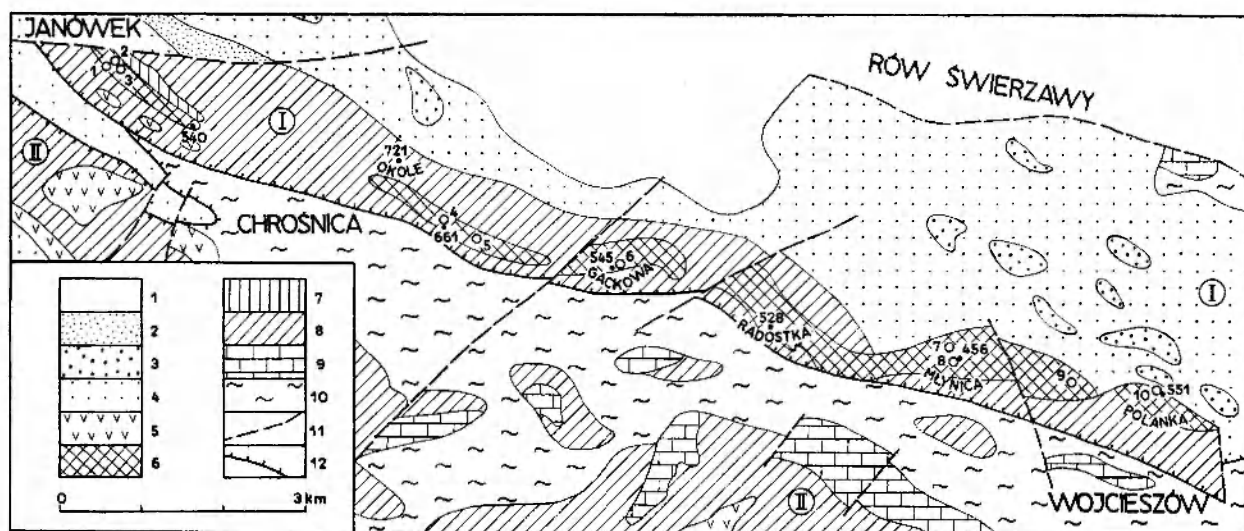


Fig. 1

Szkic geologiczny jednostki Świerzawy w Górach Kaczawskich (wg Teisseyre'a 1967; wystąpienia zmetamorfizowanych piaskowców częściowo na podstawie zdjęcia autorki)

1 – czerwony spągowiec; 2 – sylur; 3 – spiltyty i diabazy ordowiku; 4 – ordowik w ogólności; 5 – porfiroidy i keratofiry (ordowik, kambr); 6 – zmetamorfizowane piaskowce (kambr?); 7 – metatufy kwaśnej skały wylewnej (kambr?); 8 – formacja zielenicowa (kambr środkowy i górny); 9 – wapień wojcieszowskie (kambr dolny i środkowy); 10 – warstwy radzimowickie (eokambr); 11 – uskoki, 12 – nasunięcia; I – jednostka Świerzawy; II – jednostka Bolkowa; kółka i cyfry arabskie oznaczają odkrytki wymienione w tekście

Geological sketch map of the Świerzawa Unit in the Kaczawa Mts. (according to Teisseyre 1967; outcrop pattern of metasandstones partly based on author's mapping)

1 – Rotliegendes; 2 – Silurian; 3 – spilitites and diabases of Ordovician; 4 – Ordovician not divided; 5 – porphyroides and keratophyres (Ordovician, Cambrian); 6 – metasandstones (Cambrian?); 7 – metatuffs of eruptive acid rocks (Cambrian?); 8 – greenschist formation (Middle and Upper Cambrian); 9 – Wojcieszów limestones (Lower and Middle Cambrian); 10 – Radzimowice beds (Eocambrian); 11 – faults; 12 – overthrusts; I – the Świerzawa unit; II – the Bolków unit; exposures are denoted by circles with Arabic numbers

stępują czasem duże (do 1,0 mm) blasty tego minerału, ograniczone wyłącznie do lamin bardzo bogatych w kwarc, wtórny mikroklin oraz dolomit a czasem albit.

Osobną grupę minerałów ciężkich stanowią tlenki żelaza nagromadzone w warstewkach o miąższości od 2 do 10 mm (pl. II, 4, 6). Tam gdzie koncentracja tlenków jest słaba można stwierdzić, że występują one, wraz z drobnofuseczkowym serycytem, jako składnik agregatów, które czasem są dobrze obtoczone i wiel-

i wydaje się, że podkreślają pierwotne warstwowanie osadu. Nierzadko są one zafałdowane, a główna foliacja jest zgodna z płaszczyznami osiowymi fałdów (pl. II, 2, 5, 6). Wspomniane warstewki wiążą się więc z okresem przeddeformacyjnym, lecz sposób ich powstania pozostaje niewyjaśniony.

W piaskowcach stwierdzono też obecność epidotu i pirytu w postaci drobnych kryształów, układających się zgodnie z foliacją.

Kaolinit. Niewielkie ilości kaolinitu po-

jawiają się dosyć często. Szczególnie silnie skaolinizowane są skały wzdłuż południowej granicy wystąpienia piaskowców na Gackowej (fig. 1; tab. 1, próba nr 6), gdzie zaznacza się silna deformacja i zabarwienie skały hematytym na kolor wiśniowy. Koalinizacji ulegają w pierwszym rzędzie skaleni, dużo rzadziej łyszczyk i dolomit. Prócz pseudomorfoz po ziarnach mineralnych kaolinit tworzy często promieniste skupienia w żyłach kwarcowych. Cienkie żyłki kaolinitu, prostopadłe do foliacji, przecinają wtórny mikroklin. Zjawisko to świadczy o tym, że kaolinizacja odbyła się dosyć późno.

Tekstura. Pierwotna tekstura piaskowców została zatarta przez procesy diagenety i metamorfozy. Większość prób zawiera dużą ilość serycytu, tworzącego najczęściej, wraz ze zrekrytalizowanym kwarcem, dość jednolite ukierunkowane tło, w którym tkwią dobrze zachowane ziarna detrytyczne. Przeciętna średnica ziarn kwarcu i skaleni waha się na ogół w granicach od 0,1 do 0,2 mm. Pomiarów wielkości ziarn w jednej ze zwięzłych warstwowanych ławic są podane w tabeli 2.

W niektórych partiach szlifów można obserwować relikty pierwotnego osadu piaszczystego, mające postać skupień złożonych z kilku ziarn detrytycznych i kwarcowo-skaleniowego spoiwa (pl. III, 1). W stosunku do otoczenia skupienia te nie wykazują oznak metamorfozy, takich jak rekrystalizacja kierunkowa serycytu i kwarcu oraz obecność wtórnego mikroklinu. Niekiedy widoczne są w nich szwy mikrostylolity między ziarnami kwarcu a także między

Tabela 2

Wielkość ziarn detrytycznych kwarcu i skaleni z ławicy zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy na podstawie 50 pomiarów w szlifie. Janówek, odkrywka 3

Size of detrital quartz and feldspar grains from a layer of metasandstones of the Świerzawa Unit. Based on 50 measurements in thin section. Janówek, exposure no. 3

Nr próby* Sample no.*	3a	3β	3γ	3δ
Przeciętna średnica ziarn (mm)	0,23	0,19	0,14	0,14
Average grain diameter (mm)				

* Litery oznaczają pozycję próby w ławicy (por. pl. I, 4).
Letters denote positions of the samples in the layer (comp. pl. I, 4).

autogenicznymi obwódkami kwarcowymi (pl. IV, 1). Serycyt występuje tu głównie w postaci agregatów o wyraźnych zarysach ziarn detrytycznych (pl. V, 5). Zwraca uwagę zbliżona wielkość okruchów w poszczególnych skupieniach, zarówno w odmianach o grubszym, jak i drobniejszym ziarnie. Prawdopodobnie więc piaskowce były dobrze wysortowane i zawierały na ogół najwyżej niewielkie ilości pierwotnej matrix ilastej (tzw. protomatrix, Dickinson 1970), przypuszczalnie nie przekraczające kilku procent objętości skały. Wydaje się jednak, że w odmianach o stosunkowo drobnym ziarnie, zawierających dużą ilość serycytu, udział pierwotnej matrix był większy, niekiedy nawet znacznie.

UWAGI O GENEZIE PIASKOWCÓW

Piaskowce i towarzyszące im w niewielkiej ilości fyllity zawdzięczają swą obecną postać procesom diagenetycznym i metamorficznym. Przypuszczalną kolejność przeobrażeń pierwotnego osadu można odtworzyć na podstawie badań mikroskopowych.

Jak już ustalono, w procesie sedymentacji utworzył się piasek złożony z ziarn kwarcu, skaleni potasowego, plagioklastu i okruchów skaleniowo-kwarcowych. Minerale ciężkie były reprezentowane przez cyrkon i apatyt. W przestrzeniach międzyziarnowych występowała najczęściej niewielka ilość pierwotnej matrix ilastej.

W czasie diagenety osadu powstało spoiwo złożone z minerałów autogenicznych. Jako pierwszy krystalizował skaień potasowy, który utworzył obwódki regeneracyjne na licznych ziarnach detrytycznego skaleni potasowego (pl. III, 4; pl. IV, 3—6). Widoczna w obrazie mikroskopowym lekka korozja niektórych detrytycznych ziarn skaleni potasowego (pl. IV, 5, 6) pozwala przypuszczać, że wzrost obwódek był poprzedzony rozpuszczaniem skaleni potasowego w wodzie znajdującej się w przestrzeniach międzyziarnowych. Rozpuszczaniu w pierwszym rzędzie ulegały zapewne najdrobniejsze

ziarna detrytyczne. Wydaje się więc, że substancji do utworzenia się skalenia autigenicznego dostarczył materiał detrytyczny. Również w okresie diagenety, już po krystalizacji skalenia autigenicznego, powstało spoiwo kwarcowe (pl. III, 1, 4). Najprawdopodobniej w piaskowcach występowało też spoiwo węglanowe, które później uległo całkowitej rekrytalizacji.

Wydaje się, że serycytyzacja znacznej części ziarn detrytycznych dokonała się w okresie późnej diagenety lub nawet już w warunkach metamorficznych. Dobre wysortowanie ziarn w osadzie raczej wyklucza silną serycytyzację przed depozycją. Równocześnie fakt, że ziarna całkowicie zserycytizowane często ściśle przylegają do zupełnie świeżych ziarn skalenia potasowego, wskazuje na różnicę składu chemicznego jako przyczynę zróżnicowanej trwałości ziarn. Należy więc przyjąć, że serycytyzacji, która odbyła się już w osadzie, uległy przede wszystkim plagioklasy. Ponadto wydaje się, że gdyby ziarna zostały zserycytizowane przed powstaniem spoiwa mineralnego łatwo mogłyby one ulec zniekształceniu, dzięki swej stosunkowo małej kompetencji. Wypełniłyby wówczas wolne przestrzenie międzyziarnowe utrudniając znacznie krążenie roztworów, z których wykrytalizowało obfite spoiwo. Zatem i serycytyzacja i deformacja dużej części ziarn dokonały się przypuszczalnie dopiero później. Procesy te musiały doprowadzić do powstania pokazywanych ilości wtórnej matrix (tzw. pseudomatrix, Dickinson 1970) w piaskowcach. W słabo zmetamorfizowanych odmianach obserwuje się właśnie często nieukierunkowane tło serycytowe z domieszką kwarcu, które można mylnie określić jako zrekrytalizowaną matrix pierwotną. O jej wtórnej naturze świadczy, zdaniem Dickinsona, obecność odizolowanych agregatów serycytowych o wielkości zbliżonej do otaczających je innych ziarn detrytycznych (pl. V, 5). Wzrost ciśnienia, który doprowadził do utworzenia się pseudomatrix był też najprawdopodobniej przyczyną powstania szwów mikrostylitolitowych między detrytycznymi ziarnami kwarcu (pl. III, 1), a także między diagenetycznymi obwódkami kwarcowymi (pl. IV, 1). Być może opisane wyżej procesy zachodziły już w związku z fałdowaniem, któremu uległy piaskowce wraz z całą serią geosynklinalną Gór Kaczawskich.

Kolejny etap tworzenia się omawianych utworów był związany z metamorfozą i po-

wstaniem foliacji w płaszczyznach osiowych fałdów (pl. II, 2, 5, 6). Rekrytalizacji kierunkowej i dyferencjacji metamorficznej uległa część kwarcu i minerałów blaszkowych. Do tych ostatnich należy zaliczyć serycyt powstały kosztem ziarn detrytycznych oraz minerały ilaste wchodzące w skład pierwotnej matrix. Serycyt często gromadził się w oddzielnych laminach zgodnych z foliacją (pl. II, 2). Powstały w ten sposób liczne wkładki fyllitów, których nie należy mylić z fyllitami utworzonymi wskutek metamorfozy pierwotnych ławic mułowców lub bardzo drobnoziarnistych piaskowców (pl. II, 1). Wtórny mikroklin wzrastał zasadniczo w ławicach o grubszym ziarnie. W przegubach fałdów można jednak stwierdzić, że wzrost mikroklinu odbywał się wzdłuż płaszczyzn foliacji, które nie zawsze są zgodne z warstwowaniem (pl. II, 5). Spękania detrytycznych ziarn skaleni, prostopadłe do foliacji, są również wypełnione wtórnym mikroklinem. Wzrost tego minerału zachodził przypuszczalnie w niezbyt wysokiej temperaturze. Można zauważyć, że w skałach z dużą ilością wtórnego mikroklinu występuje bardzo niewiele serycytu. Nasuwa się więc przypuszczenie, że skał ten rósł kosztem łyszczyku (fengitu), być może przy niewielkim dopływie potasu z zewnątrz. Należy zaznaczyć, że domniemana serycytyzacja detrytycznych ziarn plagioklazów też mogłaby się wiązać z dopływem potasu (Borkowska *vide* Borkowska, Smulikowski 1973) już we wcześniejszym etapie rozwoju piaskowców.

Charakterystyczne współwystępowanie wtórnego mikroklinu z dolomitem nasuwa jeszcze jeden, zgodny z poprzednim wniosek. Z powstaniem mikroklinu kosztem fengitu mogła się łączyć dolomityzacja kalcytu, który stanowił przypuszczalnie pierwotne spoiwo piaskowców. Niewykluczone, że część kalcytu powstała przy serycytyzacji plagioklazów.

Wtórny albit wzrastał później niż mikroklin. Jest dość prawdopodobne, że sól potrzebny do utworzenia się albitu pochodził z detrytycznych plagioklazów. Powstanie wtórnego albitu przypadło na czas budinażu warstewek żelazistych, gdyż w ich spękaniach pojawia się obok kwarcu i kalcytu również albit, brak już natomiast mikroklinu.

Wszystkie skalenie obecne w piaskowcach są wypierane przez kalcyt lub dolomit. Przeważająca część węglanów przyjęła obecną po-

stać najpóźniej ze wszystkich minerałów ulegających rekrytalizacji metamorficznej.

W ostatniej, dużo późniejszej fazie rozwoju piaskowców powstał kaolinit, którego żyłki prostopadłe do foliacji przecinają między innymi wtórny mikroklin. W wielu miejscach kaolini-

skały (tab. 1), brak więc wystarczających podstaw do ścisłego zaklasyfikowania pierwotnego osadu piaszczystego. Niemniej jednak duża zawartość skalenia (do 49,3 %, średnio 18,4 %) pozwala przypuszczać, że miał on skład mineralny zbliżony do piaskowców skalenionych

Tabela 3

Porównanie składu chemicznego zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy i typowej arkozy (w % wagowych)
Chemical composition of metasandstones of the Świerzawa Unit in comparison with typical arkose (in weight per cent)

Nr próby Sample no.	Zmetamorfizowane piaskowce z Janówka* Metasandstones from Janówek*		„Płytkowy keratofir z Janówka** “Platy keratophyre” from Janówek**	Jotnicka arkoza z Koyliö, Finnld.*** Arkose of Jötnium from Koyliö, Finnld.***
	1	3a		
SiO ₂	75,90	74,30	80,48	79,30
TiO ₂	0,34	0,36	0,04	0,22
Al ₂ O ₃	11,88	9,79	9,21	9,94
Fe ₂ O ₃	3,21	1,91	0,75	1,00
FeO	0,52	0,79	1,71	0,72
MnO	0,01	0,02	0,08	0,02
MgO	0,43	1,07	0,76	0,56
CaO	0,38	1,95	0,36	0,38
Na ₂ O	0,10	1,40	4,96****	2,21
K ₂ O	5,26	6,30	0,99	4,32
P ₂ O ₅	0,13	0,15	0,06	0,05
CO ₂	—	2,06	—	—
H ₂ O +	1,81	0,40	—	0,55
H ₂ O —	0,13	0,06	0,45	0,41
S	—	—	—	—
Suma Total	100,10	100,29	99,87	99,68

* Analizował J. Kornaś.
Analysed by J. Kornaś.

** Analizował Hellmers, *vide* Zimmermann (1937).
Analysed by Hellmers, in Zimmermann (1937).

*** Analiza podana przez Pettijohna (1963) jako typowa dla arkoz. 44 % skaleni normatywnych.
Analizował B. Wilk.
Typical analysis for arkose. 44 per cent of normative feldspar (after Pettijohn 1963). Analysed by B. Wilk.

**** Wysoka zawartość Na₂O przy niskiej zawartości K₂O jest niezrozumiała w porównaniu ze składem mineralnym wielu prób „płytkowych keratofirów” z okolic Janówka (por. tab. 1) oraz z wynikami przedstawianych analiz chemicznych (próby 1 i 3a).
High Na₂O and low K₂O contents are surprising when compared with mineral composition of numerous samples of “platy keratophyres” from Janówek (comp. tab. 1) and with results of the presented chemical analyses (samples 1 and 3a).

zacja objęła całą skałę, kaolinit zastąpił skalenie, a czasem łyszczyk oraz dolomit.

Przybliżony — ze względu na duże trudności przy planimetrowaniu — skład mineralny omawianych utworów przedstawia tabela 1. Ilość dobrze zachowanych składników detrytycznych w piaskowcach nie przekracza na ogół 50 %, a często schodzi poniżej 30 % objętości

a nawet arkoz. Skład chemiczny prób z okolic Janówka, porównany z analizą typowej arkozy (tab. 3), potwierdza powyższy wniosek.

Mała ilość Na₂O w próbce nr 1 (tab. 3) wiąże się z brakiem w niej wtórnego albitu (tab. 1). Zatem przy założeniu, że minerał ten zawiera sól uwolnioną z detrytycznych plagioklawów w procesie ich wcześniejszej serycytyzacji,

należy się spodziewać, iż duża ilość serycytu w próbie nr 1 powstała nie kosztem detrytycznych plagioklazów, lecz wskutek rekrytalizacji pierwotnej matrix ilastej piaskowców.

Duża zawartość K_2O w próbie nr 3a (tab. 3) tłumaczy się bardzo poważnym udziałem skalenia potasowego w jej składzie mineralnym (tab. 1). Około 30–50% skalenia stanowi tu wtórny mikroklin, niewykluczone więc, że część potasu została do skały doprowadzona w okresie wzrostu tego minerału.

Zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy nie można paralelizować z metapsefitami i metapsamitami kambro-syluru okolic Wlenia, opisanymi przez Łącką (1972). Skały te znacznie różnią się od omówionych w tej pracy utworów składem mineralnym materiału okruchowego.

Piaskowce jednostki Świerzawy zasadniczo różnią się też składem mineralnym i teksturą

od staropaleozoicznych piaskowców, opisanych przez Baranowskiego (1973) z północnej części Gór Kaczawskich (jednostka Rzeszówek—Jakuszowa). Wspomniane utwory, należące do facji fliszowej, autor określił jako waki kwarcowe, natomiast większość piaskowców jednostki Świerzawy, ze względu na przypuszczalnie niską zawartość pierwotnej matrix, należy uznać za arenity. Spoiwo, zachowane w szczątkowej postaci, było w nich dobrze rozwinięte. Tworzył je kwarc, skałen potasowy i najprawdopodobniej węglany. Serycytowe tło skalne, występujące w wielu odmianach piaskowców, powstało w wyniku późniejszych przeobrażeń kosztem zserycytyzowanych ziarn detrytycznych. Odmiany o najdrobniejszym ziarnie, złożone obecnie głównie z serycytu (fyllity), zupełnie już zatraciły charakter skał osadowych, widoczny jeszcze nieźle w odmianach gruboziarnistych (por. Kicuła, Wieser 1970).

Zakład Nauk Geologicznych PAN
ul. Cybulskiego 30
50-205 Wrocław
Wrocław, styczeń 1974

LITERATURA

- ANSILEWSKI J., 1954: Keratofiry Gór Kaczawskich. The keratophyres of the Kaczawa Mts. *Arch. miner.*, t. XVIII, z. 1, p. 131–164.
- BARANOWSKI Z., 1975: Zmetamorfizowane osady fliszowe północnej części Gór Kaczawskich (Jednostka Rzeszówek—Jakuszowa). Metamorphosed flysch deposits in the Northern Kaczawa Mts. (Rzeszówek—Jakuszowa Unit). *Geol. Sudetica*, vol. X, nr 1, s. 119–154.
- BASKIN Y., 1956: A study of authigenic feldspars. *J. Geol.*, vol. 64, no. 2, p. 132–155.
- BLOCK W., 1938: Das Altpaläozoikum des östlichen Bober-Katzbachgebirges. *Geotekt. Forsch.*, H. 2, s. 55–104.
- BORKOWSKA M., SMULIKOWSKI K., 1973: Minerale skalotwórcze. Wyd. Geol., Warszawa.
- DICKINSON W. R., 1970: Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *J. Sed. Petrol.*, vol. 40, no. 2, p. 695–707.
- GOVINDA RAJULU B. V., NAGARAJA H. R., 1967: Authigenic feldspars from the lower Kaladgi arkoses of Jamkhandi, Mysore state, India. *Ibidem*, vol. 37, no. 2, p. 707–709.
- HEALD M. T., 1950: Authigenesis in West Virginia, sandstones. *J. Geol.*, vol. 58, no. 6, p. 624–633.
- HEALD M. T., 1956: Cementation of Triassic arkoses in Connecticut and Massachusetts. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 67, no. 9, p. 1133–1154.
- KICUŁA J., WIESER T., 1970: Osady prekambry i lamprofiry w otworze wiertniczym Opatkowice-1. Precambrian sediments and lamprophyres in the bore-hole Opatkowice-1. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, t. 40, z. 1, s. 111–129.
- ŁĄCKA B., 1972: Charakterystyka petrograficzna metapsefitów i metapsamitów kambro-syluru okolic Wlenia. Petrology of metasandstones and metaconglomerates from Cambro-Silurian in the vicinity of Wleń (Góry Kaczawskie Mts.). *Geol. Sudetica*, vol. VI, s. 189–208.
- PETTIJOHN F. J., 1963: Chemical composition of sandstones – excluding carbonate and volcanic sands: data of geochemistry. *U. S. Geol. Surv., Prof. Paper* 440–S, 19p.
- TEISSEYRE H., 1956: Depresja Świebodzie jako jednostka geologiczna. Świebodzice Depression as a Geological Unit. *Inst. Geol., Biul.* 106.
- TEISSEYRE H., 1957: Regionalna geologia Polski, t. III, z. 1, Sudety. Kraków.
- TEISSEYRE H., 1967: Najważniejsze zagadnienia geologii podstawowej w Górach Kaczawskich. The metamorphic series of the Kaczawa Mts. [W:] Przewodnik XL Zjazdu PTGeol., Warszawa.
- ZIMMERMANN E. Z., BERG G., 1932: Geologische Karte. Blatt Kauffung. *Preuss. Geol. L.-A.* Berlin.
- ZIMMERMANN E. Z., 1937: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preussen... etc. Lief. 276, Blatt Hirschberg. *Preuss. Geol. L.-A.* Berlin.
- ZIMMERMANN E. Z., 1941: Geologische Karte des Deutschen Reiches. Lief. 276. Erläuterungen zu Blatt Kauffung. *Reich. Bodenforsch.*

Antonina PACHOLSKA

PETROGRAPHY OF METASANDSTONES OF THE ŚWIERZAWA UNIT IN THE KACZAWA MTS. (GÓRY KACZAWSKIE)

Summary

The paper deals with the rocks forming one of the old-Palaeozoic epimetamorphic series of the Świerzawa Unit distinguished in the southern trunk of the Kaczawa Mts. by Teisseyre (1956). The series under discussion reaches the thickness of 100–150 m and outcrops amidst the Cambrian greenstones (fig. 1).

At first the rocks in question were believed to be quartzites (Gürich, *vide* Zimmermann 1941). Next it was Zimmermann (1932) who described them as being keratophyres. Block (1938) and Ansilewski (1954) in much the same way pointed to their volcanic origin. However, Smulikowski and Teisseyre (in Teisseyre 1957) doubted their primary lava nature, considering tuff nature of the discussed rocks to be more probable.

On the basis of field and microscopical evidence presented in this article the author states that the "keratophyres" of the Świerzawa Unit should be regarded as the metamorphosed sandstones.

When examined with a naked eye the investigated rocks resemble sandstones (pl. I, 1–4; pl. II, 3). Several lithological varieties can be distinguished. They differ from each other in their hue, grain coarseness, and degree of foliation development. The typical variety is characterized by light colouration, distinct plate structure, and poorly developed foliation planes. Layer thickness is usually of several cm. In the village of Janówek (exposures no. 2 and 3 in fig. 1) several exceptionally massive layers of the metasandstones occur. Those rocks display coarse structure and sometimes fractional order of grain distribution. In the metasandstones coming from the vicinity of the village of Wojcieszów iron-bearing bands are abundant marking the primary sedimentary bedding (pl. II, 4). The presence of the latter allows to observe a pattern of the tectonic deformation which affected the discussed rocks (pl. II.2, 5, 6).

Metasandstones have been interbedded subsidiarily with phyllitic rocks. The phyllites have been recognized

to form thin intercalations which have separated from each other the layers characterized by coarser grain structures. Only in Janówek the phyllites appear to be more abundant and significant. Due to frequent interbedding with the metasandstones they form together a fine-laminated rock at the distance of two meters (pl. II, 1).

When examined under the microscope the metasandstones display usually a presence of fine-grained groundmass composed mainly of sericite as well as insignificant amount of quartz. Larger grains of quartz, potash feldspar, fine-grained quartzo-felspathic fragments reminding sometimes granophyre, and more or less sericitized grains occur against the background. Zircon and apatite can be encountered occasionally. Rarely carbonate and clear, often automorphic albite may be present. Sometimes the rocks are enriched in iron ores, leucoxene, epidote and pyrite. The phyllites consist almost exclusively of white mica. Besides the fine fragments of quartz, potash feldspar as well as iron oxides can be encountered.

There are several mineral constituents to built up the metasandstones. They are as follows: well preserved detrital grains, badly preserved cement developed during diagenetic processes, and products of metamorphic recrystallization. The author has established the presumable succession of transformations which affected the primary sediment. It was recognized that in the course of sedimentation, the sand composed of quartz grains, potash feldspar, most likely plagioclases and quartzofelspathic fragments, was deposited. These compounds were accompanied by heavy minerals represented by zircon (pl. V, 6) and apatite. The average diameter of quartz or feldspar grains reaches the value of 0,1–0,2 mm (tab. 2). Relics of the primary sand deposit happened to be revealed in the thin sections. Thus it may be assumed that the sediment was that of a well-sorted type and an amount of

protomatrix (Dickinson 1970) did not exceed several per cent of the rock volume. Some fine-grained varieties have displayed an increase in a matrix content.

During the process of diagenesis the cement composed of authigenic minerals was developed. Potash feldspar — most likely adularia — has been believed to have crystallized at first (*cf.* Baskin 1956). The mineral was developed as the overgrowths around the detrital grains of potash feldspar (pl. III, 4; pl. IV, 3–6), (*cf.* Govinda Rajulu, Nagaraja 1967; Heald 1950; 1956). Some detrital grains of the investigated potash feldspar have been recognized to be slightly corroded (pl. IV, 5, 6). This allows to assume that the partial dissolution of the detrital feldspar had been effected prior to the inception of the feldspar rims. The former process affected mainly the finest grains. The quartz cement has been thought to have developed in the course of diagenesis after the authigenic feldspar had crystallized (pl. III, 1, 3, 4). Most probably the metasandstones also to some extent were cemented by carbonates. However the carbonates yielded to a complete recrystallization due to metamorphism. Sericitization of nearly all the detrital plagioclase grains (pl. V, 5) is thought to have taken place at the period of late diagenesis. The process might be associated with an afflux of K-ions (Borkowska in Borkowska, Smulikowski 1973). After the sericitized grains had been deformed, due to incremental pressure the pseudomatrix was developed (Dickinson 1970). It was probably the same pressure which effected the inception of sutured contacts occurring between detrital quartz grains and between the diagenetic overgrowths of quartz (pl. III, 1; pl. IV, 1).

Penetrative foliation paralleling the axial planes to folds was due to metamorphism (pl. II, 2, 5, 6). Certain parts of the quartz grains and flaky minerals yielded to the directional recrystallization (pl. III, 2), and metamorphic differentiation. Sericite laminae happened to be created in a spatial agreement with the foliation planes, which might be discordant to the sedimentary bedding. It has been recognized that within the coarser-grained layers the microcline crystals kept growing along the foliation surfaces. The microcline was developed either as independent crystals

or rimmed the detrital grains of potash feldspar. The rims have been considered as the second generation of overgrowths (pl. IV, 4–6; pl. V, 1). Sericite has usually been absent from the microcline-rich rock varieties. Therefore it is suggested that the feldspar was developed at the expense of mica. Simultaneous afflux of K-ions may be assumed.

Further on the rocks were subjected to fairly strong albitization. It seems to be possible that the detrital plagioclases were the source of sodium needed for inception of secondary albite.

All the aforesaid feldspars are replaced by carbonates (pl. V, 2–4). The process has been recognized as the youngest one. Due to presumably greater admixture of Na₂O and CaO in the detrital potash feldspar, it yielded to the carbonatization easier than the secondary microcline (*cf.* Heald 1956).

Occasional kaolinitization of potash feldspar or even phengite and carbonates took place in the last phase of the metasandstone development.

High content of detrital feldspar (*cf.* tab. 1 — average 18,4%) allows to assume that the questioned rocks have reached the composition of felspathic sandstones or even arkoses. The comparison of the result of the chemical analysis of the rock from Janówek with that of the typical arkose seems to support the above conclusion (tab. 3). Due to presumably low amount of protomatrix the primary sandstones are considered to have been the arenites. The coarse-grained varieties have still preserved features characteristic of the sedimentary rocks. The features have been nearly completely obscured in the finest-grained varieties composed now mainly of sericite (*cf.* Kicuła, Wieser 1970):

Both the mineral composition and texture of the metasandstones of the Świerzawa Unit differ from those displayed by the old-Palaeozoic metasandstones described by Baranowski (1973) from the northern part of the Kaczawa Mts. and by Łącka (1972) from the Cambro-Silurian in the vicinity of Wleń.

The author is indebted to Prof. H. Teisseyre, Doc. H. Dziedzicowa, Mgr T. Morawski, Dr A. Nowakowski as well as colleagues from the Geological Institute of Polish Academy of Sciences for kindly helping in her investigations.

Translated by Andrzej Żelaźniewicz

PLANSZE I OBJAŚNIENIA

PLANSZA I
PLATE I

1. Zmetamorfizowany piaskowiec, przeważa odmiana z wykształconą foliacją. Linia ciągłą są obwiedzone ławice zwięzłego piaskowca bogatego w kwarc, wtórny mikroklin i dolomit, a prawie całkowicie pozbawionego serycytu. Janówek, odkrywka 3*
Metasandstone. Foliated variety is prevalent. Massive layers, outlined by solid line, are rich in quartz, secondary microcline and dolomite. Sericite is almost completely lacking. Janówek, exposure 3*
2. Dwie ławice zwięzłego piaskowca (obwiedzone linią ciągłą) wśród odmian z wyraźną foliacją. Gwałtowne zmiany miąższości tych ławic są spowodowane budinażem, z którym wiąże się też powstanie licznych spękań wypełnionych żyłami kwarcu. Janówek, odkrywka 2
Two massive layers of metasandstones (outlined by solid line) between well foliated varieties. Rapid changes of thickness of these layers are due to boudinage. Development of numerous fractures veined by quartz is connected with the boudinage. Janówek, exposure 2
3. Całkowicie odizolowany fragment zwięzłej odmiany piaskowców (obwiedziony linią ciągłą) wśród piaskowców z wyraźną foliacją. Najprawdopodobniej jest to efekt budinażu. Janówek, odkrywka 2
Completely detached fragment of massive variety of metasandstone (outlined by solid line) between well foliated metasandstones. Most likely it is an effect of the boudinage. Janówek, exposure 2
4. Ławica zwięzłego piaskowca wykazująca frakcjonalne uporządkowanie ziarn; seria tektonicznie odwrócona. Litery oznaczają miejsca pobrania prób, w których zmierzono średnią średnicę ziarn detrytycznych (por. tab. 2). Janówek, odkrywka 3
Layer of bedded sandstone in tectonically overturned sequence. Letters denote places of sampling in which the average diameter of detrital grains has been measured (comp. tab. 2). Janówek, exposure 3

*Lokalizacja odkrywek jest podana na figurze 1.

Localization of all the described exposures is shown in fig. 1.



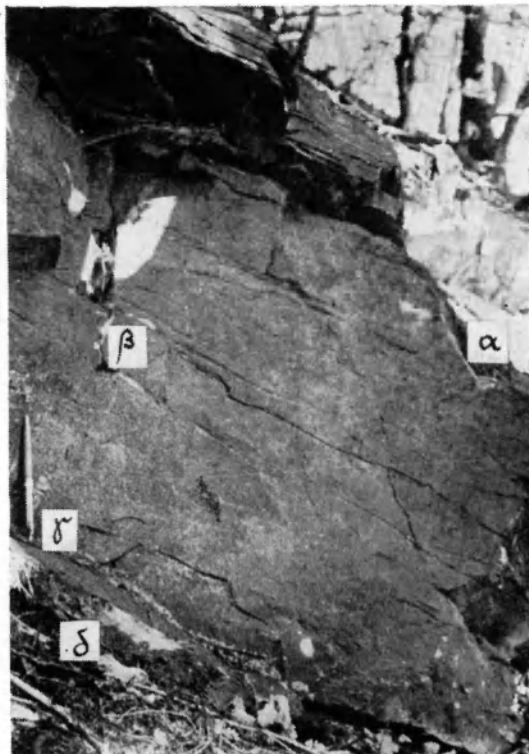
1



2



3



4

Antonina PACHOLSKA – Petrografia zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy w Górach Kaczawskich
Petrography of metasandstones of the Świerzawa Unit in the Kaczawa Mts. (Góry Kaczawskie)

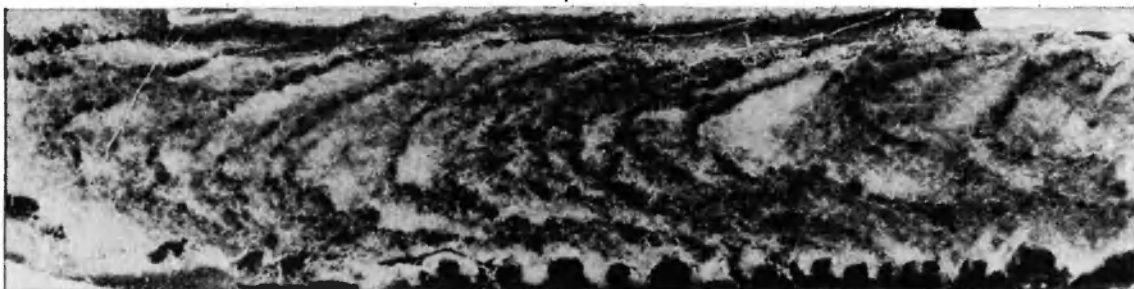
PLANSZA II

PLATE II

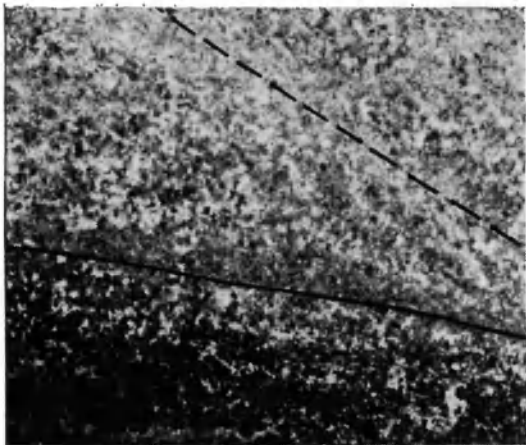
1. Drobnouławiczna skala złożona z naprzemianległych warstewek zmetamorfizowanego piaskowca i fyllitu. W centralnej części zdjęcia widoczny płaski fałd. Nieciągłość jednej z warstewek piaskowca (podkreślonej linią ciągłą) może mieć pochodzenie sedymentacyjne (ripplemarki) lub tektoniczne (budinaż). Janówek, odkrywka 2, pow. 1,5 ×
Fine-layered rock composed of mutually alternating layers of metasandstones and phyllites. In centre an open fold is seen. Discontinuity of one of the metasandstone layers (outlined by solid line) is of sedimentary (ripple marks) or tectonic (boudinage) origin. Janówek, exposure 2, magn. 1,5 ×
2. Piaskowiec silnie zafałdowany. Wskutek przesunięć zachodzących wzdłuż płaszczyzn foliacji osiowej zachowały się tylko przeguby fałdów. Warstwowanie piaskowca jest dobrze widoczne dzięki licznym warstewkom żelazistym. Przy górnej krawędzi zdjęcia można obserwować ciekawą laminę fyllitu zgodną z foliacją. Powstała ona w procesie dyferencjacji metamorficznej. Młynica, odkrywka 8, pow. 1,3 ×
Strongly folded metasandstone. Owing to displacements along axial foliation planes an intrafolial fold was produced. Bedding of metasandstone well visible due to presence of numerous iron-ore-bearing layers. In the upper part of photo a thin phyllite lamina is seen. The lamina is due to metamorphic differentiation. Młynica, exposure 8, magn. 1,3 ×
3. Typowa odmiana piaskowców. Warstwowanie, wyrażone zmianami składu i barwy skały, jest słabo widoczne (podkreślone linią przerywaną). Foliacja (podkreślona linią ciągłą) jest tu skośna do warstwowania. Polanka, odkrywka 9, pow. 2 ×
Typical variety of metasandstones. Bedding marked by changes of composition and hue of the rock, is hardly seen (dashed line). Foliation is oblique to the bedding (solid line). Polanka, exposure 9, magn. 2 ×
4. Dobrze widoczne warstwowanie piaskowca. Foliacja jest równoległa do poziomych brzegów zdjęcia. Bardzo twarda warstewka żelazista uległa budinażowi, w spękania- niach występują żyłki kwarcowo-kalcytowo-albitowe. Polanka, odkrywka 9, pow. 2 ×
Well visible bedding of metasandstone. Foliation is parallel to horizontal edges of photo. Very hard iron-ore-bearing layer was boudined and resulted fractures were veined by quartz, calcite and albite material. Polanka, exposure 9, magn. 2 ×
5. Silnie spłaszczony fałd w piaskowcu dobrze widoczny dzięki obecności warstewki żelazistej. Równoległe do płaszczyzny osiowej fałdu utworzyły się laminy wzbogacone w kwarc, wtórny mikroklina, albit i węglan. Widoczne są one w postaci jasnych smug. Młynica, odkrywka 7, pow. 3 ×
Strongly flattened fold in metasandstone well visible due to the presence of iron-ore-bearing layer. Laminae rich in quartz, secondary microcline, albite and carbonate (light streaks) were developed in the axial plane of the fold. Młynica, exposure 7, magn. 3 ×
6. Zafałdowane warstwowanie w piaskowcu zawierającym dużą ilość agregatów złożonych z serycytu i tlenków żelaza. Rozwój fałdu został skomplikowany obecnością grubszej i bardziej kompetentnej warstewki hematytowej. Foliacja osiowa dobrze rozwinięta. Polanka, odkrywka 9, pow. 2 ×
Folded bedding of metasandstone which contain a great deal of aggregates composed of sericite and iron oxides. Inception of fold was complicated due to the presence of a coarser and more competent hematite layer. Axial foliation is well developed. Polanka, exposure 9, magn. 2 ×



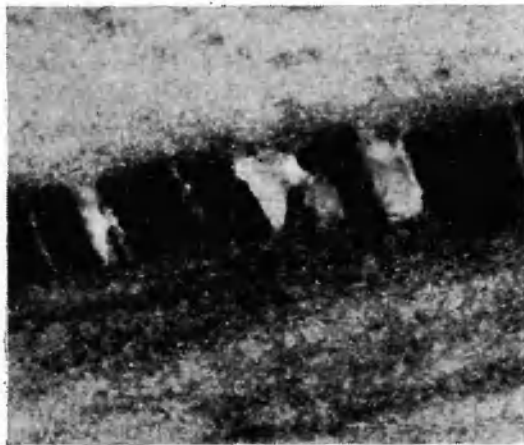
1



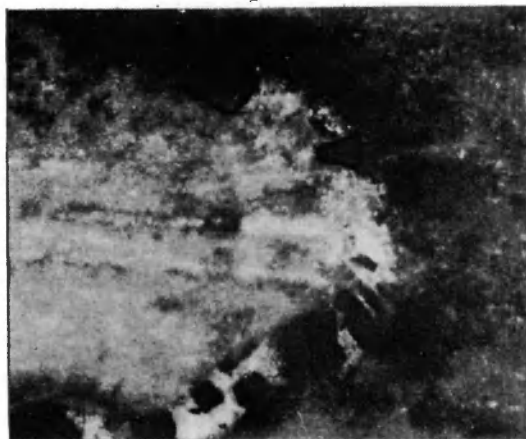
2



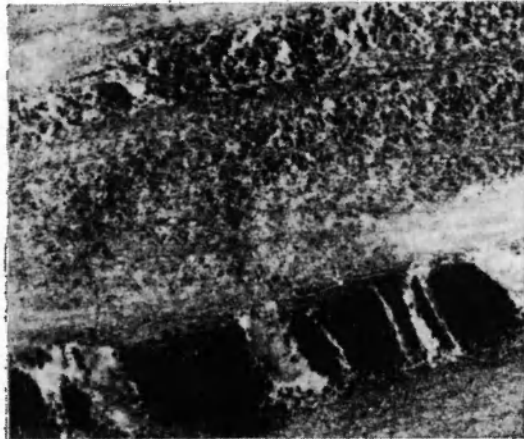
3



4



5



6

Antonina PACHOLSKA — Petrografia zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy w Górach Kaczawskich
Petrography of metasandstones of the Świerzawa Unit in the Kaczawa Mts. (Góry Kaczawskie)

PLANSZA III
PLATE III

1. Piaskowiec słabo zrekrystalizowany bez foliacji. Pierwotne zarysy ziarn detrytycznych są nieźle zachowane: *q* – kwarc, *f* – skaień potasowy, *sc* – ziarna częściowo zserycytyzowane, *s* – ziarna całkowicie zserycytyzowane. W prawej części zdjęcia widoczna jest obwódka autigeniczna na ziarnie skalenia potasowego i spoiwo kwarcowe między dwoma ziarnami skalenia (strzałka). W środku pola widzenia można obserwować szew mikrostylolitowy na granicy dwóch detrytycznych ziarn kwarcu. Radostka, próba z bloku, nikole skrzyżowane, pow. 120 ×

Non-foliated weakly recrystallized metasandstone. Primary outlines of detrital grains are fairly well conserved: *q* – quartz, *f* – K-felspar, *sc* – partly sericitized grains, *s* – completely sericitized grains. Authigenic rim around K-felspar grain and quartz cement (arrow) between two felspar grains are seen in the right-hand side of photo. Note sutured contacts of two detrital quartz grains (in centre). Radostka, sample from a loosened block, crossed nicols, magn. 120 ×

2. Piaskowiec silnie zrekrystalizowany, z wyraźną foliacją. Widoczna rekrytalizacja kierunkowa kwarcu (*q*) i serycytu. Linia kropkowaną podkreślono zarysy detrytycznego ziarna kwarcu. Janówek, odkrywka 2, nikole skrzyżowane, pow. 120 ×

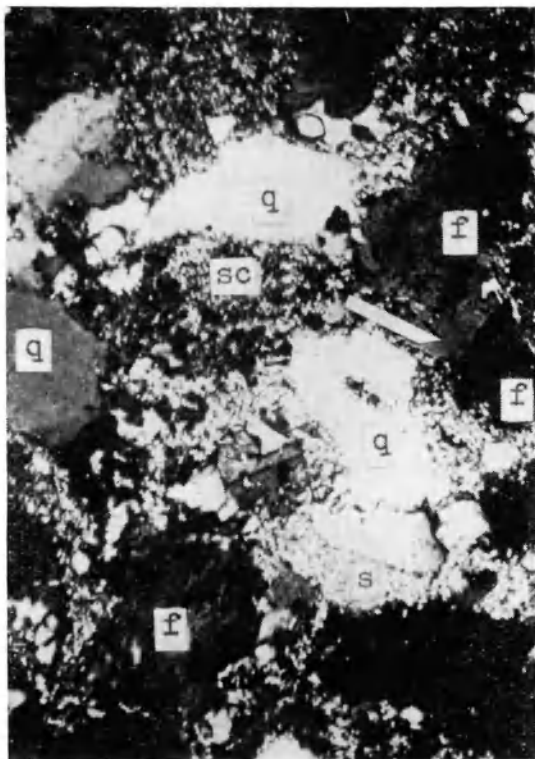
Distinctly foliated and strongly recrystallized metasandstone. Directional recrystallization of quartz (*q*) and sericite can be seen. Detrital grain of quartz outlined by dotted line. Janówek, exposure 2, crossed nicols, magn. 120 ×

3. Dobrze obtoczone detrytyczne ziarno kwarcu (częściowo obwiedzione linią ciągłą) z przyrośniętym spoiwem kwarcowym, oddzielonym smużką serycytu. Młynica, odkrywka 7, nikole skrzyżowane, pow. 260 ×

Well rounded detrital grain of quartz (partly outlined by solid line) separated by a sericite felt from adhering quartz cement. Młynica, exposure 7, crossed nicols, magn. 260 ×

4. Subautomorficzna obwódka skalenia potasowego na detrytycznym ziarnie skalenia stykająca się częściowo z okruchem monokrystalicznego kwarcu a częściowo ze spoiwem kwarcowym (strzałka). W dolnej części zdjęcia widoczne jest detrytyczne ziarno kwarcu polikrystalicznego. Południowo-zachodnie zbocze Okola, próba z bloku, nikole skrzyżowane, pow. 260 ×

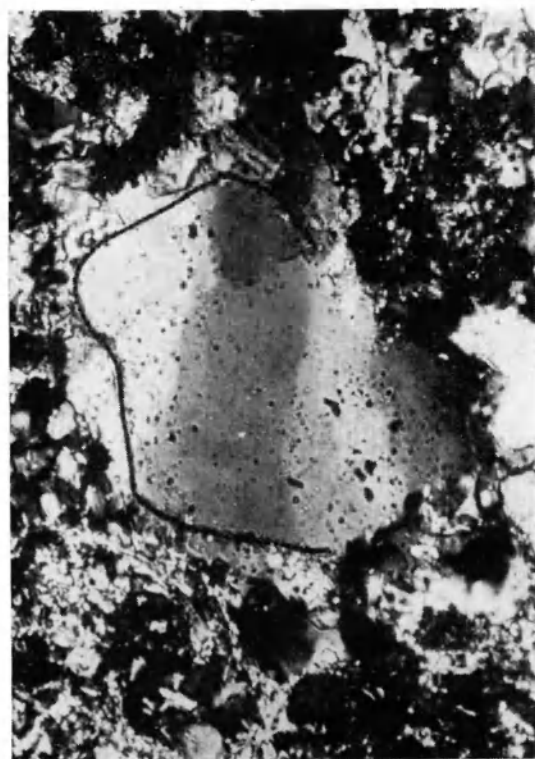
Subhedral K-felspar rim around the detrital grain of felspar. The rim contacts partly with a fragment of monocrystalline quartz and partly with a quartz cement (arrow). Detrital polycrystalline grain of quartz is seen in lower part of photo. South-western slope of the Okole, sample from a loosened block, crossed nicols, magn. 260 ×



1



2



3



4

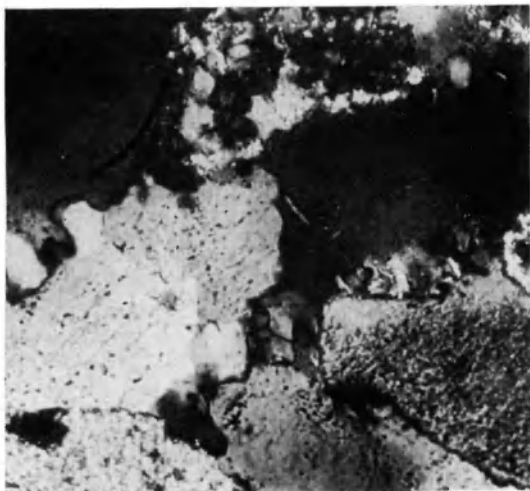
Antonina PACHOLSKA – Petrografia zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy w Górach Kaczawskich

Petrography of metasandstones of the Świerzawa Unit in the Kaczawa Mts. (Góry Kaczawskie)

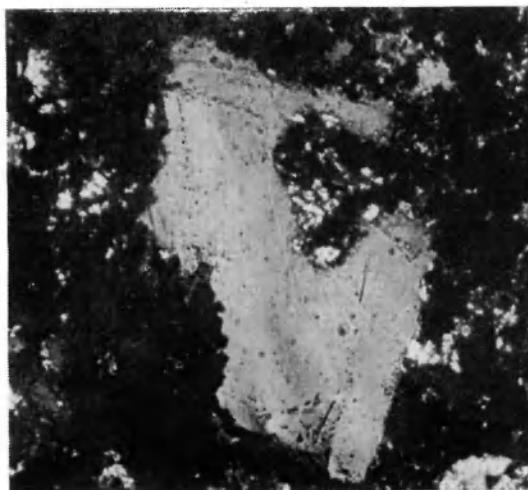
PLANSZA IV

PLATE IV

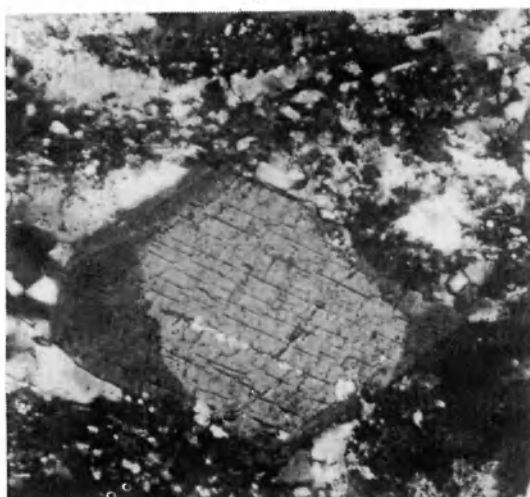
1. Szwy mikrostylolitowe między ziarnami kwarcu. W lewym górnym rogu zdjęcia widać niewyraźną granicę jednego z ziarn detrytycznych ze spoiwem kwarcowym (linia ciągła). Mikrostylolity powstały później niż spoiwo kwarcowe. Radostka, próba z bloku, nikole skrzyżowane, pow. 200 ×
Sutured contacts between quartz grains. The boundary between cement and one of the detrital grains (solid line) is seen in upper left-hand side of photo. Microstylolites were developed later than quartz cement. Radostka, sample from a loosened block, crossed nicols, magn. 200 ×
2. Ziarno kwarcu z warstewki żelazistej. Zarys bipiramidalny i zatoka korozyjna wypełniona obecnie serycytem i hematytem wskazują na jego pochodzenie wulkaniczne. Polanka, odkrywka 9, nikole skrzyżowane, pow. 230 ×
Quartz grain from hematite-bearing layer. Bipyrarnidal habit and corrosion embayment, filled up with sericite and hematite, point to volcanic origin of the grain. Polanka, exposure 9, crossed nicols, magn. 230 ×
3. Ziarno skalenia potasowego z subautomorficzną obwódką autigenicznego skalenia potasowego (adular?). W płaszczyźnie łupliwości widoczny jest serycyt. Wzgórze 540 m, Chrośnica, próba z bloku, nikole skrzyżowane, pow. 175 ×
K-felspar grain rimmed by subhedral authigenic K-felspar (adularia?). Sericite flakes arranged along cleavage planes. Hill 540 m, Chrośnica, sample from a loosened block, crossed nicols, magn. 175 ×
4. Ziarno skalenia potasowego z subautomorficzną obwódką autigenicznego skalenia potasowego (częściowo obwiedziona linią ciągłą) i późniejszą niepełną obwódką mikroklinu (*m*). Młynica, próba z bloku, nikole skrzyżowane, pow. 200 ×
K-felspar grain rimmed by authigenic K-felspar (partly outlined by solid line). Microcline outgrowth (*m*) appears to be later. Młynica, sample from a loosened block, crossed nicols, magn. 200 ×
5. Ziarno skalenia potasowego z subautomorficzną obwódką autigeniczną (adular?) będącą w pozycji wygaszania i późniejszą obwódką mikroklinową (obwiedziona linią ciągłą). Ostra i równa granica ziarna detrytycznego ze skaleniem autigenicznym przypuszczalnie nie jest wynikiem obtoczenia, lecz korozji poprzedzającej powstanie obwódki regeneracyjnej. Może o tym świadczyć obecność nierówności na powierzchni ziarna detrytycznego (strzałka). Janówek, odkrywka 2, nikole skrzyżowane, pow. 175 ×
K-felspar grain rimmed by subhedral authigenic K-felspar (adularia?) — in a position of extinction — and by later microcline (outlined by solid line). Distinct and even boundary between detrital grain and authigenic felspar is probably due to corrosion earlier than inception of authigenic rim. This is suggested by uneven outline of part of the grain shown by arrow. Janówek, exposure 2, crossed nicols, magn. 175 ×
6. Mikroklin z obwódką autigeniczną i późniejszą, bardzo cienką obwódką mikroklinową (strzałka). Zatoki występujące na brzegu ziarna detrytycznego są przypuszczalnie wynikiem korozji poprzedzającej utworzenie się skalenia autigenicznego. Janówek, odkrywka 2, nikole skrzyżowane, pow. 175 ×
Microcline grain with authigenic outgrowth surrounded later by very thin rim of metamorphic microcline (arrow). Embayment outline of the detrital grain (partly outlined by solid line) results probably from a corrosion preceding the development of the authigenic felspar. Janówek, exposure 2, crossed nicols, magn. 175 ×



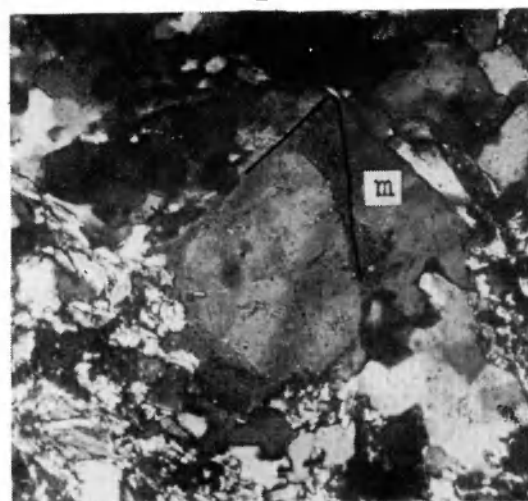
1



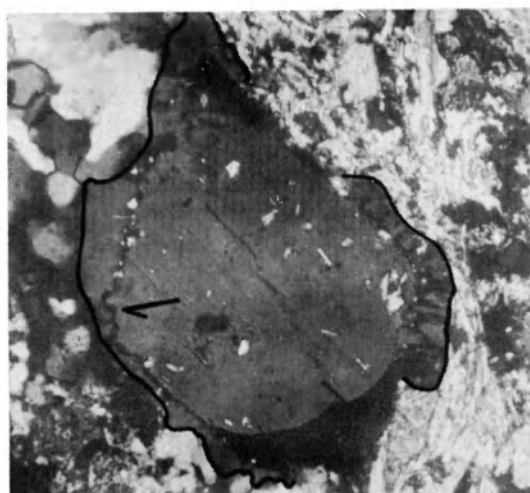
2



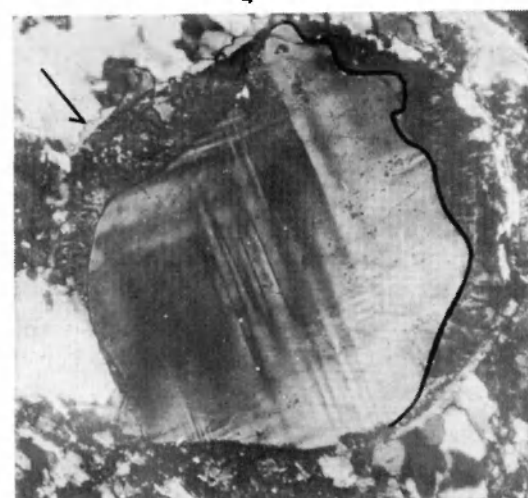
3



4



5

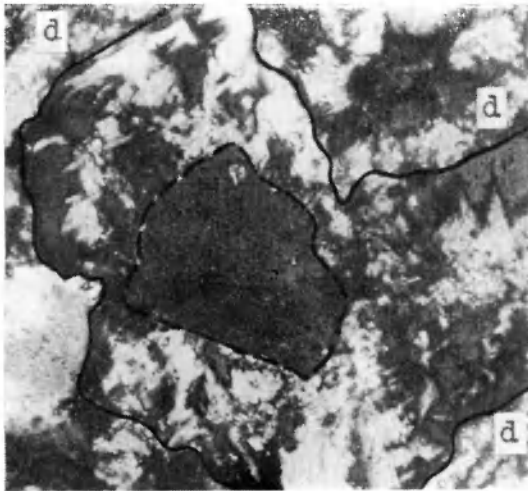


6

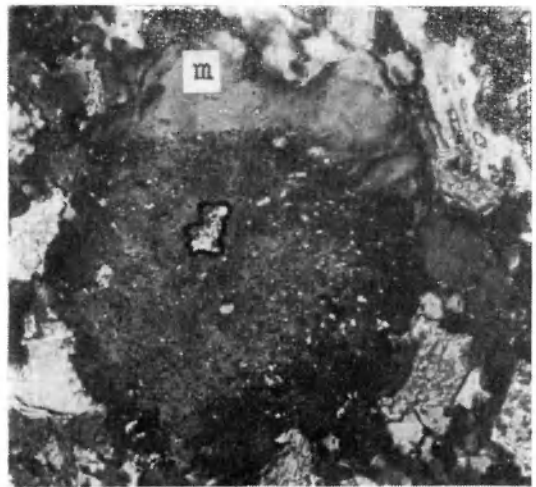
Antonina PACHOLSKA — Petrografia zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy w Górach Kaczawskich
Petrography of metasandstones of the Świerzawa Unit in the Kaczawa Mts. (Góry Kaczawskie)

PLANSZA V
PLATE V

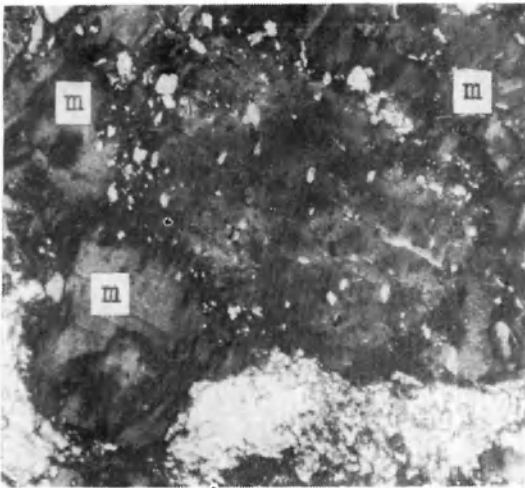
1. Duża subautomorficzna obwódka mikroklinu pochodzenia metamorficznego (obwiedziona linią ciągłą) na detrytycznym ziarnie skalenia potasowego (linia przerywana). Próba pochodzi ze zwięzłego piaskowca nie zawierającego serycytu a bardzo bogatego we wtórny mikroklin i dolomit (*d*). Janówek, odkrywka 2, nikole skrzyżowane, pow. 200 ×
Large subhedral microcline overgrowth of metamorphic origin (solid line) around detrital grain of K-felspar (dashed line). Sample from a massive sericite-free metasandstone, rich in secondary microcline and dolomite (*d*). Janówek, exposure 2, crossed nicols, magn. 200 ×
2. Ziarno skalenia potasowego z obwódką mikroklinową (*m*). Bardzo liczne drobne punkty i skupienia na tle skalenia tworzy kalcyt (jasny, częściowo obwiedziony linią ciągłą). Wypiera on wyłącznie ziarno detrytyczne, a we wtórnej obwódce jest nieobecny. Młynica, odkrywka 7, nikole skrzyżowane, pow. 175 ×
K-felspar grain with microcline overgrowth (*m*). A great deal of very fine light patches on the felspar background is due to calcite (partly outlined). Calcite replaces only the detrital grain and it is absent within the secondary overgrowth. Młynica, exposure 7, crossed nicols, magn. 175 ×
3. Ziarno skalenia potasowego z szeroką obwódką mikroklinową (*m*) otoczone dolomitom (biały). Drobne kryształy dolomitu, często automorficzne, gromadzą się głównie na obwodzie ziarna detrytycznego i częściowo w jego wnętrzu. Janówek, odkrywka 2, nikole skrzyżowane, pow. 120 ×
K-felspar grain with a wide microcline overgrowth (*m*) is surrounded by dolomite (white). Tiny occasionally euhedral dolomite crystals are gathered mainly around the detrital grain and partly within it. Janówek, exposure 2, crossed nicols, magn. 120 ×
4. Ziarno kwarcu (*q*) w warstewce żelazistej, wypierane od brzegów przez albit (*a*). Albit z kolei jest zastępowany przez kalcyt (obwiedziony linią ciągłą) a na brzegach ziarna przez hematyt. Polanka, odkrywka 9, nikole skrzyżowane, pow. 625 ×
Quartz grain (*q*) within hematite-bearing layer replaced from edges by albite (*a*). Albite, in turn, replaced by calcite (outlined) and at margins by hematite. Polanka, exposure 9, crossed nicols, magn. 625 ×
5. Agregat serycytu o dobrze zachowanych zarysach ziarna detrytycznego (duże jasne ziarno w środku), wielkością zbliżony do otaczających go okruchów skalenia potasowego (*f*) i kwarcu (*q*). Wzgórze 660,6 m, na SE od Okola, odkrywka 4, nikole skrzyżowane, pow. 230 ×
Sericate aggregate preserves shape of a primary detrital grain (large, light grain in centre). It is approximately of the same size as the surrounding fragments of K-felspar (*f*) and quartz (*q*). Hill 660,6 m, SE from Okole, exposure 4, crossed nicols, magn. 230 ×
6. Obtoczony cyrkon w dość silnie zrekrytalizowanym metapiaskowcu. Janówek, odkrywka 2, nikole skrzyżowane, pow. 360 ×
Rounded zircon grain within fairly recrystallized metasandstone. Janówek, exposure 2, crossed nicols, magn. 360 ×



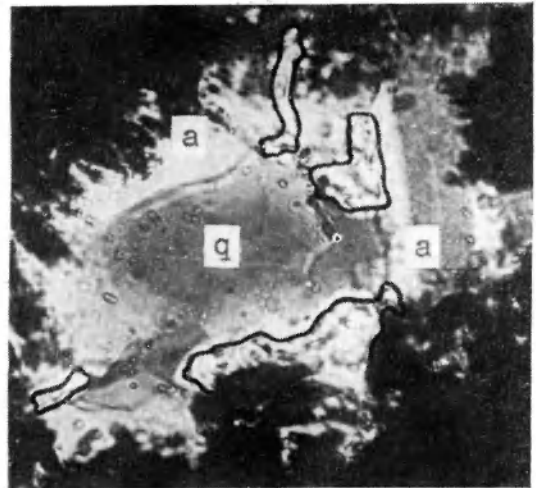
1



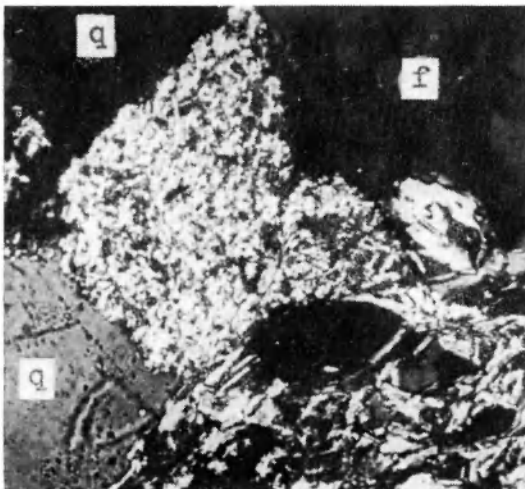
2



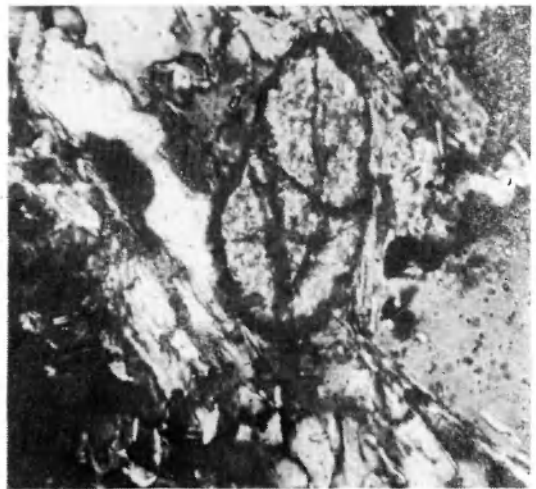
3



4



5



6

Antonina PACHOLSKA – Petrografia zmetamorfizowanych piaskowców jednostki Świerzawy w Górach Kaczawskich
Petrography of metasandstones of the Świerzawa Unit in the Kaczawa Mts. (Góry Kaczawskie)