

MARIA TURNAU-MORAWSKA

Kajper tatrzański, jego petrografia i sedymentologia

TREŚĆ: Wstęp — *Część I opisowa:* 1. Kajper reglowy: opis i charakterystyka petrograficzna odsłoneń w pobliżu Hali w Białem, w Dolinie Strążyskiej, w Dolinie ku Dziurze, w Dolinie Małej Łąki, przy drodze na Skupniowy Upłaz-Boczań; inne obserwacje na terenie kajpru reglowego — 2. Kajper wierchowy: uwagi ogólne i opis mikroskopowy typów litologicznych odsłoneń w Czerwonych Żlebkach; opis i charakterystyka petrograficzna odsłoneń pod Kominami Tylkowymi — 3. Minerale ciężkie kajpru tatrzańskiego — *Część II ogólna:* 1. Klasyfikacja osadów — 2. Zagadnienie pochodzenia składników mineralnych skał kajprowych — 3. Warunki i przebieg sedymentacji utworów kajprowych w Tatrach — 4. Zagadnienia związane z diagenезą — 5. Uwagi porównawcze — 6. Wnioski ogólne — 7. Literatura

WSTĘP

Od chwili ukazania się pracy Cz. Kuźniara o skałach osadowych tatrzańskich (17, 1913) nie pojawiła się w literaturze petrograficznej ani jedna nowa próba syntetycznego ujęcia zagadnień sedymentacji na terenie Tatr. Fakt ten pozostaje w związku z wolnym tempem rozwoju petrografii skał osadowych w Polsce¹. Na posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w dniu 29 kwietnia 1950 r. w Krakowie, poświęconym przedyskutowaniu najważniejszej problematyki nauk geologicznych w Polsce, słusznie zwrócił uwagę M. Kamieński, że petrografia skał osadowych w Polsce znajduje się w zaczątkach, mimo interesujących przyczynków, jakie się dotąd w tej dziedzinie pojawiły. Sądzę jednak, że na terenie skał osadowych tatrzańskich można będzie w końcu uzyskać syntezę przebiegu sedymentacji, jej warunków oraz zmian diagenetycznych, związanych z różnymi fazami przemieszczeń tektonicznych na terenie Tatr. Stać się

¹ Por. M. Turnau-Morawska, Petrografia skał osadowych w Polsce na tle zagadnień współczesnej sedymentologii, Wiad. Muz. Ziemi, t. V, 1950, s. 42-61. Tamże bibliografia prac autorów polskich.

to zresztą może jedynie drogą systematycznego gromadzenia przyczynków, obejmujących wyniki analiz petrograficznych wybranych serii tych skał. Praca Cz. Kuźniara (17), którą należy uznać niewątpliwie za jedną z najwybitniejszych prac w dziedzinie petrografii skał osadowych w Polsce, jest jednakże tylko pewną próbą syntezy, gdyż jej wyniki są oparte na analizach nielicznych próbek, wybranych w poszczególnych seriach osadowych Tatr. Potwierdzenie wniosków sedymentologicznych zawartych w tej pracy i uzupełnienie ich wymaga gruntowniejszego i bardziej systematycznego opracowania każdej serii.

W r. 1947 przedstawiłam wyniki analiz petrograficznych niektórych serii dolnego triasu w Tatrach (34). Wyniki te pozostawiają wiele zagadnień nierozwiązanych — jak np. stosunek dolomitu komórkowego do serii dolnego i środkowego triasu, jego skład petrograficzny i geneza — i wymagają wielu uzupełnień, do których przystąpię w latach najbliższych. Dzięki uzyskaniu z Muzeum Ziemi funduszków na prace terenowe i laboratoryjne, mogłam rozpocząć w sierpniu 1950 r. opracowanie utworów kajprowych w Tatrach i zebrać odpowiedni materiał do analiz petrograficznych. Analizy te, prowadzone do końca roku 1950 i przez cały rok 1951, częściowo w Zakładzie Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie, częściowo w Zakładzie Petrografii Uniwersytetu Warszawskiego, uzupełnione były badaniami terenowymi w lipcu 1951 r., w których uczestniczył zatrudniony przez Muzeum Ziemi ob. L. Koter. Wiele wycieczek związanych z moją pracą odbyłam wspólnie z Prof. E. Passendorferem, dzięki któremu miałam sposobność zapoznać się ze stratygrafią wielu jednostek serii osadowej w Tatrach. Za udzieloną mi pomoc i cenne wskazówki serdecznie Mu na tym miejscu dziękuję. W pracy laboratoryjnej (analizy chemiczne, wydzielanie minerałów ciężkich) uczestniczyli mgr Pelagia Mroczek i mgr K. Łydka. Fotografie szlifów wykonała ob. Józefa Bułhak, kierowniczka Pracowni Fotograficznej Muzeum Ziemi.

Pracy dotyczącej kajpru tatrzańskiego nie uważam za ukończoną. W materiale analitycznym są pewne luki, poza tym brak mi materiału porównawczego z innych terenów występowania kajpru o podobnych warunkach sedymentacji, np. z południowej części łańcucha karpackiego. Ze względu jednak na to, że w rękach moich nagromadził się już duży materiał obserwacyjny, zwłaszcza jeśli chodzi o analizy mikroskopowe, postanowiłam go uporządkować i przedstawić.

Praca niniejsza ma charakter głównie petrograficzny. Wnioski sedymentologiczne mają charakter prowizoryczny. Materiał fizjograficzny, dotyczący skał osadowych Polski, jest jeszcze w tej chwili bardzo ubogi,

dlatego też wyniki moich studiów mikroskopowych, tak szczegółowo tu przedstawione, powinny mieć pewną wartość. W roku 1947 Griffiths (8) słusznie zwraca uwagę, podkreślając znaczenie petrografii skał osadowych dla poszukiwań naftowych, że, jeśli idzie o zasób mikroskopowego materiału obserwacyjnego, petrografia skał osadowych jest wybitnie uboga w stosunku do petrografii skał magmatycznych, a nawet metamorficznych. Nie ma w dziedzinie petrografii skał osadowych dzieł tego typu, jak np. monografia A. Johannsena, który podaje tak bogaty materiał opisowy, dotyczący skał magmatycznych, gdyż zbyt mało jest w literaturze światowej prac z zakresu petrografii skał osadowych, na których tego typu obszerne dzieła opisowe i atlasy skał mogłyby się oprzeć. Sarkisjan (27) zwraca uwagę, że w obliczu zadań petrografii skał osadowych, ważnych także i z punktu widzenia zagadnień światopoglądowych, na których tle rozwinęła się ostatnio (1950, 1951) dyskusja między Pustowałowem a Strachowem (22, 30), pożądanym jest wzbogacenie materiału analitycznego, dotyczącego składu mineralnego skał osadowych. „Jedynie dysponując dużym materiałem analitycznym“ — pisze Sarkisjan — „może petrografia rozwiązywać zagadnienia paleogeograficzne i stratygraficzne oraz ustalać prawidłowości w rozmieszczeniu minerałów w skałach osadowych“.

Uważając powyższe uwagi za słuszne, podaję szczegółowe opisy cech makroskopowych i mikroskopowych osadów kajpru tatrzańskiego, niezmiernie zróżnicowanych pod względem petrograficznym. Słabą stroną części opisowej tej pracy jest znikoma liczba analiz chemicznych w stosunku do obfitego materiału uzyskanego z obserwacji mikroskopowych. Te niedociągnięcia wynikły z warunków laboratoryjnych Zakładu Mineralogii i Petrografii U. M. C.-S. w Lublinie oraz wielu braków w aparaturze Zakładu U. W., który dotąd nie był nastawiony na prace petrograficzne. Niektóre potrzebne analizy będą więc musiały być w przyszłości uzupełnione.

Część I opisowa

Przeгляд najważniejszych typów skalnych kajpru tatrzańskiego przeprowadzę w ten sposób, że bezpośrednio po opisie odkrywki, z której pobrano okazy, podam szczegółowy opis makroskopowy i mikroskopowy najważniejszych występujących tu skał. Sądzę, że tego rodzaju opis może być bardziej interesujący i bardziej celowy w rozwiązywaniu przyszłych zagadnień stratygraficznych i sedimentologicznych, niż oddzielne opisywanie odkrywek, a potem łączne zestawianie wyników analiz i wyróżnianie pewnych typów petrograficznych. Opis rozpocznę (od-

miennie, niż to się zazwyczaj czyni) od serii reglowej z tego względu, że jest ona lepiej z terenu i literatury znana oraz że posiada liczniejsze i bardziej urozmaicone odsłonięcia.

1. KAJPER REGLOWY

Odsłonięcia w pobliżu Hali w Białem

(XIV, XV, XVI, XVII)²

Ukazujący się tu poniżej środkowo-triasowego wapienia profil kajpru (seria odwrócona) opisany był już schematycznie przez Uhliga (36). Opis Limanowskiego (18, s. 30) jest bardziej szczegółowy; podaję go w oryginale, jako wierny i bardzo dla kajpru reglowego charakterystyczny.

„Jest to czerwony zlepniec (3 m). Leży równiutko na dolomicie, który go także pokrywa. Po dwudziestu metrach zjawia się nowa skała: piaskowiec. Znowu dolomit, który ku górze przechodzi w czerwone zlepniec. Na zlepniecach łupki czerwone a wreszcie 17 m ponownie dolomitu... Na dolomicie leży cienka warstwa zielonkawych łupków ze smużkami krwistymi. W górze przechodzą te łupki w ciemniejszy kolor. Znowu dolomity (1/2 m). Łupki szare (2 dm), przegrodzone warstewkami dolomitu. Łupki czarne (60 cm), przegrodzone warstewkami dolomitu. Łupki zielonkawe, ku dołowi z krwistymi smużkami (40 cm). Dolomit (20 cm). Łupki zielonkawe, ku dołowi krwiste (1½ cm). Po raz ostatni warstewka dolomitu (1 dm). Łupki zielonkawe, a na nich łupek czerwony (jeden przechodzi w drugi) — 60 cm. Piaskowiec czarno wietrzejący (4 m). Piaskowiec z florą (tuż przy ścieżce wiodącej przez potok ku grzbiecowi do wschodniej części Doliny Białego). Piaskowiec ze smużkami brunatnych ilów i warstewką węgla. Piaskowiec brunatny. Łupki czerwone i zielone. Stok obsunięty i porośły (nie widać warstw). Wreszcie na dole, przeszło sto kroków ławice wapieni morskich, epoki retyckiej“.

W czasie prac terenowych w lipcu 1951 r. fragmenty opisanego profilu obok Hali w Białem (XV) zostały sfotografowane przez St. Zwolińskiego (pl. I, fig. 1). Widoczna jest tu warstwa zlepnieca, zaklinowana między dwie warstwy dolomitu, na lewo ukazują się łupki czerwone i zielone. Już obserwacja zdjęcia nasuwa myśl, że zaszły tu po sedymentacji poważne zaburzenia tektoniczne i że następstwo warstw w dzisiejszym odsłonięciu niekoniecznie ma we wszystkich szczegółach odpowiadać kolejności układania się warstw w czasie sedymentacji.

² Liczby rzymskie oznaczają miejsca pobrania prób typów litologicznych (por. mapkę na tabl. 1 i skorowidz II str. 102).

Z własnych obserwacji, dotyczących opisanego odsłonięcia, przytoczę następujące:

Warstwy czerwonego zlepieńca dolomitycznego nie zawsze są oddzielone ostrą granicą od dolomitu środkowo-triasowego, lecz zrazu mniej lub więcej ostrokrawędziste okruchy tegoż dolomitu, rdzawych gruzełków ilasto-żelazistych oraz różnego typu skał krzemionkowych, wciśnięte są w nierówną powierzchnię dolomitu tak, że ukazuje się stopniowo przejście między dolomitem, brekcją i prawdziwym, czasem warstwowanym zlepieńcem. Zlepieńce kajpru regłowego przypominają w niektórych ukształtowaniach skały określone przez Shrocka (29) jako „residual basal sharpstone conglomerate“ i powstające przy wietrzeniu i słabej erozji przybrzeżnej różnych skał, a zwłaszcza wapieni. Tworzą się wówczas mniej lub więcej ostrokrawędziste okruchy wapieni, ze skały zaś wietrzącej ulegają wypłukaniu czerty oraz konkretje żelaziste. Te konkretje stają się również składnikiem zlepieńca.

Studia petrograficzne różnych typów osadów kajprowych, odsłoniętych przy Hali w Białem, dały podstawę do następującej bliższej ich charakterystyki.

*Dolomit z serii spagowej profilu (środkowo-triasowy)*³. — Makroskopowo skała afanitowa, łupiąca się na ostrokrawędziste okruchy, bardzo słabo reagująca na kwas solny. Pod mikroskopem widoczne na tle zbitej szarej masy, słabo reagującej na światło spolaryzowane, liczne żyłki i gniazda krystalicznych węglanów, tu i ówdzie z wyraźnym zarysem romboedrów dolomitu. Niektóre gniazda substancji wyraźnie krystalicznej mają zarysy okrągławe. Zdarzają się skalcyfikowane przekroje igieł gąbek.

Zlepieniec dolomityczny czerwony. — Ukształtowanie tego zlepieńca jest niezmiernie charakterystyczne dla kajpru serii regłowej. Był on opisywany przez Uhliga i Limanowskiego pod nazwą czerwonego konglomeratu, gdy tymczasem Kuźniar nazywa go brekcją. Nazwa brekcji bywa często stosowana słusznie, lecz również częste są typy z ziarnami mniej lub więcej obtoczonymi. Barwa czerwona zlepieńca jest związana z barwą zarówno niektórych okruchów, jak i spoiwa, nie jest jednak zawsze jednakowo intensywna; niektóre warstwy zlepieńca, zwłaszcza w bardziej drobnoziarnistym ukształtowaniu, bywają szare. Limanowski

³ Skała ta, nie należąca do właściwych utworów kajprowych, podana jest również w skorowidzu ze względu na ważne zagadnienia genetyczne skał kajprowych, z nią związane.

(l. c.) podaje następujący skład petrograficzny zlepieńca: były dolomitu, rogowce, krzemienie oraz kwarcze żelaziste. Kuźniar (17) podaje następujący opis: „Serię kajprową rozpoczyna brekcja złożona z był dolomitu środkowo-triasowego zlepionych kalcytem (wtórnym). Były są często zabarwione na kolor czerwono-krwisty. Zdarzają się w brekcji także otoczaki rogowców“.

Według naszych obserwacji skała jest zmienna pod względem struktury, tekstury i barwy. Ziarno, źle wysortowane, sięga 5 cm średnicy, okruchy większe tkwią często wśród drobnoziarnistych agregatów. Spoiwo silniej się burzy z kwasem solnym, niż okruchy skał węglanowych, i jest wyraźnie przekryształizowane, co już makroskopowo zaznacza się w ten sposób, że żyłki kalcytowe wychodzące ze spoiwa przecinają elementy zarówno węglanowe jak i krzemionkowe. Skład petrograficzny zlepieńca jest zmienny pod względem stosunku rogowców oraz kwarcu do skał dolomitycznych. Na ogół te ostatnie znacznie przeważają. Obok nich w różnej ilości występują rogowce szare oraz wiśniowo zabarwione. Na wyszlifowanej powierzchni widać, że miejscami czerwone okruchy tworzą rdzeń, jakby konkreję wewnątrz okrucha dolomitu. Widoczne są plamiste przejścia między czerwonym rogowcem a dolomitem, albo też obwódki, które dolomit tworzy dokoła czerwonego rogowca. Kwarcze białe lub różowe występują w nieznacznym procencie.

Bliższe dane o charakterze okruchów zlepieńca daje nam obraz mikroskopowy (pl. III, fig. 1). W szlifie mikroskopowym, wykonanym z części bardziej drobnoziarnistej, widoczne są okruchy skał węglanowych zbitych lub drobnokrystalicznych, brekcji węglanowo-żelazistej oraz skupień tlenków żelaza o charakterze konkrecyjnym, tkwiących wewnątrz okruchów węglanowych i skał krzemionkowych, zbudowanych z chalcyonu lub drobnoziarnistego kwarcu, przezroczystych lub przetkanych rdzawymi tlenkami żelaza. Skupienia te mają niekiedy charakter samodzielnych okruchów, często jednak są to konkreje wewnątrz skał węglanowych lub też kontury ich są zagubione wśród mniej lub więcej dobrze ukształtowanych ziarn kalcytu spoiwa. Skały krzemionkowe są prawie zawsze przecięte żyłkami kalcytu, wiążącymi się ze spoiwem. Okruchy kwarcu, które makroskopowo mają charakter kwarców żyłowych, są rzadkie i wyjątkowo dają się uchwycić w szlifie mikroskopowym. Spoiwo jest zbudowane z węglanu wapnia, przerośniętego mniej lub bardziej obficie rdzawymi tlenkami czy też wodorotlenkami żelaza. Gruboziarnisty zbliźniaczony kalcyt ma prążki bliźniacze dynamicznie zdeformowane. W innych szlifach mikroskopowych, wykonanych ze zlepieńca, bogatszego w spoiwo żelazisto-węglanowe, stwierdzono wśród tegoż spoiwa obecność obfitych drobnych ziarn kwarcu o średniej długości średnicy 0,06 mm.

Podajemy skład petrograficzny, oznaczony mikroskopowo w szlifach z dwu różnych okazów zlepieńca:

| | % obj. | |
|---|--------|----|
| | I | II |
| Okruchy skał węglanowych | 45 | 15 |
| Rogowce i konkrecje w okruchach węglanowych | 8 | 3 |
| Okruchy brekcji żelazisto-węglanowych | 11 | 4 |
| Skupienia wodorotlenków żelaza | 31 | 11 |
| Spoiwo kalcytowe | 5 | 3 |
| Spoiwo ilasto-piaszczysto-węglanowe | — | 58 |
| Drobnoziarnisty kwarc | — | 6 |

Liczby te wskazują na zmienny skład zlepieńca, różny skład spoiwa, różny stosunek ilościowy spoiwa do elementów zlepieńca. Warto zwrócić uwagę na obfitość drobnoziarnistego detrytusu kwarcowego w spoiwie niektórych zlepieńców.

Łupek dolomityczny, wkładka w łupkach ilastych. — Makroskopowo jest to skała szara, zbita, poprzecinana nieregularnie przebiegającymi żyłkami kalcytu, słabo i nierównomiernie burząca się z kwasem solnym. Pod mikroskopem ukazuje się masa węglanowa skrytokrystaliczna lub drobnoziarnista, z rzadko wyodrębniającymi się regularnymi zarysami romboedrów dolomitu, poprzecinana żyłkami kalcytu. Czasem widoczne są ślady substancji rdzawej lub ciemnej, bitumicznej. Brak jest zupełny materiału detrytycznego.

Łupek czerwony brekcjowaty. — Był on analizowany przez Cz. Kuźniara (17) i wykazał zawartość 7,65% Al_2O_3 , rozpuszczalnego w $CH_3 \cdot COOH$. W obrazie mikroskopowym tego łupku występuje — według Kuźniara — dolomit i kwarc na tle masy nie reagującej na światło spolaryzowane. Nasze analizy mikroskopowe tych skał dowiodły, że ich skład mineralny jest zmienny, daje się jednak dokładnie oznaczyć tylko w twardszych, mniej ilastych wkładkach, z których można było wykonać szlify mikroskopowe. Skład mineralny jednego z łupków okazał się analogicznym do składu czerwonej brekcji spągowej z tą różnicą, że spoiwo jest tu obfitsze i zawiera nieznaczną ilość węglanów, natomiast dużo nieprzezroczystej substancji barwy wiśniowej, zmieszanej z niewielką ilością drobnego detrytusu kwarcowego. Okruchy rogowców mają tu taki sam charakter jak w zlepieńcach: są przecięte żyłkami kalcytu, kształty ich są często ostrokrawędziste w porównaniu z okruchami dolomitów, które są raczej dobrze obtoczone. Średnia wielkość okruchów wynosi ok. 0,3 mm średnicy. Przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|--|--------|
| Okruchy dolomitów | 16 |
| Rogowce | 13 |
| Kwarc | 2 |
| Gruźelki ilasto-żelaziste | 3 |
| Spoivo ilasto-żelaziste z drobnym detrytusem kwarcowym | 66 |

W innych okazach łupków stwierdzono mikroskopowo przewagę nie reagującej na światło spolaryzowane substancji ilasto-żelazistej z drobnym detrytusem kwarcowym.

Niektóre spośród nich mają charakter prawie czystych skał węglanowych z rozproszoną w drobnych ilościach substancją ilasto-żelazistą i żyłkami kalcytu, w którym uwydatniają się subtelne infiltracje dendrytowe barwy czarnej; są to *łupki czerwone dolomityczno-ilaste*.

Piaskowiec dolomityczny z warstwy powyżej najwyższej wkładki dolomitu. — Makroskopowo jest to piaskowiec szary, dość zwięzły, niewarstwowany, drobnoziarnisty, wietrzejący brunatno. Pod mikroskopem widoczny jest kwarc o średniej wielkości ziarn 0,22 mm średnicy (0,1-0,45 mm) oraz drobne (0,05 mm średnicy) romboedry dolomitu, rzadko przezroczyste, częściej wypełnione substancją brunatną. W podrzędnych ilościach występuje tu zbliźniony według prawa albitowego kwaśny plagioklaz, okruchy kwarcytów i sprasowanych łupków o charakterze metamorficznym, agregaty drobnoziarniste autigenicznego kwarcu oraz serycyt. Przybliżony skład mineralny tego piaskowca jest następujący:

| | % obj. |
|---------------------------------|--------|
| Kwarc | 67 |
| Okruchy skał kwarcowych | 3 |
| Plagioklaz | 3 |
| Serycyt | 4 |
| Dolomit, kalcyt i tlenki żelaza | 7 |
| Agregat kwarcowy | 16 |

Opisane poniżej piaskowce należy zaliczyć do typu szarogłazów (p. Część II ogólna, s. 80).

Piaskowiec typu szarogłazu z serii stropowej profilu. — Jest to gruboławicowy piaskowiec, szary, zwięzły, niewarstwowany, miejscami zlewny, gdzieniegdzie zlepieńcowaty, z wyodrębniającymi się ziarnami kwarcu (por. pl. IV, fig. 1).

W niektórych miejscach rozsiane są plamki tlenków lub wodorotlenków żelaza. Wietrzeje na kolor rdzawy. W szlifie mikroskopowym, wykonanym z części pozbawionej większych okruchów, średnia wielkość

ziarna ma 0,27 mm średnicy (0,08-1 mm). Ściśle zazębione na ogół ziarna kwarcu i skaleni są miejscami zlepione nikłym spoiwem serycytowym z pigmentem żelazistym. Pomiedzy ziarna kwarcu większe i przypuszczalnie detrytyczne wciśnięte są tu i ówdzie drobnoziarniste agregaty kwarcu, prawdopodobnie autigenicznego. Widoczne są też okruchy skał kwarcowych, często o charakterze metamorficznych łupków kwarcytowych z serycytem. Plagioklaz jest przetkany łuseczkami serycytu i nie wykazuje prążków bliźniaczych. Skaleń potasowy jest świeży i przezroczysty, należy do mikroklinu lub mikropertytu, wykazuje często zmiany kataklastyczne, zaszłe w już gotowej skale. Wyblakły, przerośnięty rdzawymi tlenkami żelaza biotyt spotykamy tu w nieznaczej ilości, natomiast łuszczyk potasowy jest obfity: występuje w postaci drobnych łuseczek lub też w dobrze wykształconych blaszkach. Tlenki żelaza, drobno rozsiane w skale, tworzą tu i ówdzie brunatno-rdzawe skupienia. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|------------------------------------|--------|
| Kwarc | 68 |
| Kwarcyty, łupki kwarcowe i rogowce | 12 |
| Plagioklaz | 3 |
| Skaleń potasowy | 7 |
| Muskowit i serycyt | 6 |
| Biotyt i tlenki żelaza | 1 |
| Agregaty kwarcowe | 3 |

Limanowski w opisie profilu kajpru z Hali w Białym wymienia piaskowce z florą. W szlifach mikroskopowych analizowanych okazów piaskowców z tego profilu (pl. IV, fig. 1) nie udało się zauważyć śladów flory, zawierają je natomiast *piaskowce* (por. pl. IV, fig. 2) i zwięzłe, sprasowane *łupki piaszczyste*, odsłaniające się w znacznej miąższości przy drodze prowadzącej z Czerwonej Przełęczy.

Piaskowce te są makroskopowo podobne do wyżej opisanych z profilu, który przywykliśmy nazywać krótko „profilem Limanowskiego“; podobny jest również ich obraz mikroskopowy. W jednym ze szlifów mikroskopowych zauważono tkwiący wśród zespołów kwarcowo-skalenio- wych okruch, wypełniony opalem, chalcedonem i drobnoziarnistym kwarcem. Długość tego okruchu nie mieści się w szlifie mikroskopowym, grubość wynosi ułamki milimetra. Kształt ich nasuwa przypuszczenie, że mogą to być skrzemieniałe włókna roślinne. Podobne włókna trafiają się w okazach łupkowatych.

Łupki te są barwy szarej, bardzo zwięzłe; tworzą wkładki grubości ok. 2 cm w piaskowcach. Na jednej powierzchni tego łupku występuje

„lustro tektoniczne“ zbudowane z kwarcu. Mikroskopowo tekstura łupkowa zaznacza się równoległym ułożeniem wydłużonych ziarn kwarcu oraz łyseczyków, do których należy serycyt, czasem muskowiit w dużych blaszkach oraz blaszkowata substancja brunatna, słabo pleochroiczna, pochodząca ze zmienionego biotyту lub wodorotlenków żelaza. Dokoła blaszek muskowiitu występują często żółtawo-brunatne obwódki. Plagioklaz jest niewyraźnie zbliźniaczony, przypuszczalnie kwaśny. Akcesorycznie występuje czarny, nieprzezroczysty tlenek żelaza, którego barwa w świetle odbitym wskazuje, że może to być magnetyt; zdarza się też syderyt. Średnia wielkość ziarn opisanego łupku wynosi 0,1 mm. Przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|--|--------|
| Kwarc | 82 |
| Agregaty krzemionkowe | 6 |
| Plagioklaz | 3 |
| Serycyt i blaszkowaty minerał brunatny | 5 |
| Tlenki żelaza i syderyt | 4 |

W pracy Cz. Kuźniara (17, s. 158) czytamy:

„W potoku po zachodniej stronie polany Białego odsłania się gruby kompleks piaskowców, zawierający łupki z florą i przechodzący w stropie w morski ret. Piaskowce te powinny nosić miano arkoz niekiedy kwarcytowych, jeśli nazwa ma odpowiadać strukturze i składowi. Uderza w nich bowiem obfitość detrytycznych ziarn oligoklazu obok rzadszych ziarn ortoklazu. Spój składa się z serycytu pomieszanego z drobnymi ziarnkami kwarcu. Z rzadka występuje kalcyt jako lepiszcze“.

Podane dotychczas wyniki naszych analiz nie wykazują znacznijszego procentu plagioklazu. Napotkano jednak i na szarogłazy bogate w plagioklaz, a mianowicie przy drodze z Doliny Białego na Przełęcz na Patyki (stroma ścieżka w górę, koło łupków czerwonych, potem przez las). Powyżej łupków czerwonych i zielonych z wkładkami dolomitów o charakterze konkrecyjnym występują *piaskowce jasne, zlewne*, nie reagujące na kwas solny. W obrazie mikroskopowym uderza obfitość zserycytowanych skaleni obok ziarn kwarcu, w spoiwie obecny jest serycyt oraz krzemionka słabo reagująca na światło spolaryzowane. Tu i ówdzie widoczne są świeże, zbliźniaczone według prawa albitowego plagioklasy, wśród których przeważa albit, zawierający około 10% An, obok niego obecny jest oligoklaz o procencie An 20-25, czyli odpowiadający oligoklazowi trzonu krystalicznego Tatr. Jedna część badanego szlifmu mikroskopowego zawiera kwarc autigeniczny, wśród jego skupień tkwią ziarna większe, jakby porfiroblasty, o nieregularnych, postrzępionych kształtach.

Kwarce te wykazują wybitnie faliste znikanie światła, czasem zawierają wrostki zielono-brunatnego turmalinu. Obecne są też liczne okruchy skał kwarcowych, pochodzące może z granitów lub kwarców żyłowych. Średnia wielkość ziarn wynosi około 0,18 mm średnicy (0,06-0,25 mm). Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|----------------------------------|--------|
| Kwarc | 57 |
| Okruchy skał zawierających kwarc | 8 |
| Skalenie z przewagą plagioklazu | 17 |
| Spoiwo serycytowo-kwarcowe | 16 |
| Biotyt i tlenki żelaza | 2 |

Interesujący jest okaz piaskowca, pobrany również z drogi na Patyki, bliżej serii spagowej z wkładkami dolomitycznymi. Jest to *piaskowiec wapnisty*, którego obraz mikroskopowy charakteryzuje się obfitością muskowitu, występującego w dużych blaszkach, przecinających w poprzek ziarna kwarcu i wiążących się ze spoiwem. Muskowitowi towarzyszy kalcyt.

Blisko Przełęczy na Patykach, na której odsłania się retyk, występują w serii stropowej kajpru *łupki piaszczyste, bogate w łyszczyki*. Wśród nich jest obecny biotyt, zwietrzały i słabo pleochroiczny, przeświecany rdzawo-brunatnymi tlenkami żelaza, drobne blaszki serycytu oraz chloryt o niskiej dwójłomności, barwy szmaragdowo-zielonej. Chloryt rzadko kiedy jest wykształcony w większych blaszkach, najczęściej tworzy drobnoziarniste agregaty wraz z krzemionką, słabo reagującą na światło spolaryzowane. Ziarna plagioklazów są drobne, wykazują niskie współczynniki załamania. Kąt znikania światła prążków albitowych prostopadle do ściany M (010) wynosi 10-15°. W łupkach piaszczystych tej serii mamy do czynienia z większą niż w piaskowcach obfitością i różnorodnością minerałów ciężkich. Spotyka się tu: granat, cyrkon, rutyl, apatyt i prawdopodobnie zoizyt. Średnia wielkość ziarn analizowanego łupku wynosi 0,14 mm (0,04-1,25 mm). Jego przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|--|--------|
| Kwarc | 51 |
| Agregat kwarcu, krzemionki słabo polaryzującej i chlorytu | 17 |
| Łyszczyki | 23 |
| Plagioklaz | 4 |
| Tlenki żelaza | 5 |

Odślonięcia w Dolinie Strążyskiej

(IX, X, XI)

Najbardziej znane odślonięcie kajpru w Dolinie Strążyskiej jest na Hali Strążyskiej, w pobliżu drogi prowadzącej przez przełęcz między Grzybowcem a Łysankami do Doliny Małej Łąki. W spagu serii odsłania się tu czerwony zlepieniec o gruboziarnistym ukształtowaniu i wyraźnym uwarstwieniu (por. pl. I, fig. 2). Zlepieniec przykryty jest dolomitami, a na dolomitach leżą piaskowce z wkładkami zlepieńca, podobnego do wyżej opisanego, i dolomitów, wyżej są łupki czerwone i zielone z wkładkami dolomitów. Wyższe serie są zakryte szatą roślinną.

Inne odślonięcia kajpru w Dolinie Strążyskiej, a mianowicie odślonięcie między Halą Strążyską a tablicą Edwarda Jelinka, na zboczu wschodnim oraz zachodnim doliny, dowodzą, że nie zawsze czerwony zlepieniec rozpoczyna serię kajpru. Tutaj spod dolomitów triasu środkowego (seria odwrócona) wychodzą łupki margliste, ceglasto-czerwone, z wkładkami szaro-zielonych, przechodzące plamisto jedno w drugie. Dalsze serie są tu zakryte.

Kajprowe łupki ilaste barwy czerwonej, zielonej i fioletowej, z wkładkami dolomitów i piaskowców, miejscami o charakterze bulastych konkrecji, odsłaniają się blisko wylotu doliny, na wschodnim jej stoku, na przeciw leśniczówki. Analiza petrograficzna różnych typów skalnych, występujących w wymienionych odślonięciach, dała następujące wyniki:

Zlepieniec dolomityczny czerwony. — Skład petrograficzny, wielkość ziarn i ich ułożenie są w profilu zmienne; jakościowy skład petrograficzny jak w zlepieńcu na Hali w Białem: dolomity wybitnie przeważają w stosunku do innych elementów. Spoiwo składa się z kalcytu i zazwyczaj jest przerośnięte rdzawymi tlenkami żelaza.

Dolomity i konkrecje żelazisto-dolomityczne bulaste w łupkach. — Zanalizowano mikroskopowo kilka okazów dolomitów z odkrywki koło Leśniczówki. Są one barwy szarej, afanitowe, słabo i nierównomiernie burzące się z kwasem solnym. Pod mikroskopem ukazuje się kryptokrystaliczna masa węglanowa, przecięta żyłkami grubokrystalicznego kalcytu i nikłymi smugami tlenków żelaza. Na odcinkach zazębiających się z łupkami marglistymi pojawia się nieznaczny materiał detrytyczny w postaci ziarn kwarcu, dochodzących do 0,05 mm średnicy. Wśród łupków marglistych i ilastych w tej samej odkrywce występują *dolomity bulaste* z naskorupieniami ilastymi barwy wiśniowej i zielonkawej. Pod mikroskopem widoczne są drobnoziarniste skupienia krystalicznych węglanów, przypuszczalnie dolomitu, o wielkości ziarn ok. 0,01 mm, wśród których tkwią gruzełkowate gniazda tlenków żelaza, rdzawe w świetle odbitym.

*Łupki i mułowce*³ są bardzo zmienne zarówno pod względem barwy, jak i składu mineralnego. Zanalizowano szaro-zielony łupek węglanowy z odkrywki koło Leśniczówki oraz czerwony mułowiec ilasty z odkrywki między Hałą Strążyską a tablicą Jelinka.

Analizowany mikroskopowo *łupek szaro-zielony dolomityczno-ilasty* ma wygląd plamisty: gniazda zielonej substancji tkwią wśród warstw szarych, węglanowych, słabo i nierównomiernie reagujących na kwas solny. Pod mikroskopem widoczna jest drobnoziarnista, prawie kryptokryształiczna masa węglanowa, przecięta licznymi, bardzo różnorodnymi pod względem składu mineralnego żyłkami. Grubość żyłek waha się od 0,1-1 mm. W jednej z żyłek o ścianach równoległych występuje kwarc, syderyt oraz kalcyt. Inne żyłki, szersze i zdeformowane, wypełnione są tlenkami żelaza i bladozielonym chlorytem o niskiej barwie interferencyjnej. Jedna spośród tego drugiego typu żyłek rozszerza się w gniazdo chlorytu i autigenicznego kwarcu i chalcedonu (por. pl. V, fig.1). Minerale te wykazują cechy dynamicznej deformacji. Żyłka chlorytowo-kwarcowa przecięta jest ukośnie żyłką niezdeformowaną, wypełnioną kwarcem, syderytem i kalcytem. Mamy tu zatem dwie fazy mineralizacji, rozdzielone dynamiczną deformacją osadu. Dla pierwszej fazy charakterystyczny jest chloryt, dla drugiej — węglany.

Mułowiec czerwony węglanowo-ilasty. — Skała afanitowa, dość zwięzła, nie wykazująca łupkowatości, przecięta natomiast białymi żyłkami i gniazdami, słabo i nierównomiernie reagującymi na kwas solny. Żyłki te mają grubość do 3 mm, są na ogół równoległe i równoległe pofałdowane. Poprzecznie do tych wąskich żyłek przebiegają szersze, silnie burzące się z HCl i rozszerzające się w gniazda kalcytu. Pod mikroskopem okazuje się, że głównymi składnikami są: kwarc, któremu przypuszczalnie towarzyszą skalenie (nieoznaczalne), oraz muskowitz, układający się rytmicznie naprzemianlegle z kwarcem. Muskowitzowi towarzyszy wyblakły biotyt, bladozielony chloryt o niskiej dwójłomności oraz tlenki żelaza. Cienkie, pofałdowane żyłki, mniej więcej równoległe do warstewek łyszczykowo-kwarcowych, składają się z drobnych (do 0,1 mm średnicy) ziarn autigenicznego kwarcu, a wśród mozaiki kwarcowej porzrucane są bezładnie nieregularnie ziarna kalcytu o pofałdowanych prążkach bliźniaczych. Żyłki szersze, poprzeczne do żyłek z przewagą kwarcu,

³ Nazwy: mułowiec i ilowiec, stosowane do scementowanych odpowiedników mułków i ilów (odpowiadające nazwom angielskim: mudstone, siltstone), weszły już od szeregu lat do naszej literatury geologiczno-petrograficznej. Nazwy „mułowiec“ używa np. St. Jaskólski w pracy „Wstęp do charakterystyki petrograficznej niektórych serii ropnych polskich Karpat fliszowych“ (Biul. P. I. G., 1939, Nr 23, s. 1-97).

wypełnione są kalcytem o średniej wielkości ziarn 0,27 mm. Przybliżony skład mineralny tej skały, obliczony po odrzuceniu kalcytu żyłek, jest następujący:

| | % obj. |
|------------------------|--------|
| Kwarc i skalenie | 42 |
| Muskowit i chloryt | 36 |
| Biotyt i tlenki żelaza | 22 |

Mułowce i piaskowce są bardzo interesujące ze względu na obfitość skaleni oraz różnego typu zmiany diagenetyczne.

Szczególny typ stanowią tu *mułowce jasne, bogate w spoiwo dolomityczne*, tworzące żółtawo wietrzejące konglomeracje w łupkach marglistych w spągowej serii kajpru w odkrywce koło Leśniczówki. Jest to skała jasna i zwięzła w części rdzeniowej, a żółta i rozsypliwa w zewnętrznej części konglomeracji o formie elipsoidalnej. Z kwasem solnym nie burzy się wcale. Pod mikroskopem widoczne są drobne (ok. 0,09 mm średnicy) ziarna kwarcu i skaleni, zanurzone w obfitym spoiwie zbitego lub drobnokryształicznego dolomitu. Wśród skaleni rozsiianych w drobnodziarnistym dolomicie przeważają plagioklasy bardzo świeże, zbliżone do albitu, wśród których rozpoznano, obok prawie czystego albitu, także oligoklaz, niekiedy oligoklaz albitowy. Kąty znikania światła prążków albitowych prostopadle do ściany M/010/ wynoszą 10-15° lub też 0-7°. Niektóre plagioklasy są gęsto przetkane łuseczkami serycytu. Obok plagioklazu obecny jest mikropertyt. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|-------------------------|--------|
| Kwarc | 34,7 |
| Dolomit | 44,3 |
| Plagioklaz | 11,9 |
| Mikropertyt | 5,6 |
| Okruchy skał kwarcowych | 3,0 |
| Tlenki żelaza | 0,5 |

W łupkach marglistych odkrywki koło Leśniczówki występują też wkładki *mułowców jasnych bezwęglanowych*, w warstwach o grubości ok. 0,5 m. Na powierzchni warstwy połyskują rzadkie i drobne łyszczyki. Skała jest drobnodziarnista, szara i zwięzła. Pod mikroskopem okazuje się, że składa się ona głównie z kwarcu i oligoklazu o średniej wielkości ziarn 0,07 mm. Większość plagioklazów należy przypuszczalnie do oligoklazu lub do albitu oligoklazowego. Są one świeże, zbliżone do albitu, o prążkach albitowych połamanych i pogiętych. Rzadszy jest ortoklaz i mikroklin. Spoiwo o dość wysokich współczynnikach załamania jest przezroczyste, przy skrzyżowanych nikolach przedstawia masę słabo reagującą na światło spolaryzowane, na której tle ukazuje się silnie dwój-

łomna pilśń serycytowa. Słabo dwójłomne agregaty należą przypuszczalnie do chlorytu i skrytokrystalicznej lub bezpostaciowej krzemionki. Z minerałów akcesorycznych wyróżnia się syderyt, czarne tlenki żelaza, należące przypuszczalnie do magnetytu, oraz muskowitz w dobrze wykształconych blaszkach. Przybliżony skład mineralny skały jest następujący:

| | % obj. |
|--------------------------------|--------|
| Kwarc | 57 |
| Oligoklaz | 20 |
| Skaleń potasowy | 3 |
| Muskowit | 1 |
| Syderyt | 1 |
| Tlenki żelaza | 1 |
| Spoiwo krzemionkowo-chlorytowe | 17 |

Spośród piaskowców, skał o wielkości ziarn powyżej 0,1 mm średnicy, występujących w regularnych ławicach, zanalizowano mikroskopowo piaskowiec dolomityczny z dolnych serii kajpru z Hali Strążyskiej oraz kilka okazów piaskowca typu szarogłazu z wyższych miejsc tego samego odsłonięcia, a także z drogi na Czerwoną Przełęcz k. Sarniej Skały (poz. 23 skorowidza I).

Piaskowiec dolomityczny z Hali Strążyskiej jest jasny, zwięzły, średnio- i dość równoziarnisty. Pod lupą można tu odróżnić szkliste ziarna kwarcu, rzadkie szare rogowce, białe skalenie oraz matowe żółte spoiwo. Skała burzy się słabo i nierównomiernie z kwasem solnym. W obrazie mikroskopowym uderza obfitość plagioklazu, zbliżonego według prawa albitowego, a czasem albitowo-karlsbadzkiego. Bardzo często prążki albitowe są falisto pogiete lub połamane. Przypuszczalnie plagioklasy te należą do albitu lub też do albitu oligoklazowego. Świeże ziarna plagioklazów są przeważnie drobne (ok. 0,1 mm średnicy), natomiast ziarna większe (do 0,4 mm średnicy) są przerośnięte serycytem i nie nadają się do oznaczenia. Obok plagioklazu występuje skaleń potasowy, głównie w postaci mikroklinu. Wśród obfitych węglanów rozpoznać można dobrze wykształcone romboedry dolomitu i nieregularne ziarna kalcytu, przerastające skalenie i kwarc. Kalcyt wygląda tu na później infiltrowany. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|--------------------------------|--------|
| Kwarc | 54 |
| Węglany | 9 |
| Spoiwo węglanowo-kwarcowe | 7 |
| Plagioklaz | 8 |
| Skaleń potasowy | 5 |
| Serycyt | 3 |
| Agregaty autigenicznego kwarcu | 14 |

Dla przykładu podajemy skład mineralny niektórych *piaskowców bezwęglanowych typu szarogłazu* tej serii:

| | % obj. | |
|------------------------------|--------|----|
| | I | II |
| Kwarc | 72 | 70 |
| Okruchy skał kwarcowych | 7 | 2 |
| Skaleń potasowy | 10 | 5 |
| Plagioklaz | 6 | 12 |
| Agregaty kwarcowo-serycytowe | 5 | 11 |

Odślonięcie w Dolinie ku Dziurze
(XII)

Według naszych obserwacji odsłaniają się tu jedynie dolne warstwy kajpru, wykształcone w postaci szaro-zielonych i fiołkowych marglistych łupków dolomitycznych. Czerwony zlepniec nie występuje tu na granicy triasu środkowego i kajpru; na dolomitach leżą wyżej wspomniane łupki. Zanalizowano dwa okazy, nieco różniące się w wyglądzie makroskopowym.

A. *Łupek dolomityczny, szary, zbity, w stanie wilgotnym zielonkawy z nalotami fiołkowymi, z lustrem kalcytowym na powierzchni; z kwasem solnym burzy się bardzo słabo. Pod mikroskopem ukazuje się kryptokrystaliczna masa węglanowa z nikłym materiałem detrytycznym w postaci z rzadka rozrzuconych ziarn kwarcu, dochodzących do 0,03 mm średnicy.*

B. *Odmiana zbita, afanitowa, barwy niebieskawo-szarej, wietrzejąca na kolor żółto-zielony. Z kwasem solnym burzy się nierównomiernie i słabo. Widoczne są makroskopowo liczne żyłki kalcytu, przebiegające w różnych kierunkach i dochodzące do 1 mm grubości. Pod mikroskopem ukazują się zbite skupienia węglanów z drobnymi, dochodzącymi do 0,01 mm średnicy ziarnami kwarcu oraz gniazdami chalcedonu. Ponadto rozrzucone są w masie węglanowej, przypuszczalnie dolomitycznej, gruzelki szaro-zielone, izotropowe o kolistych zarysach oraz tu i ówdzie tego samego kształtu puste miejsca po wypadłych przy wykonywaniu szlifów ziarnach. W cienkich żyłkach, przecinających skałę, występuje obok kalcytu wtórny kwarc i chalcedon.*

Odślonięcie w Dolinie Małej Łąki
(VI)

Interesująca ta odkrywka kajpru widoczna jest blisko wylotu Doliny Małej Łąki, po prawej stronie drogi, prowadzącej z Przysłopu Miętusiego, czy też z przełęczy między Grzybowcem a Łysankami do Drogi

pod Reglami (por. pl. II, fig. 1 i 2). Spod utworów czwartorzędowych wychodzi tu na powierzchnię kilkunastometrowa seria łupków czerwonych i zielonych, mułkowato-ilastych, miejscami marglistych, z cienkimi wkładkami jasnych i zwięzłych piaskowców kwarcytowych. Łupki czerwone tej serii stają się stopniowo, w kierunku wyższych części profilu, coraz bardziej zwięzłe i piaszczyste przechodząc w piaskowce barwy wiśniowej z wkładkami piaskowców jasnych i zupełnie białych, a wreszcie w serię piaskowców żółtych, zwięzłych, dość gruboławicowych, w ławicach dochodzących do grubości 1 metra. Dalszy ciąg serii przykryty jest utworami czwartorzędowymi i szatą roślinną. Nieco poniżej opisanej odkrywki, tuż przy ścieżce prowadzącej w dół do Drogi pod Reglami, odsłania się skałka dolomitu środkowo-triasowego, przechodzącego stopniowo w skałę czerwoną, łupkowatą i w serię łupków czerwonych i zielonych, podobną do wyżej opisanych. Dalsze warstwy tego odsłonięcia są zakryte głazami i glebą. Jest ono interesujące z tego względu, że można tu śledzić przejście dolomitu z „terra rossa“ w łupki ilasto-margliste, rozpoczynające serię kajpru.

Analiza mikroskopowa czerwonego dolomitu wykazuje, że substancja ilasto-żelazista jest tu rozłożona w cienkich, pofałdowanych smugach, grubości 0,01-0,05 mm, barwy ceglastej lub brunatnej, rdzawych w świetle odbitym. Tu i ówdzie widoczne są gruzełkowate skupienia tej samej substancji. Inne, szersze, dochodzące do 0,5 mm, smugi i plamy występują niekiedy w ten sposób, że rdzawa substancja cienkimi obwódkami otacza poszczególne romboedry dolomitu. Miejscami wśród takich plam widoczne są nieliczne, drobne (dochodzące miejscami do 0,01 mm średnicy) ziarenka kwarcu i może skaleni (por. pl. V, fig. 2).

Łupek dolomityczno-ilasty jest barwy szaro-zielonej ze smugami mocniej zielonymi, dość zwięzły. Barwa zielona zaznacza się zwłaszcza w stanie wilgotnym i na powierzchniach łupkowatości, gdzie gromadzi się więcej chlorytu. Na tych powierzchniach łupek nie burzy się z kwasem solnym, na przełamie burzy się słabo i nierównomiernie. Pod mikroskopem widać, że skała składa się z naprzemianległych warstewek dolomityczno-kalcytowych, z nieznaną ilością materiału detrytycznego, oraz z warstewek skaleniowo-łyszczykowo-kwarcowych, scementowanych substancją nie reagującą na światło spolaryzowane, być może krzemionką. Warstwy węglanowe zawierają głównie dolomit krystaliczny, przerośnięty tlenkami żelaza i prawdopodobnie syderytem, w stanie mniej lub bardziej utlenionym. Gniazda kryształów większych należą do kalcytu, niektóre formy skupień tego minerału wskazują na obecność szczątków zwięzłych i roślinnych. W warstewkach z materiałem detrytycznym tkwią

ostrokrawędziste i drobne (do 0,1 mm średnicy) ziarna kwarcu, skaleni (pozbawionych prążków bliźniaczych) oraz różnych łyseczków. W świetle zwykłym te warstewki przedstawiają agregaty szare, ziemiste, przetkane pilśnią blaszek i ostrokrawędzistych ziarn. Przybliżony przeciętny skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|------------------------|--------|
| Dolomit, kalcyt | 67 |
| Tlenki żelaza, syderyt | 12 |
| Kwarc | 16 |
| Skalenie | 2 |
| Chloryt, serycyt | 3 |

Łupek szaro-zielony ilasty. — Próbką została pobrana z serii prze-warstwiających się łupków czerwonych i zielonych. Makroskopowo jest on afanitowy, szaro-zielony. Pod mikroskopem widoczne jest, zaznaczające się w obrębie jednego szlifu, rytmiczne następstwo idących po sobie warstewek:

A. Droбноziarnista pilśń chlorytowo-serycytowa, z nieznaczną ilością detrytusu skaleniowo-kwarcowego i z rozsianymi czarnymi gruzełkami, w których przypuszczalnie zawarta jest substancja węglowa (biała barwa w świetle odbitym). Chloryt jest bladezielony, przy skrzyżowanych nikołach prawie izotropowy, a na tle tych skupień wyróżniają się jaskrawe barwy interferencyjne serycytu.

B. Ten sam zespół mineralny, o nieco większych łuseczkach chlorytu i miki, z ostrokrawędzistymi ziarnami kwarcu i skaleni, dochodzącymi do 0,02 mm średnicy. Gruzełki tlenków żelaza i regularnie wykształcone izometryczne ziarenka należą przypuszczalnie do magnetytu.

C. Ten sam skład mineralny, obecny jest również biotyt; tlenki żelaza są tu rdzawe w świetle odbitym. Warstewka ta stanowi przypuszczalnie przejście do łupków czerwonych. Węglany są w tej skale obecne jedynie w śladach, w postaci romboedrów dolomitu i syderytu.

Łupek czerwony ilasto-mułkowy. — Jest on barwy wiśniowo-czerwonej, na powierzchni zwietrzałej ceglasty, niektóre warstewki są zielonkawe z odcieniem szmaragdowym. Pod lupą wyodrębniają się jedynie połyskujące blaszki miki. W obrazie mikroskopowym wyróżniają się warstewki bogate w czerwony tlenek lub wodorotlenek żelaza, tworzący miejscami zbite skupienia, oraz warstewki jaśniejsze składające się z kwarcu i skalenia, scementowanych żelazistym spoiwem. Ziarna kwarcu i skalenia są ostrokrawędziste i drobne (poniżej 0,1 mm średnicy); skalenie są nieoznaczalne. Obfity jest serycyt, który przeważa nad chlorytem. Ten ostatni bywa barwy szmaragdowo-zielonej, zwykle jednak bladezielony

i zawsze nisko dwójłomny. Rzadszy jest biotyt, wyraźnie pleochroiczny, barwy czerwono-brunatnej.

Piaskowiec kwarcytowy, czy też mułowiec⁴, jasny, drobnoziarnisty.— Ziarna drobne i nie różniące się wybitnie wielkością, średnicy ok. 0,08 mm, tworzą miejscami zespoły o strukturze mozaikowej, jak w prawdziwych kwarcytach; w innych miejscach są scementowane spoiwem serycytowym. Czasem widoczne są w kwarcu ślady obwódek regeneracyjnych. Tu i ówdzie widać gniazda drobnoziarnistego autigenicznego kwarcu oraz krzemionki słabo reagującej na światło spolaryzowane. Wśród łuszczyków występuje serycyt oraz muskowit w dużych i dobrze wykształconych blaszkach, jak również biotyt o pleochroizmie od ciemnooliwkowo-brunatnego do słomkowo-żółtego. Zdarzają się blaszki czerwone, słabiej pleochroiczne. Chloryt jest bladezielony, o niskiej dwójłomności. Plagioklaz jest poprzerastany serycytem, rzadko zbliźniaczony, nieoznaczalny. Skaleń potasowy występuje w postaci mikroklinu. Tlenki żelaza skupiają się czasem w gruzelki, rdzawe w świetle odbitym. Wśród minerałów rzadkich obecny jest cyrkon w ziarnach do 0,02 mm średnicy, dobrze obtoczonych. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|--------------------|--------|
| Kwarc | 68 |
| Plagioklaz | 10 |
| Skaleń potasowy | 6 |
| Tlenki żelaza | 3 |
| Serycyt i muskowit | 8 |
| Chloryt | 3 |
| Biotyt | 1 |
| Chalcedon | 1 |

*Odślonięcia przy drodze na Skupniowy Upłaz-Boczań
(XVIII, XIX)*

Utwory kajpru występują tu w znacznej miąższości, natomiast profile nie są zbyt przejrzyste z powodu zalesienia terenu a także zniszczenia odsłoneń wskutek przeprowadzenia tu szlaku turystycznego. Dobrze są jednak odsłonięte warstwy stropowe kajpru, przechodzące w retyk, co na ogół nie zachodzi w innych odkrywkach. Schodząc z Hali Gąsienicowej przez Skupniowy Upłaz, gdzie odsłania się trias środkowy, spotyka się przed wejściem w las skałki żółtawego piaskowca kwarcytowego

⁴ W wyniku niejednocie stosowanej u nas klasyfikacji skał osadowych klastycznych z punktu widzenia wielkości ziarna, a także z uwagi na zmienność strukturalną opisywanych skał, powstają niekiedy trudności w wyborze ich nazwy.

o niewyraźnym uławiceniu, który przedstawia najniższą odsłoniętą serię kajpru. Zlepieńca czerwonego nigdzie się tu nie spotyka, ani in situ, ani wśród odłamków skał rozsianych w lesie. Piaskowce kwarcytowe, napotykane na dłuższym odcinku drogi przez las, mają charakter podobny do wyżej wspomnianych, często jednak widać na nich laminację doskonale równoległe ułożonych warstewek jaśniejszych i ciemniejszych, przypominającą ły warwowe czy też inne, podobne teksturalnie a bardziej piaszczyste osady, w których rytmiczne zmiany warunków sedymentacji związane były ze zmianami sezonowymi. Warstewki są przeważnie kilkumilimetrowej grubości, zdarzają się jednak wkładki o grubości kilku centymetrów. Poniżej piaskowców, w miejscu, gdzie droga staje się śliska i prawie w każdej porze roku błotnista a także głębiej wcięta, ukazują się czerwone i zielone łupki kajpru, bardzo miękkie i rzadko kiedy wyraźnie uwarstwione. Kilkakrotnie powtarza się naprzemianległość łupków i piaskowców kwarcytowych, następnie seria zakryta jest dolmitem środkowo-triasowym. Ponownie ukazuje się ona na Boczaniu. Przy rozwidleniu dróg, z których jedna prowadzi na Nosal, druga na Halę Gąsienicową, odsłania się pięknie retyk i stopniowe przejście kajpru w utwory retyku morskiego. Widoczne tu warstwy retyku składają się z ławic ciemnego, żółtawo wietrzejącego wapienia z wkładkami ciemnych, czasem prawie czarnych łupków marglistych. Na przejściu od retyku do kajpru obserwuje się: żółtawo-szare piaskowce wapniste z wkładkami ciemnych łupków ilastych, przechodzących stopniowo w łupki czerwone i zielone, z wtrąceniami dolomitów o charakterze konkrecyjnym.

Charakterystyka petrograficzna zebranych z tej serii utworów kajprowych przedstawia się jak następuje:

Piaskowce dolnych warstw kajpru. — Zanalizowano mikroskopowo kilka różnych typów tego piaskowca. Najbardziej interesujący, chociaż może nie przeważający w masie, jest tu *piaskowiec szary, zlewny, z laminacją*. W okazie analizowanym widoczne są warstewki jaśniejsze i ciemniejsze, doskonale równoległe, grubości 0,5-3 mm. Jedna z warstewek o grubości 1,5 cm jest barwy ciemnoszarej. W szlifie mikroskopowym, wykonanym z części drobno warstwowanej, widoczny jest kwarc i nieznaczne ilości substancji blaszkowatej, czerwono-brunatnej, o słabym pleochroizmie. Może to być zwietrzały biotyt lub blaszkowaty hematyt. Zdarzają się nieliczne dobrze ukształtowane blaszki muskowitu. Ziarna kwarcu różnej wielkości (średnio 0,21 mm) są ściśle pozazębiane wykazując strukturę silnie zdiagenezowanego piaskowca kwarcytowego. W niektórych miejscach widoczne są nieznaczne ilości drobnołuseczkowatego serycytu, tworzącego tu i ówdzie spoiwo skały wraz z autigenicznym

kwarcem. Obok pojedynczych większych ziarn kwarcu widoczne są okrucy rogowców i silnie sprasowanych łupków kwarcowych. Obficie występują tu minerały ciężkie, jak turmalin, cyrkon, granat. Niektóre większe ziarna kwarcu rozsypują się w droбноziarniste agregaty kwarcu, niewątpliwie autigenicznego. Najpospolitsze wśród skałeni są plagioklasy, występujące w ilości ok. 2% objętości; wykazują zbliżnienia według prawa albitowego i małe kąty w przekrojach prostokątnych do dwusiecznej α ; są to przypuszczalnie oligoklasy. W szlifie mikroskopowym, wykonanym z grubszej, szarej warstewki, widoczna jest obok kwarcu obfita substancja blaszkowata o charakterze zmienionego biotyту, blaszkowatego tlenku czy też wodorotlenku żelaza. Warstwowanie zaznacza się równoległym ułożeniem tych blaszek oraz wydłużonych ziarn kwarcu, które są mniejsze i lepiej wysortowane, niż w części jaśniejszej okazu. Obraz mikroskopowy przypomina skałę metamorficzną.

Inne piaskowce ze Skupniowego Uplazu oraz z drogi na Nosal mają również charakter zwięzłych piaskowców kwarcytowych, nie wszystkie jednak wykazują laminację, a niektóre z nich, bliższe kontaktu z triasem środkowym, zawierają znaczny procent romboedrów dolomitu oraz kalcytu. Ilość skałeni jest zmienna, na ogół nieznaczna. Natomiast obfitość okruców skał i łyszczyków wskazuje, że mamy do czynienia przeważnie z *szarogłazami* niższego rzędu. Podajemy skład mineralny kilku analizowanych typów oraz wielkość ziarna:

| | % obj. | | | | |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V |
| Kwarc | 65 | 47 | 69 | 68 | 74 |
| Rogowce i kwarcyty | 8 | 13 | 6 | 8 | — |
| Agregaty kwarcu autigenicznego | 2 | 17 | 7 | 17 | 5 |
| Dolomit i kalcyt | 19 | 14 | — | — | — |
| Tlenki i wodorotlenki żelaza | 4 | 6 | 7 | — | 1 |
| Mikroclin | 2 | — | — | — | 8 |
| Plagioklaz | — | 3 | 2 | 2 | 11 |
| Serycyt, muskowiт, biotyт | — | — | 9 | 5 | 1 |
| Srednia wielkość ziarn w mm | 0,25 | 0,26 | 0,22 | 0,21 | 0,21 |

Wkładki węglanowe w łupkach czerwonych i zielonych (dolomity bulaste). — Skały te tworzą warstwy lub też formy konkrecyjne, bulaste, wśród serii bliższej stropu utworów kajprowych (XVIII). Są barwy szarej, zbite, z nieregularnie przebiegającymi żyłkami kalcytowymi. Na kwas solny reagują słabo i nierównomiernie. Pod mikroskopem wyglądają podobnie jak wkładki węglanowe z innych, poprzednio opisanych, odkrywek. Skrytokrystaliczna lub bardzo droбноziarnista masa węglanowa, składająca się głównie z dolomitu, przecięta jest licznymi żyłkami

wyraźnie krystalicznego kalcytu. Tu i ówdzie przebiegają nikłe smugi związków żelaza. Brak jest zupełny materiału detrytycznego. W jednym z okazów tego typu zauważono pod mikroskopem zielone utwory konkrecyjne, podobne do tych, jakie były opisane w łupku dolomitycznym z Doliny ku Dziurze.

Drobnoziarnisty piaskowiec wapnisty ze szczątkami otwornic z serii stropowej kajpru. — Skała barwy brunatno-szarej, wietrzejąca na kolor rdzawo-brunatny, z czarnymi smugami na powierzchni, burząca się lekko z kwasem solnym, o teksturze łupkowatej. Pod mikroskopem okazuje się, że składa się ona z ziarn kwarcu o wielkości około 0,1 mm oraz spoiwa żelazisto-wapiennego. Zauważono w badanym szlifie mikroskopowym pięć drobnych otwornic wielkości ziarn kwarcu (0,1 mm).

Wapień z serii stropowej kajpru, stanowiący przejście do retyku. — Jest to skała barwy ciemnoszarej, przecięta żyłkami białego kalcytu. Pod mikroskopem widać zbite skupienia węglanu wapnia z gniazdami dobrze wykrystalizowanego kalcytu z prądkami bliźniaczymi. Widoczne są ślady organizmów roślinnych, wypełnione substancją bitumiczną lub grubokrystalicznym kalcytem.

Inne obserwacje na terenie kajpru regłowego

(VIII, VII, V, IV, III)

Serie litologiczne na innych terenach występowania kajpru regłowego w Tatrach nie były tak szczegółowo opracowane jak te, które opisano wyżej. Przyczyną niedociągnięć był tu często brak odpowiednich odkrywek, nadających się do systematycznego pobierania próbek. Bardziej miękkie utwory kajpru są często tak rozmyte i zmieszane z glebą, że trudno wybrać próbkę, nadającą się do analizy petrograficznej. Dlatego też z niektórych odsłoneń zostały zanalizowane jedynie piaskowce.

Piaskowiec kwarcytowy zlewny ze zboczy Grzybowca od strony Doliny Małej Łąki. — W wyższych piętrach Doliny Małej Łąki, nieco powyżej Hali, ukazują się w lesie nad potoczkiem miękkie, silnie ilaste łupki czerwone i zielone oraz piaskowiec kwarcytowy, jasny, przeważnie bardzo zwięzły, w warstwach o dużej miąższości. Analizowany okaz piaskowca nie wykazuje laminacji, jest średnioziarnisty, zlewny, z wyodrębniającymi się miejscami większymi ziarnami kwarcu, z plamkami żelazistymi i bardzo rzadkimi blaszkami miki. Obraz mikroskopowy świadczy o tak silnym zdiagenezowaniu skały, że, gdyby nie obecność otoczaka rogowca i śladów spoiwa ilastego słabo przekrystalizowanego, nie zdra-

dziłaby ona niczym swego charakteru okruczowego. Widoczne są pozazębiane ziarna kwarcu o silnie falistym znikaniu światła; wśród nich spotyka się mikropertyt i plagioklaz w niezbyt znacznym procencie, ale w ziarnach bardzo świeżych i o cechach przekryształizowanych na miejscu zespołów. Spomiędzy plagioklazów mamy tu albit lub kwaśny oligoklaz (0-16% An), który tworzy gniazdo ziarn drobnych (ok. 0,1 mm średnicy), różnie zorientowanych, wciśniętych między większe ziarna kwarcu i dynamicznie zdeformowanych. Skąpe i gdzieniegdzie tylko widoczne spoiwo zbudowane jest z drobnołuseczkowatego serycytu, a także ze skupień kwarcu autigenicznego, miejscami drobnoziarnistych i słabo reagujących na światło spolaryzowane. Spośród okruczów skał kwarcowych rzuca się w oczy otoczek rogowca (2,5 mm średnicy), składający się z drobnoziarnistego kwarcu i chalcedonu, przecięty żyłkami wyraźniej krystalicznego kwarcu (por. pl. VI, fig. 1). Spomiędzy minerałów akcesorycznych zwraca uwagę blaszka czerwono-brunatnego biotyту, bardzo świeżego i silnie pleochroicznego, tworząca wrostek w jednym z ziarn kwarcu. Biotyt o tego rodzaju barwie i pleochroizmie nie jest na ogół spotykany na terenie dzisiejszych Tatr. — Średnia wielkość ziarna w tej skale wynosi 0,46 mm, z wahaniami od 0,1 do 2 mm. Orientacyjny skład mineralny piaskowca jest następujący:

| | % obj. |
|------------------------------|--------|
| Kwarc | 69 |
| Albit i oligoklaz | 4 |
| Mikropertyt | 6 |
| Okruczy skał kwarcowych | 16 |
| Agregaty kwarcu i chalcedonu | 3 |
| Serycyt | 2 |

Czerwony ilowiec spod Grzybowca. — Skała niewyraźnie łupkowata, bardzo silnie ilasta, gotowana w balsamie kanadyjskim zupełnie nim nie nasiąka. Z tego też względu niemożliwe było wykonanie szlifu mikroskopowego.

Mgr K. Łydka oznaczył chemicznie ilość glinki i żelaza rozpuszczalnych w HCl. Wynik analizy był następujący:

| | % wag. |
|---|--------|
| $Al_2O_3 - Fe_2O_3$ rozpuszczalne w HCl | 9,97 |
| z tego Fe_2O_3 „ „ | 8,18 |
| Al_2O_3 „ „ | 1,79 |

Procent glinki nierozpuszczalnej w HCl nie został oznaczony. Wszystko wskazuje na to, że jest on znaczny.

Piaskowiec kwarcytowy zlewny spod Łysanek. — Okaz został pobrany ze skałki, wznoszącej się na prawo od drogi, prowadzącej ze Strążyskiej do Małej Łąki. Makroskopowo jest on bardzo podobny do piaskowca ze zboczy Grzybowca, wykazuje jednak jeszcze bardziej zlewny charakter i przypomina kwarcyty werfenu (np. z przełęczy pod Giewontem). Natomiast w obrazie mikroskopowym, dzięki obecności różnych łusczkowatych agregatów serycytu, odpowiada wielu typom piaskowca kajprowego, np. ze Skupniowego Upłazu. Wśród pozazębianych ziarn kwarcu, ze śladami obwódek regeneracyjnych, tkwią miejscami skąpe łusczkowate agregaty ływczyków bezbarwnych i żółtawo zabarwionych, silnie dwójłomnych, często przerośniętych żółtawo-brunatnymi tlenkami żelaza. Zdarzają się dobrze wykształcone blaszki muskowitu. Ze skałeni mamy tu mikroklin i mikropertyt. Z minerałów rzadkich zasługuje na uwagę turmalin, którego zaokrąglone, oliwkowej barwy ziarno ma rozmiary średniej wielkości ziarn kwarcu. Ponadto obecny jest cyrkon oraz drobniotkie ziarenka minerału bezbarwnego, nisko dwójłomnego, o wysokich współczynnikach załamania i pokroju jednoskośnym (klinozoizyt?). Średnia wielkość ziarna w tej skale wynosi 0,18 mm, z wahaniami od 0,04 do 0,5 mm. Przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | ‰ obj. |
|-----------------------------------|--------|
| Kwarc | 86 |
| Serycyt | 4 |
| Okrychy skał kwarcowych | 2 |
| Mikroklin i mikropertyt | 2 |
| Drobnodziarniste skupienia kwarcu | 4 |
| Tlenki żelaza | 2 |

Mułowiec jasny bezwęglanowy z drogi do Doliny Miętusiej. — Droga z Doliny Małej Łąki do Miętusiej (powyżej rozwidlenia dróg) prowadzi na zboczach Przysłopu Miętusiego poprzez ilaste utwory kajpru, rozmyte lub zarośnięte. W żlebitku niedaleko ścieżki odsłania się drobnodziarnisty piaskowiec kwarcytowy (mułowiec), z którego pobrano próbkę. Jest to skała jasna z żółtawo-rdzawymi plamkami, zwięzła, bezwapienna. Pod mikroskopem ma charakter osadu silnie zdiagenezowanego, pozbawionego substancji niekryształicznej, zbudowanego z kwarcu, skałeni i serycytu. Serycyt tworzy miejscami spoiwo skały; w innych miejscach spoiwa brak. Skałenie są pozbawione prążków bliźniaczych i trudne do oznaczenia. Na podstawie współczynników załamania przypuszczamy, że jest tu obecny albit obok mikropertytu. Z minerałów akcesorycznych zauważono w pojedynczych ziarnach: syderyt, klinozoizyt i epidot. Średnia wielkość ziarn piaskowca 0,8 mm; przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|--------------------------------|--------|
| Kwarc | 61 |
| Albit, mikroklin, mikroperyt | 21 |
| Serycyt | 8 |
| Agregaty kwarcu autigenicznego | 10 |

Łupek dolomityczny z drogi na Przysłop Kominiarski (zbocze zachodnie Doliny Kościeliskiej). — Skała barwy szaro-zielonej, z rdzawymi plamkami o niewyraźnej łupkowatości, na kwas solny reaguje słabo i to tylko w tych miejscach, gdzie przebiegają żyłki i gniazda kalcytu. Obraz mikroskopowy odpowiada łupkom z innych odsłoneń kajpru reglowego. Na tle dolomitycznej masy drobnoziarnistej widoczny jest skąpy i drobny detrytus kwarcowy (ziarenka nie przekraczają 0,02 mm), żyłki i gniazda kalcytu oraz smugi i gruzełkowate agregaty rdzawych wodorotlenków żelaza.

Wkładki łupków szaro-zielonych i fiołkowych w dolomicie choczańskim. — Zanalizowano mikroskopowo kilka okazów tych łupków z Doliny Chochołowskiej z uwagi na to, że wprawdzie w płaszczowinie choczańskiej brak jest kajpru lądowego, jednak wymienione łupki mogą świadczyć o spłyceńiu morza i dopływie materiału z lądu. Są to skały szare, afanitowe, o niewyraźnej łupkowatości; w stanie wilgotnym przybierają barwę plamistą, zielonawą, z fiołkowymi plamami. Ich obraz mikroskopowy odpowiada łupkom dolomitycznym z Doliny Strążyskiej, Ku Dziurze lub Małej Łąki. Ukazuje się tu drobnoziarnista skała węglanowa o niewyraźnej smużystości, miejscami o strukturze gruzełkowej, z licznymi gruzełkami marglistymi i drobno rozszanym pyłem tlenków żelaza, czerwonych w świetle odbitym. Wśród skupień węglanów, gdzie obecny jest kalcyt obok dolomitu (skała burzy się wyraźnie z kwasem solnym), rozrzucony jest dość obfity detrytus kwarcowy o wielkości ziarn ok. 0,05 mm. Widoczne są też skupienia autigenicznej krzemionki o strukturze chalcedonu.

2. KAJPER WIERCHOWY

Danych petrograficznych, dotyczących kajpru wierchowego, dostarczył nam jedynie Cz. Kuźniar. Z jego pracy (17) dowiadujemy się, że w serii skał piaszczystych, stanowiących wtrącenia w łupkach czerwonych, panuje ogromna różnorodność, że znajdują się tam skały o spoiwie ilastym oraz typowe kwarcyty obok piaskowców kwarcytowych o spoiwie zbudowanym z kwarcu i opalu. Analiza chemiczna skały z Czerwonych Żlebków, wykonana przez Cz. Kuźniara (l. c., s. 144), dotyczy ciem-

nego łupku z florą, należącą do serii lądowego retyku w triasie wierchowym.

Kajper wierchowy odsłania się, według dotychczasowych danych, jedynie w Czerwonych Żlebkach, obok ścieżki prowadzącej z Rzędów do Doliny Tomanowej, oraz w masywie Kominów Tylkowych. Odsłonięcia te są natomiast bardziej przejrzyste, niż gdziekolwiek w serii reglowej, nie osłonięte roślinnością i niezwykle charakterystyczne dzięki różnym odcieniom barw, które skały zawdzięczają przypuszczalnie tlenkom i wodorotlenkom żelaza w różnych koncentracjach i różnym stanie uwodnienia. Szczegółowe studia terenowe tych odsłonień prowadzą do wniosku, że warstwy uległy tu znacznym zaburzeniom po sedymentacji, w czasie późniejszych ruchów górotwórczych, czy też w różnych fazach górotwórczości. Wobec tego wątpliwe jest, czy kolejność warstw zaobserwowana w terenie odpowiada kolejności, w jakiej warstwy układały się w czasie sedymentacji. Z jednej strony istnieje możliwość, że niektóre zmiany petrograficzne, obserwowane w profilu pionowym, odpowiadają różnym facjom sedymentacyjnym i że warstwy, synchronicznie w nieco odmiennych warunkach osadzone, zostały później na siebie nasunięte. Z drugiej znów strony jest możliwe, że pewne warstwy zostały przy przemieszczeniach tektonicznych wyprasowane lub wreszcie wyługowane w czasie diagenety. Podobne uwagi odnieść można również i do kajpru reglowego, który jednak — jak stwierdziliśmy — jest gorzej odsłonięty. Mimo tych zastrzeżeń, dla wniosków sedymentologicznych pożyteczne jest dokładne prześledzenie całego profilu w Czerwonych Żlebkach o kilkusetmetrowej miąższości.

Odsłonięcie w Czerwonych Żlebkach

(I)

Przedstawiona przez Cz. Kuźniara litologia Czerwonych Żlebków jest nieco schematyczna. Podaje on, że na wapieniach środkowo-triasowych leżą łupki czerwone z wtrąceniami piaskowców i kwarcytów, dalej na przemian z piaskowcami warstwiają się łupki ciemne, w których Li-manowski odkrył florę retycką. Niżej podam opis odkrywki nieco bardziej szczegółowy, aczkolwiek także schematyczny, gdyż zbyt drobiazgowo przedstawienie szczegółów — wobec wysuniętych na wstępie zastrzeżeń — nie jest celowe.

Wapień dolomityczny triasu środkowego, o smużystym niekiedy pokroju w częściach stropowych, z laminacją warstewek jasnych i ciemnych, przechodzą w osady kajpru zazwyczaj poprzez łupki ciemnoszare do czerwonych i zielonych, plamisto w siebie przechodzących, zrazu silnie marglistych, potem coraz bogatszych w materiał detrytyczny. Łupki

te warstwiają się na przemian z dolomitami, potem z piaskowcami wapienistymi, w których spotykamy wtrącenia szarych zlepieńców, zawierających otoczaki skał węglanowych i kwarcowych. Niektóre łupki mają charakter brekcji węglanowo-żelazistych. W wyższych seriach łupków wkładki piaskowców mają coraz większą miąższość, stają się gruboławicowe i bezwapienne. Te wkładki zawierają wtrącenia zlepieńców, niekiedy ławice piaskowców rozpoczynają się facją zlepieńcową, w której otoczaki dochodzą do kilku centymetrów średnicy. Przewarstwienia rytmiczne łupków czerwonych i zielonych z piaskowcami kwarcytowymi powtarzają się kilkakrotnie, wreszcie piaskowce jasne przechodzą stopniowo w brunatne, przewarstwione łupkami czarnymi. Tu rozpoczynają się już osady retyku.

Podajemy opis mikroskopowy wymienionych typów litologicznych.

Łupek wapienno-dolomityczny, smużysty, z oolitami. — Takie wkładki łupków występują miejscami w spągu kajpru, czy też w stropie środkowo-triasowego wapienia dolomitycznego. W łupku dostrzegamy laminację warstewek jasnych i ciemnych, grubości kilku mm. Okaz zbądany mikroskopowo został pobrany w odsłonięciu pod Kominami Tylkowymi, lecz w identycznym wykształceniu występuje nie tylko w serii wierzchowej kajpru w Czerwonych Żlebkach, ale i w triasie środkowym serii regłowej, np. na Gładkiem. Analiza szlifów mikroskopowych w świetle zwykłym dowodzi, że mamy tu do czynienia z przekrystalizowanym i zdolomityzowanym wapieniem oolitycznym. Oolity, z zatartą prawie strukturą koncentryczną, odcinają się szarą barwą na jasnym grubokryształicznym tle (por. pl. VII). Podobną mikrofotografię podaje L. Cayeux (*Les roches sédimentaires de France: Calcaires et dolomies. Pl. XXVI. 1935*).

Zaznaczająca się makroskopowo laminacja jasnych i ciemnych warstewek jest przypuszczalnie związana z rytmicznym układaniem się oolitów, które absorbują silniej barwnik organiczny. — Szlify mikroskopowe były wykonane także z innych okazów wapienia smużystego, np. z Gładkiego. Nie zawsze jednak struktura oolityczna była tak dobrze zachowana, jak na przedstawionej tu fotografii.

Łupki ciemne dolomityczno-mułkowe. — Są to skały na ogół twarde, lecz rozsypliwe, mniej lub więcej wyraźnie łupkowate, barwy zielonawo-czarnej, które nie reagują na kwas solny. Zanalizowano mikroskopowo dwa okazy; jeden z nich występuje jako wkładka w części stropowej triasu środkowego i pobrany został w wyższych piętrach Czerwonych Żlebków, pod Rzędami. Analiza wykazuje, że jest to drobnoziarnista ma-

sa ilasto-dolomityczna z gniazdami wyraźnie krystalicznego dolomitu o wielkości ziarn ok. 0,01 mm średnicy. Skała ta zawiera ok. 15% materiału detrytycznego w postaci ostrokrawędzistych ziarn kwarcu o wielkości średnicy 0,01–0,1 mm. Rozproszone są w niej drobne brunatne pyłki tlenków żelaza, rdzawych w świetle odbitym, miejscami widoczne są gruzełkowate skupienia tych tlenków do 0,5 mm średnicy. Gdzieniedzie zauważyć można skupienia autigenicznej krzemionki, słabo reagującej na światło spolaryzowane.

Drugi okaz pobrany został w niższych piętrach Żlebków, przy kontakcie z wapieniem dolomitycznym triasu środkowego. Mikroskop stwierdza, że jest to skała drobnoziarnista, bogata w materiał detrytyczny, składająca się przypuszczalnie głównie z kwarcu o wielkości ziarn ok. 0,05 mm średnicy. Spoiwo stanowi ziemista zielona substancja, prawie nie reagująca na światło spolaryzowane. Miejscami zielony minerał tworzy blaszkowate, jakby konkrecyjne skupienia o charakterze optycznym chlorytu. Z rzadka, ale regularnie rozrzucone są w tej skale groniaste skupienia substancji czerwonej, ziarnistej, o silnym reliefie i dwójłomności, należącej przypuszczalnie do lekko utlenionego syderytu. Dziwaczne skupienia groniaste wyglądają na pseudomorfozy po jakiejś substancji organicznej. Z minerałów rzadkich spotyka się tu niebieskawo-brunatny, plamisty turmalin oraz cyrkon. W analizowanym szlifie mikroskopowym widoczny jest okruch łupku ciemnego, jeszcze bogatszego w ciemną substancję i bardziej drobnoziarnistego, niż łupek opisywany.

Łupki zielone. — Wśród skał kajprowych, noszących nazwę łupków zielonych, spotyka się skały bardzo różne pod względem składu mineralnego, mimo że makroskopowo bywają one podobne. Barwy zazwyczaj szaro-zielonej, są one w stanie wilgotnym szmaragdowo-zielone, dość twarde, ale rozsypliwe, łupiące się na płytki o nieregularnych powierzchniach. Na kwas solny reagują bardzo słabo, lub też nie reagują wcale. W seriach spagowych, blisko triasu środkowego, łupki te są *dolomityczno-ilaste*, co można stwierdzić pod mikroskopem. Na tle masy węglanowej, w której można tu i ówdzie rozpoznać romboedry dolomitu, widoczne są gruzełki ilaste, drobne agregaty krzemionki, słabo reagującej na światło spolaryzowane, i nieliczne ziarna kwarcu o średnicy 0,05 mm.

Odmienny skład mineralny mają *łupki ilasto-mułkowe*, tworzące wraz z łupkami czerwonymi wkładki wśród piaskowców.

Jeden z tych łupków zanalizowany został zarówno mikroskopowo, jak i chemicznie. Jest to skała barwy szaro-zielonej, na mokro żywo zielona, łupie się w nieregularne okruchy. Zaznacza się w niej bardzo niewyraźna laminacja. Na powierzchniach warstw, których grubość nie

przekracza kilku centymetrów, widoczne są często plamy czerwone, pochodzące od cieniutkich warstewek łupku wiśniowo-czerwonego, warstwowującego się naprzemianlegle z zielonym. Skała nie reaguje na kwas solny. Pod mikroskopem w świetle zwykłym widać, na tle masy oliwkowo-brunatnej w świetle przepuszczonym, białawej w świetle odbitym, ostrokrawędziste okruchy przezroczyste. W świetle spolaryzowanym przy skrzyżowanych nikolach rozpoznaje się w tych przezroczystych okruchach ziarna kwarcu, rogowców, skalenia potasowego i rzadkiego plagiokładu, który wykazuje czasem ślady prążków albitowych. W spoiwie składającym się przypuszczalnie z chlorytu i tlenków żelaza rozpoznaje się rzadkie igiełki serycytu oraz cyrkon i granat. Przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|---|--------|
| Spoiwo (chloryt, substancja ilasta, krzemionka w postaci chalcedonu i opalu) | 76 |
| Kwarc | 16 |
| Skalenie | 3 |
| Tlenki żelaza | 5 |

Wyniki analizy chemicznej, wykonanej przez mgra K. Łydkę, są następujące:

| | % wag. | Część rozpuszczalna w CH_3COOH | |
|--|--------|--|--------|
| | | | % wag. |
| SiO_2 | 64,90 | | |
| Al_2O_3 | 20,64 | Al_2O_3 | 1,94 |
| Fe_2O_3 | 2,74 | Fe_2O_3 | 0,26 |
| MgO | 1,90 | | |
| CaO | 1,35 | | |
| $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ | 1,80 | | |
| $\text{H}_2\text{O} (-110^\circ)$ | 1,40 | | |
| Strata przy żarzeniu | 3,80 | | |
| | 98,53 | | |

Pozostałe 1,5% przypada na mangan, siarkę i tytan, które nie zostały oznaczone. Należy się spodziewać, że zawartość tytanu, jak zwykle w skałach ilastych, przekracza 0,5%. Obecności manganu i siarki można się spodziewać w mniejszej lub większej ilości w całej serii kajpru Czerwonych Żlebków. Często spotyka się dendryty tlenków manganu na powierzchni skał, w szlifach zaś mikroskopowych wielu piaskowców i łupków — nieprzezroczyste kryształki o barwie żłocistej w świetle odbitym. Nie udało się rozdzielić alkaliów z powodu braku odpowiednich sączków. Przebieg wytrącania potasu w postaci chloranu wskazywał jednak na to, że potas występuje tu jedynie w śladach.

W przeliczeniu analizy chemicznej zostały uwzględnione dane z analizy mikroskopowej, a także dane dotyczące glinki rozpuszczalnej w kwa-

sie octowym. Sumę alkaliów przyjęto jako Na_2O i obliczono jedynie plagioklaz. Najbardziej prawdopodobnym wydaje się tu następujący skład mineralny:

| | | % wag. | | |
|----------------|---|---|--------------|-------|
| Tłło ilaste | { | Kaolin | 29,16 | |
| | | Hydrargilit, diaspor | 2,32 | |
| | | Chloryt | 9,13 | |
| | | Plagioklaz (oligoklaz) | 14,87 | |
| | | Krzemionka bezpostaciowa i drobnoziarnista | <u>21,62</u> | 77,10 |
| Kwarc | | 16 | | |
| Skalenie | | 3 | | |
| Tlenki żelaza | | <u>2,74</u> | | |
| | | | <u>98,84</u> | |

Nasuują się jednak pewne wątpliwości co do słuszności przeliczenia analizy, prowadzącego do wniosku, że w skład spoiwa wchodzi prawie 30% kaolinu. Skała jest silnie ilasta i krzemionkowa, tak że naturalnym zdawało się, po związaniu alkaliów, wapna i magnezji z substancją ilastą i krzemionką, obliczyć kaolin. Jest natomiast możliwe, że występują tu wodorotlenki glinu, trudno rozpuszczalne w kwasach, np. diaspor, który jest twardy, o wysokiej dwójłomności i często powodujący żywe zabarwienie skał. Obecność jego w skale, obok większej jeszcze ilości drobnokrystalicznej krzemionki, lepiej tłumaczy twardość skały i charakter mikroskopowy spoiwa, niż obecność tak znacznego procentu kaolinu.

Jest również możliwe, że substancja ilasta występuje tu nie w postaci kaolinu, lecz pyrofilitu ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), którego charakter mikroskopowy zbliża się do serycytu. Prawdopodobnie jest on częstym składnikiem łupków ilastych, w których dawniej podejrzewano znaczny procent łyszczyku potasowego.

W łupkach kajprowych nie jest wyłączona obecność montmorillonitu.

Łupki czerwone. — Skały te barwy wiśniowo-czerwonej lub też fioletkowo-czerwonej, na ogół o nieregularnym i niewyraźnym uwarstwieniu, czasem z zaznaczającą się laminacją, są margliste lub ilaste w spągowej części kajpru, w pobliżu środkowo-triasowego wapienia dolomitycznego, natomiast w wyższych seriach, tam gdzie tworzą wkładki w piaskowcach, zawierają dużo kwarcu i przechodzą w mułowce.

Czerwone łupki brekcjowate warstw dolnych są dość zwarte, niewyraźnie warstwowane. Wyróżnić w nich można okruchy dolomitów oraz ilasto-żelazistych produktów wietrzenia wapienia dolomitycznego. Pod mikroskopem ukazują się zespoły drobnoziarnistego dolomitu z gniazda-

mi kalcytu i drobnym detrytusem skaleniowo-kwarcowym obok gruzełków i strzępów substancji ilasto-żelazistej, barwy ceglasto-czerwonej i rdzawej w świetle odbitym. Skały te mogą być odpowiednikiem czerwonego zlepieńca kajpru reglowego, lecz nie zawierają okruchów obtoczonych.

Niektóre spośród czerwonych łupków są bardzo silnie węglanowe, a barwę swą zawdzięczają subtelnie rozszianym tlenkom czy też wodorotlenkom żelaza: są to łupki czerwone dolomityczno-ilaste. Pod mikroskopem widoczny jest jako główny składnik drobnokrystaliczny dolomit, w którym tkwią rzadkie okruchy kwarcu i skaleni w ziarnach do 0,1 mm średnicy. Smugi rdzawych tlenków żelaza przebiegają w różnych kierunkach, zdarzają się też żyłki wypełnione lekko utlenionym syderytem.

Łupki czerwone, stanowiące wkładki w piaskowcach, są zazwyczaj bezwęglanowe oraz bogate w kwarc i skalenie; są to *łupki ilasto-mułkowe*. Makroskopowo są podobne do poprzednio opisanych, lecz nieco wyraźniej uwarstwione; na ogół nie rozdzielają się one na płytki równoległościenne. Okaz analizowany miał na jednej z powierzchni „lustro chlorytowe“, charakterystyczne dla łupków i piaskowców kajpru wierchowego.

Analiza chemiczna wymienionego łupku została przeprowadzona przez mgra Pelagię Mroczek i mgra K. Łydkę. Wyniki tej analizy są następujące:

| | % wag. | Część rozpuszczalna w CH_3COOH | |
|--|--------------|--|--------|
| | | | % wag. |
| SiO_2 | 67,20 | | |
| Al_2O_3 | 14,26 | Al_2O_3 | 3,96 |
| Fe_2O_3 | 8,79 | Fe_2O_3 | 1,94 |
| MgO | 1,15 | | |
| CaO | 0,93 | | |
| $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ | 0,48 | | |
| $\text{H}_2\text{O} (-110^\circ)$ | 1,84 | | |
| Strata przy żarzeniu | 3,50 | | |
| | <u>98,15</u> | | |

Przewiduje się ponadto obecność manganu, siarki i tytanu, i to w wyższym procencie, niż w łupku zielonym. Analizy spektrograficzne, wykonane ostatnio w Zakładzie Geochemii U. W. przez mgra Walenczaka, wykazały w analizowanych chemicznie łupkach kajprowych obecność chromu, niklu, kobaltu, baru. Podobne analizy, przeprowadzone na analogicznych łupkach kajpru reglowego, wykazały obecność tych samych pierwiastków, a ponadto miedzi, której procent, według analizy chemicznej, dochodził do 0,03.

W skale badanej w szlifie mikroskopowym stwierdzamy obecność kwarcu, chlorytu, rzadkich skaleni oraz agregatów krzemionko-

wo-ilastych. Ponadto tkwią w niej strzępy łupku czerwonego ilasto-żelazistego z drobnym detrytusem kwarcowym. Skała jest interesująca ze względu na zjawiska diagenetyczne, jakie się w niej odzwierciedlają. Można tu zaobserwować kilka żyłek krzyżujących się i wypełnionych różnymi substancjami mineralnymi. Jedna z żyłek wypełniona jest krzemionką słabo reagującą na światło spolaryzowane, a jej rdzeń zawiera syderyt, ziarna żywo niebieskiego turmalinu oraz minerału nisko dwójłomnego o prostym znikaniu światła w pasie pionowej osi krystalograficznej i o charakterze optycznym barytu. Inna żyłka, przebiegająca poprzecznie do poprzednio wymienionej, wypełniona jest żółto-zielonym, silnie dwójłomnym chlorytem, podobnym do chlorytu „luster“. Inne żyłki, wypełnione nisko dwójłomnym chlorytem lub drobnokrystaliczną krzemionką, przecinają ziarna kwarcu w różnych kierunkach i wiążą się ze spoiwem. Skalenie tej skały należą do kwaśnego oligoklazu, są zupełnie świeże i zbliżone albitowo. Skład mineralny skały, oparty na przeliczeniu analizy chemicznej w uzgodnieniu z obserwacjami mikroskopowymi, jest następujący:

| | % wag. |
|-------------------------------|--------|
| Kwarc | 20 |
| Oligoklaz | 5 |
| Hydrargilit i diaspor | 6,01 |
| Kaolin | 16,51 |
| Hematyt | 8,79 |
| Chloryt | 7,47 |
| Krzemionka drobnokrystaliczna | 34,48 |
| | 98,26 |

Skład chemiczny i mineralny łupku czerwonego i zielonego nie różnią się zasadniczo. Liczby przytoczone i obserwacje mikroskopowe dowodzą jednak, że łupek czerwony jest uboższy w skalenie a bogatszy w kwarc autigeniczny i tlenki żelaza, niż łupek zielony. Nasuwa się przypuszczenie, że materiał, z którego tworzył się łupek zielony, był mniej zwietrzały i szybciej był zasypywany osadami nadległymi w zbiorniku sedymentacyjnym, niż łupek czerwony. Z obrazów mikroskopowych nie wynika natomiast żadna wskazówka co do tego, że łupek czerwony jest produktem wietrzenia łupku zielonego już po osadzeniu się całego materiału.

W niektórych spośród łupków czerwonych ilasto-mułkowych widziemy wyraźnie uwarstwienie, a także *laminację* warstewek jaśniejszych i ciemniejszych, grubości 0,5 do 2 mm, znaczonej słabszym lub mocniejszym pigmentem tlenków żelaza. Spotykamy się w nich niekiedy z laminacją krzyżową i bardzo często na powierzchni z „lustrem chlorytowym“.

Pod mikroskopem laminacja uwydatnia się w wielkości ziarn kwarcu i silniejszej lub słabszej koncentracji ilasto-żelazistej substancji czerwonej. W warstwach bardziej ilastych ziarno kwarcu jest mniejsze. Średnica ziarna wynosi średnio 0,1 mm; jego kształty są ostrokrawędziste. Obok kwarcu i czerwonych tlenków żelaza, rdzawych w świetle odbitym, obecny jest serycyt oraz skalenie, wśród których można czasem rozpoznać albit. Substancja żelazista jest niekiedy blaszkowata i wykazuje słaby pleochroizm. Może to być zmieniony biotyt, lub też blaszkowaty hematyt. Kwarcie zawierają często obfite wrostki rutylu. W drobnych ilościach występuje tu bladezielony, słabo dwójłomny chloryt. Orientacyjny skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|----------------------------|--------|
| Kwarc | 42 |
| Serycyt, skalenie, chloryt | 32 |
| Tlenki żelaza | 26 |

Łupki czerwone przechodzą w wyższych seriach kajpru w skały bardziej grubowarstwowe i zwięzłe. Są to *drobnoziarniste piaskowce, barwy wiśniowej*, często z żółtymi plamami. Pod mikroskopem widoczne są tu, obok kwarcu, ziarna świeżych plagioklazów, drobno zbliźniaczonych według prawa albitowego, a także plagioklazów przerośniętych serycytem bez prążków. Rozpoznano wśród nich albit i kwaśny oligoklaz. Spoiwo zbudowane jest z serycytu, wśród którego łuski zdarzają się dobrze wykształcone blaszki muskowitu. Poza tym rozsiana jest w spoiwie substancja pylasta, miejscami silnie dwójłomna, tu i ówdzie prawie nie reagująca na światło spolaryzowane. Zdarzają się blaszki, a niekiedy większe gniazda szmaragdowo-zielonego, słabo dwójłomnego chlorytu. ponadto romboedry dolomitu oraz gruzełki tlenków żelaza barwy krwisto-czerwonej. Z minerałów akcesorycznych obecny jest cyrkon oraz minerał o dwójłomności kwarcu, lecz o wyższych współczynnikach załamania, o prostym znikaniu światła w pasie osi „Z”, optycznie dodatni (baryt?). Średnia wielkość ziarna wynosi 0,12 mm. Przybliżony skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|-------------------------------|--------|
| Kwarc | 51 |
| Plagioklaz | 9 |
| Spoiwo serycytowe z chlorytem | 28 |
| Tlenki żelaza | 12 |

Na podstawie składu mineralnego można tę skałę zaliczyć do *sza rogłazów*.

Piaskowce i zlepieńce węglanowe dolnych warstw kajpru wierchowego. — Są to skały mniej lub więcej wyraźnie warstwowane, o ziarnie źle wysortowanym, zawierające wkładki i soczewki zlepieńcowate lub też pojedyncze większe okruchy kwarcu i skał węglanowych w masie drobnoziarnistej. Zazwyczaj reagują na kwas solny; niektóre zawierają dolomit jedynie w otoczakach i spoiwie.

Typowy *piaskowiec wapnisty* tej serii jest zwięzły, niewarstwowany, średnioziarnisty, z wyróżniającymi się makroskopowo różowymi i szklistymi ziarnami kwarcu; spoiwo jest wyraźnie krystaliczne, mlecznobiałe i silnie burzące się z kwasem solnym. Pod mikroskopem można stwierdzić, że składnikami piaskowca są okruchy skał węglanowych i kwarcowych, obok nich pojawiają się pojedyncze ziarna kwarcu oraz skałek potasowy w postaci mikroklinu i mikropertytu. Spoiwo jest zbudowane ze zbliżonych krysztalów kalcytu; prążki bliźniacze są przeważnie dynamicznie zdeformowane. Żyłki kalcytu przecinają ziarna skałenia potasowego, rzadziej kwarcu. Okruchy skał węglanowych bywają obtoczone i wyraźnie odgraniczone od spoiwa, inne są tak poprzerastane kalcytem, że zlewają się z tłem skały. Przeważają okruchy zbudowane z drobnokrystalicznego dolomitu, inne są skrytokrystaliczne i ilaste. Okruchy skał kwarcowych należą do rogowców, łupków kwarcowych i zespołów kwarców granitowych. Pojedyncze ziarna kwarcu o wybitnie falistym znikaniu światła zawierają często wrostki rutylu, muskowitu, tlenków żelaza, apatyty. Skład mineralny jednego z piaskowców tej serii jest następujący:

| | % obj. |
|---|--------|
| Pojedyncze ziarna kwarcu | 54 |
| Skaleń potasowy | 4 |
| Rogowce, kwarcyty | 5 |
| Okruchy skał węglanowych i spoiwo kalcytowe | 37 |

Średnia wielkość ziarn 0,42 mm średnicy (0,06-1,2 mm). Wkładki *zlepieńców dolomitycznych szarych* (nie zauważono w serii wierchowej zlepieńca czerwonego) są zazwyczaj bogatsze w okruchy skał węglanowych, niż wapniste piaskowce. Wielkość ich ziarna wynosi 0,2-1 mm. Niektóre spośród okruchów skał węglanowych wykazują pod mikroskopem zatartą strukturę oolityczną lub gruzelkową; zdarzają się w tych skałach szczątki fauny.

Orientacyjny skład petrograficzny i mineralny tych zlepieńców jest następujący:

| | % obj. |
|---|--------|
| Okruchy dolomitów i wapieni oraz spoiwo kalcytowe | 84 |
| Kwarc i okruchy skał zbudowanych z kwarcu | 13 |
| Skaleń potasowy | 3 |

Piaskowce typu szarogłazu. — Piaskowce te, przewarstwione bezwapiennymi łupkami i mułowcami czerwonymi i zielonymi, przechodzą wreszcie w gruboławicowy kompleks piaskowców jasnych z wtrąceniami zlepieńców i z podrzędnymi wkładkami czerwonych drobnoziarnistych piaskowców. W niektórych miejscach widać w nich subtelną laminację, wytworzoną przez dokładnie równoległe ułożenie drobnych warstewek, zabarwionych ciemnowiśniowo i różowo; niektóre warstewki mają barwę zielonkawą. Tekstura tych skał wskazuje na sedymentację w wodzie spokojnej. Przeważnie jednak piaskowce tej serii, które należą do środkowych warstw rozpatrywanego profilu, są gruboławicowe, jasne lub zielonkawe, często z lustrem chlorytowym na powierzchni ławicy.

Zanalizowano mikroskopowo wyżej wspomniany piaskowiec z laminacją. Warstewki mają grubość kilku milimetrów i rzadko dochodzą do 1 lub 2 cm. Na powierzchni widoczne zielone „lustro chlorytowe“ z ciemnofiołkowymi plamami tlenków żelaza. Analiza mikroskopowa części drobnowarstwowanej o wiśniowym zabarwieniu stwierdza, że głównymi składnikami tej skały są: ostrokrawędzisty kwarc i substancja nieprzezroczysta brunatna, rdzawa w świetle odbitym, układająca się warstwami i tworząca obwódki dokoła ziarn kwarcu. W nieznacznych ilościach występuje tu drobnołuseczkowy serycyt i krzemionka słabo reagująca na światło spolaryzowane. Spośród minerałów rzadkich obfity jest cyrkon w ziarnach zaokrąglonych lub idiomorficznych. Skład mineralny tej części skały jest następujący:

| | % obj. |
|--|--------|
| Kwarc | 68 |
| Tlenki żelaza i substancja ilasta | 27 |
| Serycyt | 2 |
| Opal i drobnoziarniste agregaty kwarcu | 3 |

Średnia wielkość ziarn w tej części piaskowca wynosi 0,08 mm (0,02-0,15 mm). Część zielonkawa ma ziarno grubsze (0,11 mm, 0,06-0,2 mm) i składnikami jej są kwarc oraz substancja nieprzezroczysta barwy szaro-zielonkawej; w świetle odbitym na białym tle widoczne są nieznaczne rdzawe plamy. W świetle spolaryzowanym można stwierdzić, że składnikiem szaro-zielonego spoiwa jest chloryt o niskiej dwójłomności i substancja pylasta bliżej nieoznaczalna oraz tlenki żelaza. Ziarna kwarcu mają wybitnie faliste znikanie światła i niekiedy charakter kwarcu granitowego. Natomiast wiele ziarn zlewa się z drobnoziarnistymi skupieniami kwarcu autigenicznego spoiwa. Skład mineralny tej części skały jest następujący:

| | % obj. |
|---------------------------------------|--------|
| Kwarc | 76 |
| Chloryt, tlenki żelaza | 13 |
| Drobnoziarniste agregaty krzemionkowe | 5 |
| Serycyt | 6 |

Piaskowce leżące wyżej, niż opisane piaskowce z laminacją, i tworzące kilkucentymetrowe wkładki w łupkach czerwonych i zielonych, są barwy szaro-zielonej lub zupełnie jasne, mniej lub bardziej zwarte, mikroskopowo bardzo zróżnicowane. Podaję opis niektórych wybranych typów tych piaskowców.

Piaskowiec szaro-zielony, średnio zwarte, o przeciętnej wielkości ziarn 0,21 mm, z lustrem chlorytowym na powierzchni warstwy, ujawnia pod mikroskopem gniazda pozazębionych ziarn kwarcu, tkwiących w spoiwie zbudowanym z kwarcu, chlorytu, tlenków żelaza oraz słabo reagującej na światło spolaryzowane krzemionki. Ziarna kwarcu poprzecinane są siecią żyłek, nieregularnie w różnych kierunkach przebiegających, szerokości 0,1 mm i węższych. Niektóre z tych żyłek wypełnione są kwarcem, inne bladezielonym, nisko dwójłomnym chlorytem. Niektóre żyłki kwarcowe zawierają wewnątrz ciekłą smugę chlorytu. Ziarna kwarcu noszą znamiona silnej kataklazy, widocznej zwłaszcza wśród drobnoziarnistych, silnie sprasowanych agregatów kwarcowych. Chloryt znajduje się zarówno w spoiwie skały, jak i w żyłkach; jego własności optyczne nie są na ogół zróżnicowane, — niekiedy chloryt żyłek jest intensywniej zabarwiony i silniej dwójłomny. Obok chlorytu występują w spoiwie pylaste tlenki żelaza, blaszkowata substancja brunatna, lekko pleochroiczna, oraz prawie izotropowa krzemionka. Co do kwarcu przypuszczam, że większość ziarn jest autigeniczna. Ziarna te są pozbawione wrostków, wiele z nich łączy się z żyłkami wypełnionymi kwarcem, tak jak gdyby żyłki te doprowadzały krzemionkę do jakichś okruchów odmiennej natury, np. wapiennych, z których węglan wapnia ulegał wyługowaniu infiltrując niższe warstwy kajpru, przecięte żyłkami kalcytowymi. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|---|--------|
| Kwarc w ziarnach powyżej 0,2 mm średnicy | 51 |
| Agregaty kwarcu drobnoziarnistego | 29 |
| Krzemionka słabo reagująca na światło spolaryzowane | 5 |
| Chloryt | 8 |
| Tlenki żelaza i brunatna substancja blaszkowata | 7 |

W innych piaskowcach, tworzących wkładki w łupkach, składnikiem skał jest, obok autigenicznego, także i kwarc detrytyczny, co widać już

makroskopowo lub przy użyciu lupy. Ziarna bezbarwne i szkliste, mlecznobiałe i różowe, wyodrębniają się tu i ówdzie na tle zlewnego kwarcytu. Pod mikroskopem takie kwarcze noszą czasem ślady obwódok regeneracyjnych, a także wrostki minerałów rzadkich, np. oliwkowozielony turmalin lub cyrkon.

Interesujący jest jeden z tych piaskowców, tworzący wkładkę w łupkach zielonych i zawierający chloryt odmiennego typu niż dotychczas opisane, o charakterze osadowego krzemianu żelaza. Piaskowiec ten jest jasny, zwięzły i zlewny, na powierzchni warstwy ma lustro chlorytowe oraz rdzawe plamy. Pod lupą wyodrębniają się tu i ówdzie ziarna szkliste kwarcu na białym matowym tle z drobnymi blaszkami substancji zielonkawej, ponadto z rzadka rozrzucone są plamy rdzawych i krwisto-czerwonych tlenków żelaza. Pod mikroskopem widoczny jest kwarc w ziarnach ponad 0,5 mm średnicy oraz w drobnoziarnistych agregatach, zmieszanych niekiedy z blaszkowatym niskodwójłomnym chlorytem. Ponadto gdzieś między ziarnami kwarcu widoczna jest substancja zielona, izotropowa lub agregatowo-polaryzująca, tworząca miejscami okrągłe ziarna, podobne do glaukonitu lub grenalitu. W jednym miejscu szlifu mikroskopowego występuje, na tle jasnozielonej substancji izotropowej, ziarno ciemnozielone o kształcie biszkoptu. Może to być zdeformowany przy procesach diagenetycznych oolit krzemianu żelaza. Zdarzają się zaokrąglone ziarna substancji zielonej, którą ogólnikowo nazwiemy chlorytem, tkwiące wewnątrz ziarn kwarcu. Wszystkie kwarcze, zarówno te, które mają charakter detrytyczny, jak i przypuszczalnie autigeniczne, mają wybitnie faliste znikanie światła, są poprzecinane żyłkami chlorytowo-kwarcowymi oraz smugami pyłków żelazistych, miejscami zbijających się w gruzełki lub utwory o charakterze dendrytów. Obecne są w skale okruchy rogowców, natomiast brak jest zupełnie skaleni. Średnia wielkość ziarn kwarcu wynosi 0,43 mm (0,05 mm do 1,85 mm). Przybliżony skład piaskowca jest następujący:

| | % obj. |
|----------------------------|--------|
| Kwarc | 64 |
| Agregaty kwarcu i chlorytu | 22 |
| Chloryt | 5 |
| Tlenki żelaza | 9 |

Piaskowce serii gruboławicowej o miąższości kilkudziesięciu metrów są przeważnie jasne, bardzo zwięzłe, równoziarniste i zlewny, lub też z wyodrębniającymi się makroskopowo, rozrzuconymi w drobnoziarnistej masie ziarnami kwarców różowych, mlecznobiałych albo bezbarwnych, przezroczystych. W dolnych częściach ławicy spotykamy części zlepieńcowate lub też całe soczewkowate wtrącenia zlepieńców. Makroskopowo

piaskowce te są bardzo zróżnicowane; cechą ich ogólną jest jednak brak lub ubóstwo skaleni, obfitość spoiwa krzemionkowego, mniej lub więcej przekrystalizowanego, i obecność okruchów skał kwarcowych należących do rogowców, kwarców żyłowych oraz łupków kwarcowych o charakterze skał metamorficznych. W spoiwie obok krzemionki, występującej w postaci drobnoziarnistego kwarcu, chalcedonu, a czasem opalu, występuje bladozielony, nisko dwójłomny chloryt, serycyt, rzadziej brunatny blaszkowaty minerał, który może należeć zarówno do nadwietrzałego biotyту, jak i tlenków żelaza. Wśród tych ostatnich, obok hematytu czy też hydrogetytu, zdarza się magnetyt. W bardziej żelazistych typach piaskowców pojawia się i piryт. Z minerałów ciężkich, obok cyrkonu i turmalinu, które są pospolite, rzadki ale godny uwagi jest klinozoizyt i epidot żółtawo zabarwiony. Piaskowce tej serii — jeśli się pominie wtrącenia zlepieńców — są średnioziarniste, przeciętna wielkość ziarn wynosi 0,3-0,5 mm, ziarno jest źle wysortowane, zdarzają się, obok drobnych, osobniki o kilkucentymetrowej średnicy. Pod względem obróbki mechanicznej ziarna te są bardzo różne, ostrokrawędziste występują obok obtoczonych. Odnaczają się na ogół wybitnie falistym zanikaniem światła w kwarcu. Niektóre ławice piaskowców obfitują w rogowce. Skalenie są rzadkie i należą przeważnie do plagioklazów. W jednym ze szlifów piaskowca zauważono agregat drobnych plagioklazów, przetkanych serycytem i wyraźnie dynamicznie pogruchotanych. Skład mineralny niektórych piaskowców tej serii ilustrują następujące liczby:

| | % obj. | | |
|---|--------|----|-----|
| | I | II | III |
| Kwarc | 62 | 55 | 52 |
| Okruchy skał kwarcowych | 24 | 13 | 4 |
| Plagioklaz | 6 | — | — |
| Muskowit | 1 | — | 7 |
| Agregaty serycytu i kwarcu | 5 | — | 20 |
| Agregat krzemionki słabo reagującej na światło spolaryzowane i chlorytu | 2 | 27 | 8 |
| Tlenki i wodorotlenki żelaza | — | 5 | 9 |

W porównaniu z piaskowcami warstw niższych, tworzącymi cienkie wkładki w łupkach czerwonych i zielonych, piaskowce gruboławicowe mają na ogół grubsze i gorzej wysortowane ziarno oraz zawierają więcej materiału detrytycznego.

Zlepieniec szarogłazowy i jego składniki. — Wkładki zlepieńcowate powtarzają się często w serii piaskowców typu szarogłazu Czerwonych Żlebków, lecz w jednym tylko punkcie odsłonięcia stwierdzono obecność

zlepieńców z otoczkami do 8 cm średnicy. Skałka tego zlepieńca występuje w miejscu, gdzie droga z wyższych pięter Czerwonych Żlebków skręca w las w kierunku Przełęczy Tomanowej i stanowi najdogodniejsze zejście ze Żlebków do ścieżki turystycznej w Dolinie Tomanowej. Ławica kilkumetrowej miąższości stoi tu pionowo w ten sposób, że na jej powierzchni widoczne są różnej wielkości i barwy otoczki, ułożone ściśle lub też rozdzielone tłem o charakterze piaskowca kwarcytowego. Strop i ściany ławicy są zasłonięte szatą roślinną, lecz na podstawie obserwacji innych wkładek zlepieńca w piaskowcach można przypuścić, że mamy tu odsłonięty gruboziarnisty spąg ławicy, a dalsza część jest normalnym piaskowcem kwarcytowym. Także i w kierunku szerokości ławicy warstwa zlepieńca wyklinowuje się i przechodzi w piaskowiec grubo- i średnioziarnisty. Cała skałka jest niezwykle twarda i zwięzła, gdyż krzemionka autigeniczna, impregnująca piaszczyste spoiwo zlepieńca, przecina żyłkami otoczki w różnych krzyżujących się kierunkach. Wyodrębnienie elementów zlepieńca przy pomocy klinów i młotków okazało się niezwykle żmudne i na uzyskanie kilkudziesięciu otoczek do analizy petrograficznej zużyto wiele godzin czasu przy sposobności wielokrotnych wycieczek. Makroskopowa obserwacja składników zlepieńca wykazuje, że przeważają tu mlecznobiałe i różowe kwarcy żyłowe, ponadto spotyka się ciemne łupki kwarcowe z miką lub bez, wiele skał o barwie ceglastej z plamkami o charakterze prakryształów oraz jeden otoczek o strukturze makroskopowej granitu napisowego.

Podajemy charakterystykę petrograficzną wyróżnionych w zlepieńcu typów skalnych.

A. *Kwarcy żyłowe.* — Pod mikroskopem widoczne są ziarna kwarcu o zarysach idiomorficznych lub pozazębianych obok kwarcu kryptokrystalicznego, przechodzącego w substancję prawie izotropową. W śladach występują tu tlenki żelaza, rdzawe w świetle odbitym, tworzące gruzełki i smugi. Drobne żyłki kwarcu przecinają szlif. Niektóre zespoły ziarn kwarcu przecięte są żyłkami kwarcu z hematytem.

B. *Łupki kwarcowe o charakterze skał metamorficznych.* — Najpopularniejsze są skały, w których prawie wyłącznym składnikiem jest kwarc w ziarnach bardzo wydłużonych, ułożonych równolegle, a w podrzędnych ilościach występuje tu mika biała, hematyt i niekiedy cyrkon. Niektóre typy zawierają magnetyt w ziarnach idiomorficznych. W innych występuje bladezielony chloryt. Niezbyt częste, ale charakterystyczne są łupki grafitowo-kwarcowe. Makroskopowo jest to skałka barwy szarej, o wyraźnej teksturze łupkowej; warstewki o grubości do 2 mm są na przemian jasne i czarne, błyszczące. Pod mikroskopem widoczny jest kwarc

drobno- i średnioziarnisty, ułożony naprzemianlegle z warstewkami bogatymi w gruzełki grafitu, w serycyt i pył hematytowy.

C. *Skała turmalinowo-kwarcowa z muskowitem*. — Ziarna turmalinu o średnicy ok. 0,5 mm wykazują pleochroizm: ω = czerwono-brunatny, ε = jasnożółty. Są one przeważnie spękanе i poprzerastane kwarcem; widoczne są w turmalinie zarysy ścian słupa i piramidy. Ziarna kwarcu o średnicy 0,2-1 mm są mocno zdeformowane dynamicznie i wykazują obecność prążków translacyjnych. Poza tym rozsiany jest w skale drobnogruzełkowaty i igiełkowaty magnetyt, muskowit w skupieniach drobnych blaszek oraz zdarzają się ziarenka cyrkonu i rutylu.

D. *Piaskowce kwarcytowe*. — Makroskopowo są to różowe, zlewne kwarcyty, przecięte żyłkami mlecznobiałego kwarcu. Pod mikroskopem widoczne są ziarna kwarcu o średnicy 0,1-0,3 mm, okruchy rogowców i krzemieni; skąpe spoiwo zbudowane jest z serycytu, zdarza się zielony chloryt, tworzący miejscami gniazda. Z minerałów rzadkich obecny jest zielony turmalin i cyrkon. W jednym z okazów stwierdzono agregaty substancji szarej, nieprzezroczystej, białawej w świetle odbitym. Substancja ta przybiera formy zaokrąglone i wygląda na szczątki organizmów. Cienutkie żyłki kwarcu przecinają szlif mikroskopowy w różnych kierunkach.

E. *Zsylikowane skały wylewne*. — Zbadano kilka okruchów tych skał. Podajemy wyniki obserwacji.

a) Makroskopowo skała zwięzła, barwy brunatno-rdzawej z jasnymi plamami o zarysach prakryształów skaleni i piroksenów. Badanie mikroskopowe stwierdza, że składnikami mineralnymi są jedynie kwarc i tlenki żelaza, jednak struktura wskazuje na pierwotną przynależność okrucha do magmatycznej skały wylewnej o strukturze porfirowej (por. pl. VIII, fig. 1). Agregaty drobnoziarnistego kwarcu wypełniają formy o zarysach piroksenów, amfiboli i plagioklazów. Tlenki żelaza mają barwę ceglastą w świetle odbitym. Cienkie żyłki kwarcu przecinają skałę w różnych kierunkach i przebiegają poprzez zsylikowane prakryształy.

b) Skała barwy czerwonej, ze śladami rozłożonych prakryształów. Mikroskopowo zaznacza się tekstura fluidalna. Jeśli idzie o skład mineralny, skała utworzona jest z kwarcu, chalcedonu w nieznaczných ilościach, z większych skupień agregatowo polaryzującej krzemionki, miejscami zupełnie izotropowej, z drobnych ilości magnetytu, śladów chlorytu i muskowitu. Ziarno jest drobne, największe ziarna kwarcu dochodzą do 0,1 mm średnicy. Skupienia hematytu mają miejscami zarysy zmienionych minerałów ciemnych. Kwarc, zwykle przerośnięty tlenkami że-

laza i chlorytem, tworzy soczewkowate skupienia o regularnych zarysach. Agregatowo polaryzujące skupienia krzemionki, miejscami zupełnie izotropowe, ciągną się w postaci smug między większymi ziarnami i skupieniami ziarn nadając skale w szlifie mikroskopowym charakter tekstury fluidalnej. Chloryt bladozielony, prawie bezbarwny, tworzy gniazda i żyłki. Cały jest poprzecinany żyłkami o grubości 0,05 mm, przebiegającymi w różnych kierunkach i wypełnionymi kwarcem, serycytem i chlorytem (por. pl. VIII, fig. 2).

c) W świetle zwykłym pod mikroskopem szlif jest przezroczysty i prawie jednorodny, upstrzony jedynie bardzo drobnymi i z rzadka rozsiazanymi pyłkami czerwonych tlenków żelaza. Przy skrzyżowanych nikolach widać, że głównym składnikiem skały jest kwarc w ziarnach, dochodzących do 0,5 mm średnicy, o zarysach kanciastych lub zaokrąglonych, niekiedy o tendencji do idiomorfizmu. Niektóre z nich są jakby nadtopione i porozrywane, jakby wyżarte drobnoziarnistym agregatem kwarcowym. Ziarna te tkwią pośród drobnoziarnistych agregatów krzemionkowych, prawie nie reagujących na światło spolaryzowane. Niektóre ziarna kwarcu wykazują faliste znikanie światła.

d) Makroskopowo skała barwy czerwonej, afanitowa. Obserwacja mikroskopowa nasuwa przypuszczenie, że mamy do czynienia ze zsylikowanym bazaltem oliwinowym. W świetle zwykłym ukazują się ziarna magnetytu o pokroju oliwinu i o charakterze prakryształów. Przy skrzyżowanych nikolach widać, że tło skalne utworzone jest z kwarcu, sferulitycznego chalcedonu, magnetytu, gniazd drobnołuseczkowego sferulitycznego bezbarwnego łyszczyku o wysokiej dwójłomności.

F. Zsylikowane skały zasadowe o strukturze grubo- lub średnioziarnistej. — Zanalizowano kilka okazów.

a) Skała barwy wiśniowej, poprzecinana cieniutkimi żyłkami kwarcu. Pod mikroskopem w świetle zwykłym wyróżniają się tu gniazda substancji rdzawej lub brunatnej, włóknistej, o włóknach ułożonych równolegle i często pofałdowanych, oraz gniazda substancji doskonale przezroczystej. Przy skrzyżowanych nikolach widać, że części włókniste słabo reagują na światło spolaryzowane i wyglądają na agregat tlenków żelaza i kryptokrystalicznej krzemionki. Części przezroczyste wypełnione są kwarcem, ułożonym w warstwach koncentrycznych i pochodzących niewątpliwie z przekrystalizowanego chalcedonu. Cieniutkie żyłki wypełnione kwarcem przecinają szlif. Za pierwotną przynależnością okrucha do skały zasadowej lub ultrasasadowej przemawia charakterystyczna struktura, widoczna pod mikroskopem w świetle zwykłym i odpowiadająca skupieniom ziarn zserpentynizowanego oliwinu (por. pl. IX, fig. 1 i 2).

b) Szlif wykonany z innego otoczaka, lecz jego obraz mikroskopowy jest zupełnie analogiczny do wyżej opisanego. W świetle zwykłym widać strukturę tak uderzająco podobną do serpentynitu z Sobótki na Dolnym Śląsku, że można by ją wziąć za okaz tej skały.

G. *Zsylikowany granit napisowy*. — Makroskopowo jest to okruch twardy, słabo obtoczony, barwy ceglasto-czerwonej, upstrzony plamkami ciemniejszymi, które dają rysunek granitu napisowego. Przy pomocy mikroskopu można jednak stwierdzić, że jedynymi składnikami tej skały są kwarc i hematyt, być może także jakiś wodorotlenek żelaza o barwie rdzawej w świetle odbitym. Kwarc, występujący przeważnie w ziarnach bardzo drobnych (0,01–0,4 mm średnicy), tworzy mozaikę, w której zauważyć można liczne regularne przekroje sześcioboczne. Tlenki żelaza tworzą z rzadka gniazda zwarte; zwykle jednak są poprzerastane kwarcem. Miejscami przerosty te mają charakter granofiru, w którym ortoklaz został zastąpiony przez hematyt. Czasem skupienia kwarcu i hematytu tworzą regularne zarysy, jakby pseudomorfozy po rozłożonych składnikach granitu.

H. *Dolomit środkowo-triasowy*. — Skała barwy szarej z cieniutkimi żyłkami kalcytu; pod mikroskopem widać, że jest wyraźniej krystaliczna niż pospolity dolomit lub wapień dolomityczny środkowo-triasowy. Widoczne są liczne i dobrze wykształcone romboedry dolomitu o przeciętnej średnicy 0,02 mm, niektóre dochodzą do 0,1 mm. Dość obfity jest materiał detrytyczny kwarcowy o ziarnach dochodzących do 0,8 mm. Widoczne są ślady pigmentu żelazistego i substancji ilastej.

Oprócz wymienionych analiz mikroskopowych dokonano jeszcze wielu innych analiz otoczaków zlepieńca z Czerwonych Zlebków. Nie zawsze jednak pierwotna natura skały daje się, wobec tak silnej zmiany diagenetycznej, odczytać z obserwacji szlifów mikroskopowych. Niektóre skały wyglądają pod mikroskopem tak zagadkowo, że czasem np. nie można rozstrzygnąć, czy mamy do czynienia z krzemieniem, czy też ze skrzemieniałą skałą magmatyczną.

Piaskowce kwarcytowe ciemne, występujące na granicy kajpru i retyku. — Badany okaz jest skałą bardzo zwięzłą barwy ciemnobrunatnej, miejscami prawie czarnej, o lekko zaznaczającej się łupkowatości. Badanie mikroskopowe wskazuje, że głównym składnikiem jest tu kwarc, przy czym odróżnić tu można dobrze kwarc detrytyczny od autigenicznego. Ziarna klastyczne scementowane są nieprzejrystym spoiwem barwy czarnej, tworzącym w niektórych miejscach cieniutkie obwódki dokoła

ziarn kwarcu, gdzie indziej zwarte gniazda, w których tkwią nieliczne ziarna syderytu. Substancja czarna nie jest jednorodna; obok substancji węglowej obecny jest magnetyt i piryt. W spoiwie skały znajduje się ponadto minerał żółtawo-zielony, występujący w agregatach drobnych blaszek, izotropowy, należący przypuszczalnie do chlorytu osadowego z grupy szamozytu. Zdarzają się okruchy skał kwarcytowych o zespołach ziarn sprasowanych i strukturze charakterystycznej dla łupków krystalicznych. Procesy rekrystalizacji autigenicznego kwarcu spoiwa spowodowały, że kontury tych okruchów bywają nieostre w porównaniu do ziarn otaczających (por. pl. X, fig. 1). Wielkość ziarn kwarcu detrytycznego wynosi średnio 0,18 mm, zatem jest to skała drobnoziarnista. Jej skład mineralny jest następujący:

| | % obj. |
|-------------------------|--------|
| Kwarc klastyczny | 53 |
| Kwarc autigeniczny | 32 |
| Chalcedon, opal | 2 |
| Okruchy skał kwarcowych | 2 |
| Syderyt | 1 |
| Spoivo nieprzezroczyste | 10 |

Chloryt luster tektonicznych kajpru wierchowego. — Trawiastozielonej barwy lustra, utworzone z chlorytu i kwarcu, występują w Czerwonych Żlebkach zarówno na łupkach ilasto-piaszczystych, jak i na jasnych, prawie wyłącznie kwarcowych piaskowcach, dochodząc do 0,5 cm grubości. Lustra te bardzo przypominają obserwowane utwory na skałach trzonu krystalicznego Tatr, nie stwierdzono w nich jednak obecności epidotu. Chloryt luster kajprowych jest intensywniej zielony, o wyższej dwójłomności niż chloryt, będący charakterystycznym składnikiem spoiwa tych skał, i często ma budowę włóknistą, przypominającą serpentyn. Wyniki analizy chemicznej chlorytu luster wskazują, że stosunek MgO : FeO jest tu równy 1 : 1. Można zatem przypuścić, że mamy tu do czynienia z prochlorytem żelazistym albo z afrosyderytem (10). Liczne analizy mikroskopowe preparatów, wykonanych z luster na utworach kajpru wierchowego, dowodzą, że rodzaj chlorytu jest niezależny od składu mineralnego skały, na której nalot występuje.

Odślonięcie kajpru wierchowego pod Kominami Tylkowymi

(II)

Budowa petrograficzna i kolejność ułożenia różnie ukształtowanych warstw w profilu pionowym jest analogiczna jak w Czerwonych Żlebkach. Obserwujemy tu leżące na środkowo-triasowym wapieniu dolomitycznym: a) łupki ciemnoszare, b) łupki czerwone i zielone z wkładkami dolomitów i łupków węglanowych, c) łupki czerwone i zielone z wkład-

kami piaskowców i zlepieńców wapnistych, d) piaskowce i mułowce jasne i czerwone oraz wstęgowane z wkładkami łupków czerwonych i zielonych, e) piaskowce kwarcytowe o spoiwie krzemionkowym, średnio- i gruboziarniste, z wkładkami i soczewkami zlepieńców z otoczkami do 2 cm średnicy.

Retyk jest tu niewidoczny. Seria kajpru jest zakryta aluwiami i szatą roślinną, niżej odsłania się lias.

Zanalizowano następujące typy skał:

Łupek szaro-zielony ilasto-mułkowy. — Skała ta, pochodząca z serii spągowej kajpru, jest afanitowa, łupie się w nieregularne płytki grubości kilku cm o subtelnej, makroskopowo słabo widocznej laminacji. Skała ta przechodzi plamisto w łupek czerwony; na jednej powierzchni widoczne jest lustro chlorytowe. Pod mikroskopem widzimy ziarna kwarcu i plagioklazu w drobnej ilości, ostrokrawędziste, o średniej wielkości 0,08 mm, zanurzone w masie składającej się z chlorytu, rzadszego serycytu oraz substancji nie reagującej na światło spolaryzowane. Chloryt jest bladezielony, o niskiej dwójłomności; na tle jego skupień zaznacza się przy skrzyżowanych nikolach pilśń serycytowa. W masę chlorytowo-serycytową wciskają się soczewkowato skupienia rdzawych tlenków żelaza. Ilość materiału detrytycznego skaleniowo-kwarcowego, jako też i wielkość ziarn zmienia się rytmicznie w wyróżniających się dobrze makroskopowo warstewkach. Skała poprzecinana jest licznymi pofałdowanymi żyłkami żółtawo-zielonego chlorytu o żywych barwach interferencyjnych; formy jego skupień przypominają serpentyn. Chloryt ten jest podobniejszy do minerału, występującego na powierzchniach luster, niż do bladezielonego chlorytu spoiwa. Niektóre skupienia serycytu mają tu również charakter żyłek, które biegną równoległe do żyłek chlorytowych lub też krzyżują się z nimi.

Mułowiec czerwony ilasty. — Makroskopowo jest on mało zwięzły, barwy wiśniowej z szaro-zielonymi plamami; na powierzchni warstwy połyskują blaszki miki. Inne ziarna makroskopowo się nie wyodrębniają. Pod mikroskopem widoczne są drobne ziarna kwarcu i skaleni oraz rogowców; przeciętna wielkość ich średnicy wynosi 0,08 mm (0,02-0,2 mm). Ziarna te tkwią w obfitym spoiwie, które w świetle przepuszczonym jest ziemistoszare, upstrzone pyłkami brunatnych i czarnych tlenków żelaza, w świetle odbitym rdzawę. W świetle spolaryzowanym uwydatnia się, na tle masy nie reagującej na światło spolaryzowane, drobna pilśń serycytu. Plagioklaz jest przepelniony wrostkami serycytu i nie wykazuje prążków bliźniaczych, skałań potasowy to mikroklin i mikropertyt. Przybliżony skład mineralny tej skały jest następujący:

| | % obj. |
|--|--------|
| Kwarc | 36 |
| Plagioklaz | 9 |
| Skaleń potasowy | 6 |
| Rogowce | 4 |
| Tlenki żelaza | 2 |
| Agregaty kwarcowe | 3 |
| Spoiwo serycytowo-chlorytowo-żelaziste | 40 |

Piaskowce drobnoziarniste typu szarogłazu (por. pl. VI, fig. 2). — Są to skały o przeciętnej wielkości ziarn ok. 0,1 mm średnicy, jasne z odcieniem szaro-zielonym lub różowym; na powierzchni ławic występują często lustra chlorytowe. Ziarna kwarcu i skaleni są przeważnie ostrokrawędziste i scementowane agregatem serycytu, kwarcu, chlorytu i czarnych tlenków żelaza, należących do hematytu i magnetytu. Skaleń potasowy występuje tu w postaci mikroklinu i mikropertytu, w ziarnach bardzo świeżych, lecz poprzercinanych żyłkami serycytu, wiążącymi się ze spoiwem. Plagioklasy są zwietrzałe i tak poprzerastane serycytem, że rzadko kiedy są widoczne prążki bliźniacze. Serycyt tworzy blaszki, igiełki i drobną pilśń. Skąpy chloryt jest bladezielony, o niskiej dwójłomności. Krzemionka, słabo reagująca na światło spolaryzowane, tworzy zwarte skupienia między ziarnami detrytycznymi. Wśród minerałów akcesorycznych zauważyć można bladezielony epidot w ziarnach drobnych i źle wykształconych, granat, turmalin oliwkowy oraz tytanit. Zdarzają się w tych skałach brunatne, świeże, silnie pleochroiczne blaszki biotyту. Orientacyjny skład mineralny piaskowców jest następujący:

| | % obj. |
|-------------------------|--------|
| Kwarc | 46 |
| Okруchy skał kwarcowych | 25 |
| Skaleń potasowy | 13 |
| Agregaty kwarcu | 5 |
| Chalcedon i opal | 9 |
| Serycyt | 2 |

Zlepieniec szarogłazowy i jego składniki. — Wkładki zlepieńcowate w odsłoniętej części kajpru wierchowego pod Kominami Tylkowymi są bardziej drobnoziarniste, niż opisany zlepieniec z Czerwonych Żlebków, dlatego też szlify z pojedynczych okруchów są trudne do wykonania. Zanalizowano trzy okруchy skał następujących:

a) *Zsylikowana skała wylewna*. — Struktura skały wylewnej zaznacza się pod mikroskopem w świetle zwykłym, w którym ukazują się zarysy mikrolitów kwarcowych o charakterze trychitów i globulitów, podkreślone subtelnym pigmentem żelazistym. Wyraźne prakryształy są rzadkie, czy może rzadko widoczne wobec sylikacji i prawie zupeł-

nego usunięcia produktów rozkładu minerałów poza kwarcem, chalcedonem oraz łyščzykami. Jeden z pierwotnych prakryształów, długości ok. 1 mm, wypełniony jest skupieniem serycytu i chlorytu. Może to być zmieniony biotyt lub amfibol. Inne ziarno o pokroju izometrycznym wypełnione jest brunatno-czarnymi tlenkami żelaza, zdarzają się też ziarna o zarysach trójkątnych, średnicy ok. 0,8 mm, wypełnione kwarcem, chalcedonem i zmętniałą substancją, mogącą należeć do rozłożonego skalenia. Obraz skały w świetle spolaryzowanym nasuwa przypuszczenie, że jest to kwaśna skała wylewna z częściowo zdewitryfikowanym szkliwem. Tu i ówdzie rozsiane są strzępki kalcytu, otaczające prócz tego prakryształy wieńcem drobnych ziarn.

b) *Łupek grafitowo-kwarcowy*. — Jest on podobny do skał występujących w zlepieńcu z Czerwonych Żlebków. Duże, do 2 mm dochodzące, wydłużone ziarna kwarcu, o wybitnie falistym znikaniu światła, tkwią w bardziej drobnoziarnistych agregatach kwarcu, w których widoczne są gniazda i smugi drobnołuseczkowatego serycytu oraz gruzełkowatego, groniasto skupionego grafitu.

c) *Piaskowiec o spoiwie żelazisto-kwarcowym*. — Skała ta składa się z ziarn kwarcu o średnicy ok. 0,25 mm, dość dobrze obtoczonych i z szerokimi obwódkami regeneracyjnymi, z okruchów rogowców, z ziemistych agregatów rdzawych tlenków żelaza, ze skąpej ilości łuseczkowatych skupień serycytu i śladów węglanów. Z minerałów rzadkich zauważono tu cyrkon oraz ziarno barytu jako wrostek w kwarcu. Piaskowiec ten przypomina niektóre piaskowce werfeńskie, nie zawiera jednak wcale skaleni.

3. MINERAŁY CIĘŻKIE KAJPRU TATRZAŃSKIEGO

Liczba gatunków mineralnych wśród minerałów ciężkich zarówno kajpru reglowego jak i wierchowego jest bardzo nieznaczna. Zostały one wydzielone przy pomocy bromoformu z piaskowców Skupniowego Uplazu oraz Czerwonych Żlebków przez mgra K. Łydkę. Wśród minerałów ciężkich Skupniowego Uplazu stwierdzono obecność cyrkonu, granatu, apatyty oraz igiełek rutyłu. W piaskowcu z Czerwonych Żlebków ukazały się ponadto turmalin brunatny i zielony.

Przy opisie różnych gatunków skał kajprowych wspomniane były jeszcze inne gatunki minerałów jak: epidot, zoizyt, baryt, syderyt, które nie znalazły się w wydzielinie przy pomocy cieczy ciężkiej. Można przypuścić, że są to minerały jeszcze rzadsze i występujące sporadycznie, lub też że powstały jako autigeniczne w skałach silnie zdiagenezowanych, gdy tymczasem minerały ciężkie były wydzielane z osadów słabiej sementowanych.

Część II ogólna

1. KLASYFIKACJA OSADÓW

Skład mineralny opracowanych osadów kajpru tatrzańskiego przedstawiony jest w tabelach 1-4. Przytoczone liczby świadczą, że skład ten jest na ogół bardzo rozmaity. Nasuwają się jednak pewne uogólnienia:

a) Osady detrytyczne kajpru są na ogół bogate w skalenie, a zwłaszcza w plagioklaz; procent plagioklazu jest zwykle wyższy w osadach drobnoziarnistych, o średnicy ziarna poniżej 0,3 mm. Z plagioklazów spotykamy najczęściej albit, czasem oligoklaz o zawartości do 25% An.

b) Osady kajpru reglowego są w porównaniu z osadami kajpru wierchowego bogatsze w skalenie; zawierają ich do 23%, przy czym na ogół przeważa plagioklaz.

c) Najwyższy procent skaleni mają mułowce, które zarówno w kajprze reglowym, jak i w kajprze wierchowym zawierają ich niekiedy ok. 10%. Łupki ilasto-piaszczyste mogą być również bogate w skalenie — jak wynika z przeliczenia analizy chemicznej łupku zielonego z Czerwonych Żlebków, lecz są one trudne do uchwycenia w analizie mikroskopowej z powodu złego stanu zachowania lub nieoznaczalności.

d) Piaskowce kajpru reglowego mają w porównaniu z kajprem wierchowym wyższy procent ziarn kwarcu w stosunku do agregatów krzemionkowo-łyszczkowych, skupień kwarcu autigenicznego oraz substancji cementującej ziarna. Piaskowce kajpru wierchowego są bogate w wymienione substancje, szczególnie w bładozielony i niskodwójłomny chloryt, kwarcze zaś autigeniczne występują tu przypuszczalnie nie tylko wśród drobnoziarnistych agregatów, lecz także wśród ziarn większych.

Jak wynika z terenowych obserwacji osadów kajpru, piaskowce w wyższych poziomach tej serii osiągają często znaczną miąższość. We współczesnych systematykach skał osadowych podkreśla się potrzebę dokładniejszej klasyfikacji piaskowców (Szwecow, Krynine, Dapples, Kruribein, Schrock, Pettijohn, — lata 1947-1951), zarówno z uwagi na zagadnienia petrografii stosowanej i geologii złóż, zwłaszcza naftowych, jak i dlatego, że skład mineralny skały o strukturze piaskowca, która występuje w danej serii sedymentacyjnej, decyduje nieraz o charakterze zjawisk geotektonicznych, zachodzących w czasie sedymentacji. Większość systemów klasyfikacji piaskowców wyróżnia trzy główne typy: a) piaskowce kwarcytowe, zawierające poniżej 5% skaleni i jedynie ślady spoiwa poza autigeniczną krzemionką występującą głównie w postaci chalcedonu, b) arkozy, zawierające ponad 20% skaleni i poniżej 5% spoiwa serycytowo-chlorytowego, wreszcie c) szarogłazy o zmiennym procencie skaleni, odznaczające się natomiast dużym procentem (ok. 20%) spoiwa sery-

cytowo-chlorytowego. Piaszkowce kajprowe tatrzańskie są nie tylko bardzo zmienne pod względem składu mineralnego, ale i niekiedy wybitnie zmienione wskutek procesów diagenetycznych tak, że nie każdy typ daje się łatwo zaklasyfikować. Jednakże zestawienie wyników analiz stosunkowo licznych próbek tych skał prowadzi do wniosku, że większość piaszkowców zbliża się najbardziej do typu *szarogłazów*.

Nazwa „szarogłaz“ bywa bardzo różnie i niewłaściwie stosowana do różnych typów zlepieńca i piaszkowca. Szwecow (31) podaje następujące cechy szarogłazu. Wielkość ziarn tej skały odpowiada strukturze psammitowej, a więc średnio może wynosić od 0,1-2 mm. Ziarno jest jednak bardzo źle wysortowane, mogą więc w szarogłazach występować obok ziarn o wielkości żwirów także ziarna o wielkości charakteryzującej mułki. Pod względem składu mineralnego szarogłazy odznaczają się obfitością skaleni, wśród których przeważa plagioklaz. Kwarc jest składnikiem dominującym, jego ilość spada jednak niekiedy poniżej 50%. Towarzyszą mu okruchy różnych skał jak: piaszkowce, krzemienie, kwarcyty, skały magmatyczne drobnoziarniste a także tufogeniczne i metamorficzne. Ten sam materiał w stanie rozdrobnionym tworzy spoiwo, które niekiedy jest obfite⁵. Charakterystyczna jest wybitna diagenеза całego materiału, niekiedy słaby metamorfizm, ujawniający się w rekrytalizacji materiału ilastego, w powstawaniu minerałów autigenicznych, w regeneracji ziarn detrytycznych itp. Zmiany diagenetyczne utrudniają niekiedy wypowiedzenie wniosków co do pochodzenia materiału detrytycznego.

Mniej więc zgodna z powyższą jest definicja szarogłazu, podana przez Krynine'a i in. (4, 15, 21), jednak większy nacisk jest tu położony na obfitość spoiwa serycytowo-chlorytowego (którego geneza nie jest zresztą rozpatrywana), niż na zmiany diagenetyczne, powodujące rekrytalizację spoiwa. Skład petrograficzny szarogłazu jest według Krynine'a następujący: kwarc, skalenie — głównie z grupy plagioklazów, rogowce detrytyczne, okruchy skał metamorficznych z płytkiej strefy metamorfizmu, czasem okruchy zasadowych skał magmatycznych, ponadto serycyt i chloryt. Te dwa ostatnie minerały składają się częściowo na spoiwo o charakterze ilastym. Skały o podobnym składzie jak wyżej podany, lecz ubo-

⁵ Nazwa „spoiwo“ w tego typu skałach nie jest jednak właściwa. Nie chodzi tu bowiem o substancję chemicznie wytraconą i cementującą materiał detrytyczny; jest to po większej części ten sam materiał detrytyczny rozdrobniony, czasem scementowany właściwym chemicznie wytraconym spoiwem. W literaturze anglo-ame-rykańskiej wprowadzono w odróżnieniu od spoiwa termin „matrix“, charakterystyczny dla szarogłazów i zlepieńców. Doc. dr Halicki proponuje użycie terminu „wypelnienie“, będącego już w użyciu przy opisie pewnych osadów lodowcowych.

Tabela 1

Skład mineralny piaskowców kajpru reglowego w % objętościowych

| Nazwa minerału lub zespołu minerałów | Boczań-Skupniowy Uplaz | | | | | | Dolina Strążyska | | | | | | Dolina Białego | | | | | | | Grzybowiec | Łysanki | | |
|--|------------------------------|------|------|------|------|------|------------------|-----|----|------|------|---|----------------|-----|------|------|------|------|------|------------|---------|--|--|
| | Nazwa grzbietu lub doliny | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nr próbki | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| Kwarc | 68 | 65 | 47 | 69 | 74 | 69,5 | 54 | 76 | 72 | 70 | 54 | | 82 | 82 | 51 | 57 | 56 | 67 | 68 | 69 | 86 | | |
| Rogowce, kwarcyty | 8 | 8 | 13 | 6 | | 6,3 | | 5 | 7 | 2 | 2 | | 2 | | | 8 | 2 | 3 | 12 | 16 | 2 | | |
| Blaszkowate tlenki żelaza i biotyt | 4 | | 6 | | | | | | | 4 | | | | | 23 | 2 | | | 1 | | | | |
| Serycyt i muskowitz | 1 | | | 9 | 1 | 3,0 | 3 | 1 | | 7 | | | 1 | 5 | | 16 | | 4 | 6 | 2 | 4 | | |
| Plagioklaz | 2 | | 3 | 2 | 11 | 6,8 | 8 | 2 | 6 | 12 | 10 | | 2 | 3 | 4 | 17 | | 3 | 3 | 4 | | | |
| Skaleń potasowy | | 2 | | | 8 | 1,5 | 5 | 6 | 10 | 5 | 11 | | 6 | | | | 2 | | 7 | 6 | 2 | | |
| Agregaty kwarcu autigenicz- nego i serycytu | 17 | 2 | 17 | 7 | 5 | 3,1 | 14 | 2 | 5 | | 14 | | | 6 | 12 | | 18 | 16 | 3 | 3 | 4 | | |
| Kalcyt i dolomit | | 19 | 14 | | | 2,5 | 9 | 8 | | | 9 | | | | | | | | 7 | | | | |
| Tlenki i wodorotlenki żelaza i inne subst. nieprzezroczyste | | 4 | | 7 | 1 | 7,3 | | | | | | | 3 | 4 | 5 | | | | | | 2 | | |
| Spoivo ilasto-żelaziste | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | | |
| Spoivo węglanowe z kwarcem | | | | | | | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Spoivo izotropowe nieozna- czalne | | | | | | | | | | | | | | | 5 | | 22 | | | | | | |
| Wielkość ziarna w mm | 0,21 | 0,25 | 0,26 | 0,22 | 0,21 | 0,35 | 0,4 | 0,3 | | 0,22 | 0,14 | | 0,13 | 0,1 | 0,14 | 0,18 | 0,22 | 0,22 | 0,27 | 0,46 | 0,18 | | |

Uwaga do tabel 1-4: W zestawieniach składu mineralnego, podawanego przy opisie poszczególnych typów skalnych, i w zestawieniu ogólnym zauważyć można niekiedy pewne niezgodności. Przyczyna ich jest następująca. Skąły kajprówce charakteryzują się na ogół znaczną ilością spoiwa krzemionkowego ilastego, zawierającego: kwarc, chalcedon, krzemionkę słabo reagującą na światło spolaryzowane, tlenki żelaza, chloryt, serycyt itp. W wielu przypadkach przy planimetrycznym szlifowaniu niemożliwe jest wyróżnienie takich minerałów jak serycyt i muskowitz lub spoiwo serycytowo-kwarcowe i in. Przy tabelarycznym zestawieniu wszystkich analiz wybrano kilka charakterystycznych rubryk, w których figurują obok pojedynczych minerałów także i sumy minerałów oznaczanych łącznie. Dla przejrzystości nie jest pożądane, aby było zbyt wiele wariantów nazw tych łącznych pozycji. Jeśli więc np. pozycję: serycyt i muskowitz z analizy podanej przy opisie skał wciągnie się pod pozycję: spoiwo serycytowo-kwarcowe, figurującą w tabeli i charakterystyczną dla typu skał zgrupowanego w tabeli, znaczy, że serycyt odgrywa tu rolę dominującą. Trzeba też pamiętać, że wyniki analiz planimetrycznych stosowanych dla pewnego typu skał osadowych mają jedynie charakter informacyjny i, wobec możliwości odchylenia podanych liczb od rzeczywistego przeciętnego składu mineralnego skały, drobne nieścisłości w ogólnych zestawieniach są dopuszczalne.

Tabela 2

Skład mineralny mułowców kajpru reglowego w % objętościowych

| Nazwa mineralu lub agregatu Nazwa odkrywki | Dolina Strążyska | | Dolina Białego | Dolina Małej Łąki | Droga do Miętusiej z Małej Łąki |
|---|------------------|------|----------------|-------------------|---------------------------------|
| | Nr próbki | | | | |
| | 1 | 2 | | | |
| Kwarc | 34,7 | 57 | 53 | 68 | 61 |
| Rogowce | 3,0 | | 7 | 1 | |
| Serycyt i muskówit | | 1 | 1 | 8 | 8 |
| Plagioklaz | 11,9 | 20 | 6 | 10 | 21 |
| Skaleń potasowy | 5,6 | 3 | | 6 | |
| Kalcyt i dolomit | 44,3 | | 12 | | |
| Tlenki żelaza itp. | 0,5 | 2 | | 3 | |
| Spoivo krzemionkowo-chlorytowe | | 17 | 16 | | |
| Spoivo ilasto-żelaziste | | | 5 | | |
| Chloryt | | | | 3 | |
| Agregat kwarcu autigenicznego | | | | 1 | 10 |
| <i>Wielkość ziarna w mm</i> | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,09 |

Tabela 4

Skład mineralny mułowców i łupków kajpru wierzchowego w % objętościowych

| Nazwa mineralu lub agregatu Nazwa odkrywki | Mułowce | | Łupki ilaste | | |
|---|-----------------|----------------|-----------------|-----|------|
| | Czerwone Żlebki | Kominy Tylkowe | Czerwone Żlebki | | |
| | | | Nr próbki | | |
| | | | 1* | 2** | 3*** |
| Kwarc | 68 | 36 | 20 | 16 | 42 |
| Rogowce | | 4 | | | |
| Plagioklaz | | 9 | 5 | 3 | |
| Ortoklaz | | 6 | | | |
| Agregat kwarcu autigenicznego | | 3 | 35 | | |
| Krzemionka agregatowa polaryzująca | 3 | | | | |
| Minerały ilaste | | | 23 | | |
| Serycyt | | 40 | | | |
| Spoivo chlorytowo-serycytowe z krzemionką | 2 | 2 | 8 | 76 | 32 |
| Tlenki żelaza | 27 | | 9 | 5 | 26 |
| <i>Wielkość ziarna w mm</i> | 0,08 | 0,08 | | | |

* Łupek czerwony; wyniki analiz w liczbach zaokrąglonych
 ** Łupek zielony
 *** Łupek czerwony

Tabela 3

Skład mineralny piaskowców kajpru wierzchowego w % objętościowych

| Nazwa mineralu lub agregatu Nazwa odkrywki | C z e r w o n e Ż l e b k i | | | | | | | | | | | Żleb pod Kominami Tylkowymi | |
|---|--------------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|-----|
| | Nr próbki | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 1 | 2 |
| Kwarc | 62 | 64 | 54 | 57 | 67 | 52 | 51 | 80 | 55 | 26 | 51 | 46 | 55 |
| Rogowce i kwarcyty | 24 | | 5 | 9 | | 4 | | | 13 | 11 | | 25 | |
| Plagioklaz | 6 | | | | | | | | | | 9 | | 2 |
| Skaleń potasowy | | | 4 | | | | | | | | | 13 | 11 |
| Agregat kwarcu autigenicznego i serycytu | 5 | 22 | | 21 | 25 | 20 | 29 | 9 | | 2 | | 5 | 8 |
| Krzemionka agregatowa polaryzująca | 1 | | | 2 | 4 | | 5 | 8 | | 4 | | 9 | 5 |
| Serycyt | 2 | | | 7 | 1 | 7 | | | | | | 2 | 19 |
| Spoivo: chloryt, serycyt, krzemionka | | 5 | | | 2 | 8 | 8 | 3 | 27 | | 28 | | |
| Okruchy skał węglanowych i spoivo wapienne | | | 37 | | | | | | | 57 | | | |
| Tlenki żelaza | | 9 | | 4 | 1 | 9 | 7 | | 5 | | 12 | | |
| <i>Wielkość ziarna w mm</i> | 0,5 | 0,43 | 0,42 | 0,34 | 0,4 | 0,28 | 0,21 | 0,18 | 0,18 | 0,17 | 0,12 | 0,27 | 0,1 |

gie w skalenie, określa Krynine terminem „subgreywacke“, co odpowiadałoby szarogłazom niższego rzędu. Według Krynine'a szarogłazy te są najbardziej rozpowszechnione wśród skał o strukturze piaskowców i tworzą czasem osady znacznej miąższości. Ich sedymentacja przypada na okres umiarkowanych ruchów skorupy ziemskiej, na czas wypełniania geosynkliny i wczesnych stadiów jej deformacji. Czasem towarzyszy tej sedymentacji działalność wulkaniczna. Szarogłazy normalne tworzą się w geosynklinie wąskiej, szybko się pogłębiającej, szarogłazy ubogie w skalenie — w geosynklinie szerokiej, której dno obniża się bardzo powoli. Jeśli szarogłazy tworzą się na lądzie i w warunkach wybitnie sprzyjających utlenianiu, mogą być zabarwione czerwono. Piaskowce serii reglowej — a zwłaszcza niektóre typy z Doliny Strążyskiej i Hali w Białem — zbliżają się pod względem jakościowego składu mineralnego i stosunków ilościowych składników bardzo wyraźnie do skał, które przez Krynine'a określane są jako typowe szarogłazy. Większość typów posiada jak na szarogłazy zbyt wiele kwarcu w stosunku do spoiwa serycytowo-chlorytowego, inne jednak cechy, jak obfitość rogowców i skaleni, powodują, że zbliżają się one bardziej do szarogłazów, niż do innych grup piaskowców. Odchylenia od normy mogą być tu wywołane wybitną sylyfikacją całej serii i obfitością kwarcu autigenicznego.

Ze względu na większą ilość spoiwa serycytowo-chlorytowego do szarogłazów zbliżają się bardziej piaskowce kajprowe wierchowe niż reglowe. Natomiast piaskowce kajpru wierchowego zawierają mało skaleni lub też są ich pozbawione, odpowiadałyby zatem — według Krynine'a — osadom w szerokiej i wolno pogłębiającej się geosynklinie. Charakterystyczny dla piaskowców kajpru wierchowego jest stosunkowo duży procent tlenku żelaza, który, według definicji szarogłazów Krynine'a, nie powinien przekraczać 1%.

Piaskowce tworzą w osadach kajpru kompleks o największej miąższości w stosunku do serii niższej o odmiennym wykształceniu petrograficznym. Natomiast najbardziej charakterystyczne są dla tych utworów ility i łupki kajprowe. Niestety, co się tyczy tych skał, nie udało się dotąd jeszcze przeprowadzić analogicznej jak dla piaskowców klasyfikacji, dającej wskazówki co do środowiska sedymentacji. Przyczyną tego jest fakt, że zarówno skład petrograficzny tych skał, rodzaj zawartej w nich substancji ilastej jak i warunki ich powstawania są niewystarczająco zbadane, mimo znacznych wysiłków lat ostatnich w kierunku poznania skał ility (Szaraj, 26). Pewne ogólne wskazówki co do warunków sedymentacji łupków ility i mułowców badanej serii daje nam sposób ich uwarstwienia, barwa, a przede wszystkim szczątki zwierzęce i roślinne. O środowisku sedymentacji łupków i ility kajprowych będzie mowa niżej.

2. ZAGADNIENIE POCHODZENIA SKŁADNIKÓW MINERALNYCH SKAŁ KAJPROWYCH

W rozpatrywaniu tego zagadnienia weźmiemy pod uwagę następujące elementy skał: a) ilasto-żelazistą substancję czerwoną jako składnik łupków i zlepieńców spągowych; b) otoczaki zlepieńców; c) składniki mineralne piaskowców i innych skał, których skład daje się rozpoznać mikroskopowo.

a) *Ilasto-żelazista substancja czerwona*

M. Limanowski zwrócił uwagę na zjawisko, znane zresztą każdemu, kto się interesuje tatrzańskimi skałami osadowymi, że dolomit środkowotriasowy serii reglowej „przechodzi ku górze w zlepieniec, czerwieniejąc coraz bardziej. Sam zaś zlepieniec przechodzi ku górze w czerwony łupek“ (18, s. 31). Przejście to zaznacza się również i tam, gdzie nie ma zlepieńców; dolomit, przechodząc w łupek, staje się stopniowo coraz bardziej czerwony.

Tego rodzaju stopniowe przejście nasuwa najprostsze i najbardziej logiczne przypuszczenie, że substancja czerwona pochodzi z wietrzenia substancji ilastej dolomitu, a zatem jest to „terra rossa“, jak twierdzi Limanowski, analiza zaś Cz. Kuźniara potwierdziła to przypuszczenie stwierdzając obecność w czerwonych łupkach ilastych znacznego procentu wodorotlenku glinu. Jednak z pomocą tych samych argumentów można by uzasadnić przypuszczenie, że ilasto-żelazisty materiał czerwony powstaje wskutek laterytowego wietrzenia na lądzie wcześniej wynurzonemu, niż ląd wapienia dolomitycznego środkowego triasu i że produkt tego wietrzenia, znoszony przez rzeki do płytkiego morza, miesza się z wytrącającą się substancją węglanową i dlatego tworzy gniazda i smugi w stropowych częściach wapienia muszlowego. Rozstrzygnięcie tego zagadnienia nie nasuwa się jeszcze na podstawie danych obserwacji. — Wynik analizy mikroskopowej czerwonego dolomitu z Doliny Małej Łąki może nasunąć wniosek, że il żelazisty dopływa do skały węglanowej wraz z drobnym materiałem detrytycznym, można jednak również przyjąć, że materiał detrytyczny pochodzi z wynurzającego się lądu, substancja zaś czerwona jest już produktem lądowego wietrzenia dolomitu, który w swych częściach stropowych jest bogatszy w materiał detrytyczny. Najbardziej naturalnym i słusznym wydaje mi się jednak przypuszczenie, że zarówno wapień dolomityczny po cofnięciu się morza, jak i sąsiadujący z nim ląd o innym charakterze petrograficznym, podlegały analogicznym procesom wietrzenia. Tworzyła się zarówno „terra rossa“ na dolomitach i wapieniach dolomitycznych, jak i lateryt na granitach i skałach podobnych. W różnych stadiach sedymentacji a także w odmiennych facjach osadu ge-

neza czerwonego materiału mogła być rozmaita, podobnie jak różny mógł być jego skład chemiczny i mineralny i niejednakowe odległości, z których był transportowany. Przypuszczenie to potwierdza obserwacja mikroskopowa różnych typów zlepieńców, a zwłaszcza łupków czerwonych. Łupki te mają bardzo rozmaity skład mineralny. Niektóre z nich miękkie, zasługujące na nazwę iłów czerwonych, nie zawierają innych składników mineralnych poza izotropową substancją ilasto-żelazistą i bardzo skąpym i drobnym detrytusem kwarcowym. Inne natomiast łupki, bardziej scementowane, o mniej lub więcej wyraźnej łupkowatości, tworzące często wkładki wśród miękkich iłów, zawierają obfitą brunatną substancję blaszkowatą, pochodzącą najprawdopodobniej z wietrzenia biotyту, oraz serycyt, chloryt i kwarc.

G. L. Robb (25), rozważając czerwone zabarwienie tak zwanych „red beds“, wieku przeważnie permskiego lub triasowego, stwierdza, że badania tych skał nowoczesnymi metodami wskazały na hematyt oraz illit (hydromuskowit o składzie prawie identycznym z serycytem) jako na przyczynę czerwonego zabarwienia tych skał. Illit, jego zdaniem, powstał z wietrzenia biotyту na miejscu w skale, gdyż jest on zbyt miękki, aby mógł znieść dalszy transport i zachować się w większych zwartych skupieniach blaszek, jakie występują w tych skałach. Proces przechodzenia biotyту w illit tłumaczy Robb w ten sposób, że w sieci krystalicznej miejsce żelaza zajmuje glin, żelazo zaś ulega utlenieniu. Z przytoczonych uwag wynika, że zaczerwienienie skały może w wielu przypadkach zajść już po sedymentacji skały a łupki czerwone mogą wcale nie zawierać glinki rozpuszczalnej w HCl.

Jak już wyżej była mowa, jest możliwe i wielce prawdopodobne, że czerwona substancja, charakterystyczna dla kajpru tatrzańskiego, jest w różnych warstwach różnej natury i genezy. Może ona być produktem wietrzenia dolomitu, może też pochodzić z wietrzenia i erozji skał dostarczających biotyт, który w różnych stadiach wietrzenia i sedymentacji przechodził w hematyt i illit. Analiza Cz. Kuźniara jak i też moje analizy dowiodły, że łupki kajprowe zawierają mniejszą lub większą ilość substancji ilastej rozpuszczalnej w kwasach, z tego nie wynika jednak, że wszelka substancja barwiąca musi należeć do produktów całkowitego wietrzenia krzemianów i że ma ona pochodzić wyłącznie z „terra rossa“, powstałej na wapieniu dolomitycznym czy dolomicie środkowego triasu.

b) *Otoczaki zlepieńców kajprowych i ich pochodzenie*

Odmienne stanowisko stratygraficzne i zupełnie inny skład petrograficzny zlepieńców czerwonych, występujących w spagu kajpru reglowego,

w stosunku do wkładek zlepieńców w piaskowcach kajpru wierchowego wymagają, aby te skały były rozpatrzone oddzielnie.

Zlepieniec dolomityczny czerwony. — Szczegółowe studia mikroskopowe składników zlepieńca doprowadziły do ostatecznego wniosku, że wszystkie jego elementy pochodzą z rozkruszenia dolomitu środkowotriasowego i żył kwarcowych, które go przecinają, a także z wyługowanych żeń konkrecji krzemionkowych. Spoiwo skały składa się z ilasto-żelazystych produktów wietrzenia dolomitu, z drobnego detrytusu kwarcowego, wymytego również z dolomitu, oraz z kalcytu, którego rola jest mniej jasna, gdyż ma on charakter minerału infiltrowanego w czasie diagenety zlepieńca i przecinającego w postaci żyłek wszystkie otoczaki. W czasie studiów mikroskopowych tego zlepieńca przez długi czas niezwykle zagadkowymi pod względem genezy wydawały się nam okruchy skał krzemionkowych, składających się z mniej lub więcej wyraźnie krystalicznej krzemionki, zabarwionych szaro lub czerwono — a także rzadkie okruchy kwarców żyłowych. O czerwonych okruchach krzemionkowych pisze Limanowski (18, s. 20): „Przede wszystkim uderza nas w oczy żelazisty, brudny kwarc, ogólnie tak zwany karneol. Skąd się wziął? Czyżby był ubocznym produktem chemicznym podczas wietrzenia, laterytyzowania tych dolomitów? Możliwość taką popierają spostrzeżenia, że istotnie dolomity w Tatrach są często krzemieniste, i dają iskry przy rozbijaniu skały. Mogły one zatem, rozpadając się pod wpływem atmosferyliów, wydzielić z siebie krzemionkę i skupić ją w postaci buł karneolu“.

Zawartość krzemionki różnego pochodzenia w dolomicie środkowotriasowym została potwierdzona przez Iwińskiego (11), który stwierdził w nim obecność kwarcu allogenicznego, autigenicznego oraz igieł gąbek. Limanowski nie miał jednak słuszności pisząc, że otoczaki krzemionkowe są produktem chemicznego wietrzenia dolomitu. Są one tylko, jak wspomnieliśmy, wyługowane czy też wykruszone z tego dolomitu. W „Geologii regionalnej Polski“ (20) pisze E. Passendorfer, że czerwone rogowce, wchodzące w skład zlepieńca kajprowego, pochodzą z daleka. Jednakże już po ukazaniu się drukiem tej książki, w lipcu r. 1951 zwrócił mi wyżej wymieniony autor uwagę na występowanie czerwonych konkrecji krzemionkowych w dolomicie środkowotriasowym w Żlebie koło Krzyża w Dolinie Kościeliskiej. — W Dolinie Chochołowskiej natomiast, przy drodze do Hucisk, stwierdziliśmy w tymże roku występowanie w dolomicie środkowotriasowym szerokich na kilka centymetrów i ciągnących się na dłuższej przestrzeni szarych żył drobnoziarnistego kwarcu. Analiza mikroskopowa zarówno konkrecji jak i żył wykazała analogię składu mineralnego i struktury tych utworów oraz zagadkowych składników krzemionkowych

czerwonego zlepieńca. Konkrecje i żyły składają się z kwarcu o ziarnach różnej wielkości, a czasem z pięknie wykształconego chalcedonu (por. pl. X, fig. 2). Jeśli przyjmiemy, że otoczaki rogowcowe w zlepieńcu pochodzą z żył i konkrecji w dolomicie, wyjaśniona będzie zagadka, dlaczego te utwory mają charakter konkrecyjny w zlepieńcu i wyglądają czasem tak, jakby powstały w zlepieńcu *in situ*. Często na granicy rogowca i okrucha dolomitycznego ziarno kwarcu jest grubsze a romboedry dolomitu rozsypują się wśród masy krzemionkowej. Występują tu przypuszczalnie okruchy dolomitu z konkrecją krzemionkową w rdzeniu a całość jest tak poprzerastana kalcytem, że trudno czasem rozpoznać granicę otoczaka.

Zlepieniec z serii piaskowcowej kajpru wierchowego. — Wyniki analiz petrograficznych najbardziej interesujących składników tego zlepieńca zostały podane w części opisowej tego artykułu. Nie ulega wątpliwości, że poza pospolitymi kwarcami żyłowymi, które można wiązać z każdym terenem skał krystalicznych lub nawet silnie zdiagenezowanych skał osadowych, oraz otoczakami piaskowców kwarcytowych wszystkie opisane okruchy należą do skał obcych terenowi obecnych Tatr. Interesujące są w szczególności niektóre występujące wśród otoczaków zsylikowane skały zasadowe, związane genetycznie z gabrem, perydotytem lub bazaltem oliwinowym. Jeśli przyjmiemy, że skały tego typu dostarczały materiału detrytycznego do tworzenia osadów kajpru wierchowego, zrozumiałą będzie obfitość chlorytu i związków żelaza w osadach kajpru i koncentracja rud żelaza w retyku, a także zrozumiałe będą różnice w składzie mineralnym osadów kajpru wierchowego i regłowego. Te ostatnie zawierają mniej tlenków żelaza, serycyt zaś i biotyt przeważają w nich nad chlorytem, co w zestawieniu z większą ilością plagioklazów w kajprze regłowym nasuwa myśl, że na terenie regłowym materiału detrytycznego dostarczały raczej skały trzonu krystalicznego Tatr. Fakty te będą w przyszłości mogły przyczynić się do naświetlenia we właściwy sposób stosunków paleogeograficznych otoczenia masywu tatrzańskiego w okresie sedymentacji kajpru.

c) *Składniki mineralne średnio- i drobnoziarnistych osadów kajprowych jako wskaźnik źródła materiału detrytycznego*

Najpospolitszy składnik mineralny utworów kajprowych — kwarc — nie daje wielu wskazówek co do pochodzenia materiału detrytycznego. Przypuszczalnie wiele ziarn kwarcu w tych osadach jest pochodzenia autigenicznego a silna diageneza skał, powodująca zniekształcenie struktur wielu minerałów, sprawia, że nie wiemy, czy ziarna o wybitnie falistym znikaniu światła powstawały w warunkach silnego ciśnienia kierunku-

wego, czy też deformacje nastąpiły dopiero po osadzeniu się materiału lub też w czasie jego sedymentacji. Zdarzają się w niektórych piaskowcach grupy ziarn kwarcu, gdzie pojedyncze ziarna są rozdzielone spoiwem i gdzie wygasanie światła zachodzi w taki sposób, jakby cały zespół został poddany równoczesnej i jednokierunkowej deformacji sieci przestrzennej. Zawarte w ziarnach kwarcu wrostki cyrkonu, rutylu (w postaci siatki sagenitowej), turmalinu, serycytu, smugi różnych substancji stałych, ciekłych i gazowych wskazują, że mogą to być składniki pierwotne skał żyłowych, granitów, łupków krystalicznych, a również starszych skał osadowych. Interesujący jest wrostek czerwono-brunatnego, silnie pleochroicznego biotyty w kwarcu piaskowca z Grzybowca. Tak intensywnie czerwono zabarwiony biotyt nie jest składnikiem znany wśród skał krystalicznych Tatr, zaczerwienione zaś biotyty, występujące w osadach kajprowych, mają zabarwienie pochodzące z utlenienia żelaza, natomiast pleochroizm takich blaszek jest nieznaczny.

Skalenie były zawsze i są jeszcze w tej chwili uważane za ważne wskaźniki, jeśli idzie o źródło materiału detrytycznego. Zastrzeżenia są tu czasem wysuwane, między innymi z tego względu, że skalenie mogą być autigeniczne w osadach. Spotykamy liczne dowody tego faktu, np. w obwódkach regeneracyjnych dokoła skaleni detrytycznych; stąd ekstrapoluje się możliwość częstego ich powstawania in situ (30). Badania Pustowałowa (22) i Szwecowa (31) wykazały, że autigeniczne skalenie tworzą się tam, gdzie sedymentacja odbywa się na wynurzających się z morza wapieniach. Ponieważ tego rodzaju sedymentacja zachodzi właśnie w dolnych piętrach kajpru tatrzańskiego i bardzo obfite plagioklasy występują w skałach o spoiwie dolomitycznym, np. w Dolinie Strążyskiej, można by przypuścić, że są one tu autigeniczne. Jedynym jednak faktem ~~na poparcie tego przypuszczenia jest żyłka dolomitu z kwarcem i albitem, przecinająca piaskowiec o spoiwie dolomitycznym z Doliny Strążyskiej.~~

Nasuwa się niekiedy pytanie, jakie jest właściwe znaczenie terminu „skalenie autigeniczne“? Może zachodzić przypadek, gdy skałki tworzy się na miejscu w osadzie z materiału ilastego, zawierającego odpowiednie pierwiastki, potrzebne do utworzenia skalenia o danym składzie, lecz sam ów materiał ilasty może pochodzić ze skał nie zawierających skaleni. W innym przypadku skałki powstaje wskutek rekrytalizacji zwietrzeliwy skaleniowej, której sieć krystaliczna była tylko rozdrobniona, lecz nie zniszczona całkowicie. Zdaje mi się, że w tym drugim przypadku autigeniza ma inny charakter i wówczas obecność skalenia w osadzie dowodzi, że materiału detrytycznego dostarczać musiała bezpośrednio jakaś skała, w której skład wchodziły skalenie. Nie wiemy jednak, czy zaszedł tu proces rekrytalizacji czy syntezy — a sprawa ta nie jest obojętna.

Nie widzę w tej chwili dostatecznego powodu, aby odrzucać wniosek, że większość skaleni osadów kajprowych w Tatrach jest pochodzenia detrytycznego. Przeciwnie, mam argumenty na poparcie twierdzenia, że są one *przeważnie* pochodzenia detrytycznego, a mianowicie: a) w osadach drobnoziarnistych jest więcej plagioklazów, gdy tymczasem istnieje pewna tendencja do przewagi skalenia potasowego w osadach średnioziarnistych. Tego rodzaju różnicowanie skaleni na drodze wietrzenia mechanicznego i rozdzielanie ich do osadów różnej grubości ziarn jest procesem naturalnym. Moje obserwacje mikroskopowe różnych osadów, a zwłaszcza aluwii rzecznych, czerpiących swój materiał ze skał krystalicznych, potwierdziły to wielokrotnie (1950). b) Osady wierchowce są na ogół uboższe w skalenie niż reglowe. Wiele faktów wskazuje na to, że warunki sedymentacji i diagenety były na terenie obu serii analogiczne, różnice zaś zaznaczają się raczej w materiale detrytycznym. Jeśli by zatem na terenie kajpru reglowego powstawały skalenie autigeniczne, tworzyłyby się one również na terenie serii wierchowej.

Nie ma też żadnych danych do przypuszczenia, że skalenie kajpru tatrzańskiego nie pochodzą z trzonu krystalicznego Tatr. Mikropertyt i mikroklin mogą pochodzić z różnych granitów i pegmatytów. Wśród skaleni sodowo-wapiennych osadów kajprowych spotyka się, obok najpospolitszego tu albitu, także i oligoklaz. Oligoklaz ten jest często wybitnie świeży, o bardzo wyraźnych subtelnym zbliżeniach według prawa albitowego, czasem albitowo-karlsbadzkiego. Oligoklaz trzonu krystalicznego Tatr jest natomiast często przerośnięty serycytem i kaolinem. Mimo procesu wietrzenia mogły się jednak zachować części plagioklazów, nie zaatakowane przez procesy hydrotermalne i dynamometamorficzne. Przewaga albitu w osadach kajprowych tłumaczy się tym, że minerał ten, tworzący się przy różnego typu procesach albityzacji, stwierdzonych w trzonie krystalicznym Tatr (Kreutz, 14, Michalik, 19), jest wśród plagioklazów najodporniejszy na wietrzenie. Skaleniom piaskowców kajprowych towarzyszą inne składniki „tatrzytu“ jak biotyty, który zachowuje się niekiedy w świeżych blaszkach o pleochroizmie charakterystycznym dla biotyty trzonu krystalicznego, muskowi, częściowo może pierwotny, przeważnie jednak powstały wskutek przeobrażenia tegoż biotyty, cyrkon, apatyt i oczywiście kwarc o charakterystycznych śladach działania dynamometamorfizmu. Obfitość skaleni w osadach serii reglowej oraz — obok świeżego biotyty — produktów jego przeobrażenia i brak otoczków zasadowych skał magmatycznych a także podrzędna ilość chlorytu w stosunku do łyżczyków wskazują na to, że teren, na którym osadzały się serie reglowe, był bliższy odsłoniętej części trzonu krystalicznego Tatr, dalszy zaś od masywu dostarczającego otoczków zasadowych. Otoczkami skał zasado-

wych występują natomiast w zlepieńcach kajpru wierchowego. Nasuwa się przeto zapytanie, co się stało ze skaleniami, będącymi składnikami skał zasadowych, których otoczaki są charakterystyczne dla kajpru wierchowego? Odpowiedź na to pytanie jest następująca. Jeśli były tu skały ultrazasadowe, to w ich skład wchodził nieznaczny procent skaleni, poza tym plagioklasy musiały być silnie zasadowe i uległy całkowitemu rozkładowi. Wśród otoczaków zlepieńca Czerwonych Żlebków spotyka się także i skały kwaśne jak czerwony granit napisowy, porfiry. Dlatego też skaień potasowy zdarza się w niektórych osadach kajpru wierchowego nawet w znacznym procencie.

Zagadnienie pochodzenia chlorytu, tak charakterystycznego dla osadów kajpru — zwłaszcza wierchowego — jest trudne i w tej chwili jeszcze nie rozwiązane. Na podstawie szczegółowego badania wielu dziesiątków szlifów mikroskopowych z różnych poziomów osadów kajprowych nasuwa się przypuszczenie, że mamy tu do czynienia z trojakiego rodzaju chlorytem: a) osadowego pochodzenia, który wytrącał się być może w postaci oolitów, lecz jego charakter został na ogół zupełnie zmieniony wskutek diagenety, b) detrytycznym, pochodzącym z wietrzenia jakichś minerałów zasadowych, wreszcie c) z chlorytem hydrotermalnym, wypełniającym bardzo drobne żyłki przecinające utwory kajprowe i występującym na powierzchni luster w Czerwonych Żlebkach. W niektórych skałach różnice we własnościach optycznych tych typów chlorytu zaznaczają się wyraźnie. Chloryt osadowy jest izotropowy i tworzy niekiedy ziarna kuliste. Chloryt detrytyczny jest bladezielony, lekko pleochroiczny, o niskiej lecz wyraźnej dwójłomności. Chloryt hydrotermalny bywa zabarwiony intensywniej i wykazuje czasem wyższą dwójłomność niż chloryt detrytyczny. Nie zawsze jednak te różnice zaznaczają się wyraźnie. Zdarza się chloryt blaszkowaty i dwójłomny tam, gdzie charakter skały wskazuje na jego osadowe pochodzenie. Chloryt o charakterze hydrotermalnym, wypełniający żyłki wraz z innymi minerałami, bywa także często bladezielony i słabo dwójłomny. Przyczyny tych faktów nie są jasne, ale można przypuszczać, że procesy diagenetyczne o charakterze dynamicznym mogły niekiedy zacierać pierwotne różnice w gatunku tego minerału.

Minerały ciężkie, występujące w osadach kajprowych, należą do typów pospolitych i nic nie mówią o źródle materiału. Duże i charakterystyczne bywają tu ziarna turmalinu, różnie zabarwionego. Nowsze prace radzieckie podkreślają możliwość autigenicznego powstawania wielu ciężkich minerałów, albo też tworzenia się ich w czasie wietrzenia skał, które dostarczyły materiału do powstania osadu (12).

3. WARUNKI I PRZEBIEG SEDYMENTACJI UTWORÓW KAJPROWYCH W TATRACH

Opisując profil osadów kajpru reglowego w Dolinie Białego M. Li-manowski przedstawia w sposób obrazowy i przekonujący przebieg jego sedymentacji (18, s. 33): „Pierwszymi produktami wietrzenia (dolo-mitu środkowo-triasowego) były czerwone zlepieńce. Potem ogólnie są to zielonkawe łupki, pochodzące z mocno przeobrażonego iłu... Ił ten... ma do dziś w sobie niewyraźne, mocno zwęglone ślady roślin. Świadczy przeto o wilgotnych chwilach na łądzie kajperskim... Smużki krwiste należą do czerwonych iłów, porwanych, uniesionych przez wody; jest to najpraw-dopodobniej terra rossa. Wszystko dowodzi, że stosunki klimatyczne zmieni-ły się. Po bardziej gorących i suchych czasach przychodziły chwile bo-gatych opadów, szeroko rozlanych jezior, nawet bagnisk... Były pory su-che, chwile wietrzenia terra rossa, a potem pory wilgotniejsze..., kiedy wody energiczniej krążyły, erodowały i znowu osadzały. W ogóle cała epo-ka kajprowa (w Niemczech, Polsce, Francji) zastanawiała badaczy w ostat-nich czasach. Jest to epoka kontrastów. Pojawiają się jeziora szerokie, i znowu giną, czasem osadzają sól i gips jak na pustyniach, znowu rzeki wylewają, tworzą pokłady węgla. Piaski pustynne czasem zapanują, zno-wu wody wyleją. Flora ogółem skąpa, to znowu obfitsza, czasem brak jej zupełnie. Naszym zdaniem, całą tę epokę łatwo wytłumaczyć klimatem zmiennym, żeby tak powiedzieć monsunowym. Kto wie, czy nie wpływał na to wielki, śródziemnomorski ocean triasowy, zwłaszcza w kajprze po-dobny z wielu względów do współczesnego Indyjskiego Oceanu“.

Cz. Kuźniar (17, s. 157) podkreśla krasowy charakter łądu, na któ-rym osadzały się utwory kajpru reglowego. „Wynurzone wapienie i dolo-mity środkowo-triasowe, pozbawione jakiegokolwiek pokrywy osadowej..., wytworzyły krainę krasową z typowymi jej zjawiskami. Czerwone łupki były ówczesną terrą rossa, pozostałością po wyługowaniu węglanów ze ska-ły... Seria piaskowców, łupków szarych i ciemnych... świadczy o tym, że kras był „zasmarowany“; na powierzchni, pokrytej terrą-rossą i innymi nieprzepuszczalnymi skałami..., osadzały się sedymenty mechaniczne po-chodzące z rozkładu skał krzemianowych. Sedymenty te świadczą o istnie-niu rozległej sieci wodnej, która z daleka znosiła w krainę obumarłego krasu produkty rozkładu skał krystalicznych“ — w postaci arkoz z obfi-tym oligoklazem.

Na podstawie własnego bogatego materiału obserwacyjnego uważam za wskazane wprowadzić pewne modyfikacje do przedstawionych wyżej obrazów sedymentacji kajpru tatrzańskiego.

Przy opisie czerwonego zlepieńca wspomniałam, że ma on charakter utworu powstałego na drodze wietrzenia łądowego, a następnie słabej

erozji przybrzeżnej dolomitu, przy czym zawarte w nim konkretne żelaziste i krzemionkowe ulegają wymyciu. Grubszy materiał erodowany szybciej opada na dno morza, drobniejszy osadza się później i wciska się między większe okruchy. W obrazach mikroskopowych zlepieńca często widoczny jest drobny detrytus kwarcowy między okruchami dolomitów, rogowców i gruzełków tlenków żelaza. Nie wszędzie na terenie kajpru reglowego dolomit środkowo-triasowy przechodzi w utwory kajprowe za pośrednictwem zlepieńca, często wprost na dolomicie leżą łupki czerwone i zielone. W niektórych jednak przypadkach udało się stwierdzić, że łupki są sprasowaną brekcją, zbudowaną z podobnych jak zlepieniec okruchów, bogatszą jednak w gruzełki ilasto-żelaziste i bardziej drobnoziarnistą. Występowanie takich łupków zamiast zlepieńców można sobie tłumaczyć w ten sposób, że powracające morze wkraczało miejscami tam, gdzie brzeg był bardziej płaski i przykryty materiałem rozdrobnionym wskutek lądowego wietrzenia, bogatszym w czerwoną zwietrzelinę. Tworzyły się brekcje drobnoziarniste i miękkie, łatwo ulegające sprasowaniu. Podobny charakter brekcjowaty mają czasem także łupki zielone i ciemne. Zawierają one okruchy dolomitów, strzępy łupków wcześniej osadzonych i napływający z lądu materiał detrytyczny. Nie wydaje mi się słusznym pogląd Cz. Kuźniara, że całe dolne piętro kajpru, podścielające piaskowce, jest zbudowane głównie z wietrzliny wapienia środkowo-triasowego z ewentualnymi wkładkami osadów powracającego morza (17, s. 157). Jak to podkreśliłam poprzednio, nie wszystkie łupki czerwone są sprasowaną terra rossa. Wiele spośród tych łupków zawiera przewagę łyszczyku z drobnoziarnistym kwarcem detrytycznym i blaszkowatym minerałem czerwono-brunatnym, będącym prawdopodobnie produktem rozkładu biotyту. Również łupki zielone nie składają się wyłącznie z mocno przeobrażonego iłu — jak pisze Limanowski. Zawierają one często dużo materiału detrytycznego, nie mającego nic wspólnego ze zwietrzeliną dolomitu, a być może także tworzą się częściowo z materiału wytrąconego w czasie sedymentacji. Już zatem w pierwszych stadiach kształtowania się lądu kajprowego wolno płynące rzeki znosiły na brzeg morza drobną zwietrzelinę, przypuszczalnie skał granitowych, okresowo powracające morze przerabiało ten materiał i przykrywało go znów warstwą węglanów.

Jednym z najtrudniejszych momentów w rozpatrywaniu zagadnień sedymentacji kajpru na terenie Tatr jest rozstrzygnięcie, kiedy morze wycofało się ostatecznie z terenu, na którym tworzyły się osady, i uchwycenie granicy dla rozpoczynającej się serii lądowej. Obecność kaolinu uważana jest dziś na podstawie danych, nie podlegających jakoby dyskusji, za wskaźnik lądowego pochodzenia osadów. Jeśli w analizowanych chemicznie zielonych i czerwonych łupkach istotnie występuje kaolin,

należałoby przypuszczać, że łupki te, stanowiące wkładki w bezwapiennych piaskowcach, rozpoczynają już serie lądowego pochodzenia. Co prawda w skałach tak silnie zdiagenezowanych jak osady kajpru tatrzańskiego zubożenie skały w potas mogłoby być procesem, który zachodził po sedymentacji. R. L. Sherlock (28) jest zdecydowanym zwolennikiem lądowego pochodzenia „red beds“ formacji permo-triasowej i twierdzi, że tylko w bardzo wyjątkowych warunkach osady morskie mogą być barwy czerwonej. Jego zdaniem, wszelkie osady lądowe barwy czerwonej tracą tę barwę przy przejściu do morza, gdyż następuje tu rozkład materii organicznej, redukcja siarczanów do siarczków żelaza; siarczki znów reagują z węglanami dając H_2S , który działa także redukująco. Naprzemianległość łupków czerwonych, zielonych i szarych wskazuje na rytmicznie zmienne warunki, jakie zachodzą właśnie — co przyznaje Sherlock — w strefie przybrzeżnej. Jest on jednak skłonny wyjaśniać zjawiska rytmiczne zmiennością klimatu raczej niż wahaniem się linii brzegowej morza i przypuszcza, że łupki zielone i szare mogą się tworzyć w częściach łądu zalanych przez wodę w porze wilgotniejszej, łupki zaś czerwone — na suchszych wyniesieniach terenu. Gdybyśmy jednak chcieli uogólnić zastrzeżenia Sherlocka co do możliwości powstawania osadów barwy czerwonej w morskich utworach płytkowodnych, mielibyśmy wiele trudności w interpretacji tworzenia się pewnych osadów we fliszu, których genezę tak jasno i przekonywająco przedstawił A. Gaweł (5).

M. Limanowski, który również uważa obecność czerwonych osadów za wskaźnik sedymentacji lądowej, przyjmuje jednak, że morze powracało jeszcze kilkakrotnie na teren łądu kajprowego i dopiero osady powyżej ostatniej wkładki dolomitów są niewątpliwie lądowego pochodzenia. Wkładki dolomitów warstwuja się naprzemianlegle z łupkami czerwonymi i zielonymi oraz piaskowcami wapnistymi, natomiast w piaskowcach niewątpliwie lądowych nie ma już wkładek łupków o charakterze ilastym, należy zatem przypuszczać, że wszelkie łupki ilaste na terenie kajpru reglowego są osadem przybrzeżnym.

Moje obserwacje terenowe wykazały, że wkładki dolomityczne w łupkach mają często kształt buł o charakterze konkrecji i można je interpretować jako konkrecje epigenetyczne, charakterystyczne dla suchego tropikalnego, czy też okresowo suchego klimatu (34). Można jednak również przypuszczać, że niezupełnie stężałe ławice dolomitu, osadzone na łupkach, zsuwały się w warstwy miękkich łupków rozpadając się na nieregularne buły. W czasie terenowego studium odsłonięcia w Dolinie Strążyńskiej, gdzie wśród ławic szarozielonych, czerwonych i fiołkowych łupków o różnej zwięzłości tkwią buły dolomitu a także piaskowce skorupowe, zauważył mgr K. Łydka, że niektóre części tego odsłonięcia wskazu-

ją — jego zdaniem — na ześlizgi morskie. Jest rzeczą godną uwagi, że wymienione były często są oblepione warstwą łupku ilastego.

Odsłonięcie niższych pięter kajpru w Dolinie Małej Łąki, w którym poziomo ułożone warstwy wykazują rytmiczną naprzemianległość łupków czerwonych i zielonych (a wśród tych ostatnich naprzemianległość warstwek dolomitycznych i bogatszych w materiał detrytyczny oraz cienkie wkładki jasnych piaskowców), nasuwa każdemu obserwatorowi wrażenie, że seria ta jest charakterystycznym morskim utworem przybrzeżnym.

Ważne zagadnienie związane ze środowiskiem sedymentacji na interesującym nas terenie dotyczy przyczyn przewarstwiania się łupków czerwonych i zielonych, plamistego przechodzenia jednych w drugie oraz występowania smug czerwonych w łupkach zielonych i na odwrót. Dokładna znajomość składu mineralnego i struktury tych skał wyłącza przypuszczenie, aby łupki czerwone uzyskiwały swą barwę wskutek utlenienia związków żelaza, zawartych w łupkach zielonych. Skład mineralny tych łupków jest albo wyraźnie odmienny jakościowo, albo też ilościowe stosunki składników mineralnych są inne. Obserwacje szlifów mikroskopowych nie dają żadnych wskazówek co do tego, żeby łupek zielony przechodził w czerwony wskutek stopniowego przeobrażania się pewnych składników mineralnych. Natomiast zdarza się często, że łupki ilasto-piaszczyste o czerwonym zabarwieniu wykazują pod mikroskopem skład mineralny łupku zielonego (przewaga kwarcu i chlorytu, a czasem ponadto substancji węglanowej w stosunku do serycytu i czerwono-brunatnego minerału blaszkowatego) zawierając tylko strzępy silnie ilastego łupku czerwonego, powstałego z rozkruszenia wcześniej utworzonych łupków. Wyniki chemicznej analizy łupków czerwonych i zielonych dowodzą, że łupki czerwone zawierają znacznie wyższy procent tlenku żelaza a mniej tlenku glinu niż łupki zielone. Nie mogły one wskutek tego powstać przez oksydację łupku zielonego bez dopływu materiału z zewnątrz. Również nie wyjaśni przejścia łupków czerwonych w zielone założenie istnienia procesów redukcyjnych, jeśli się nie przyjmie, że część żelaza ulega tu wyługowaniu.

Nasuwa się następująca, poparta wynikami analiz petrograficznych, koncepcja procesu sedymentacji i rytmicznego przewarstwiania się łupków czerwonych i zielonych, dolomitów oraz piaskowców o spoiwie węglanowym.

Łupki czerwone osadzają się na lądzie w strefie przybrzeżnej. Materiał ich składa się przeważnie — zwłaszcza w najniższych poziomach kajpru — z produktów lądowego wietrzenia środkowo-triasowego dolomitu. Morze transgreduje ponownie, czerwone łupki są erodowane, kruszone, mieszają się z napływającym z lądu materiałem ilasto-kwarcowym

oraz z substancją wytrąconą chemicznie, a więc z węglanami magnezu i wapnia a także krzemianami i glinokrzemianami magnezu i żelaza (pochodzącego z czerwonego łupku, którego żelazo ulega częściowo redukcji). Mogą się wówczas tworzyć osadowe chloryty. Minerale te, pierwotnie bogate w żelazo, przechodzą, być może, wśród zmian diagenetycznych w chloryty magnezowe o niskiej dwójłomności i wolne tlenki czy też wodorotlenki żelaza. Okruchy czerwonego łupku w strzępach nadają jeszcze skał zabarwienie, ale w miarę jak dopływa materiał inny, zarówno detrytyczny jak i wytrącony chemicznie, barwa czerwona znika, skałę zaczyna barwić chloryt. Tam, gdzie nagromadziły się w większych ilościach zatopione wodą szczątki roślinne, łupki przybierają barwę szarą i czarną. Łąd się obniża, dopływ materiału detrytycznego ustaje, tworzą się łupki dolomityczne i czyste dolomity. Morze cofa się znowu, produkty lądowego wietrzenia zostają znoszone na wybrzeże. Zaczynają przeważać produkty wietrzenia skał krzemianowych. Przynoszony przez rzeki muł może być ilasto-żelazistą zwietrzeliną z pyłem skaleniowo-kwarcowym, czerwono zabarwioną już przed osadzeniem się, — albo też jest to pył skaleniowo-kwarcowy z biotytem, który w sprzyjających warunkach klimatycznych przeobraża się w blaszkowaty hematyt i illit. Nowa transgresja morska powtarza proces opisany poprzednio. Na lądzie tymczasem pewne jednostki skalne ulegają wydzwignięciu, do osadów dopływa materiał detrytyczny obfitszy i grubszy. Tworzą się piaskowce i zlepieńce o spoiwie węglanowym. Morze powraca jeszcze kilkakrotnie osadzając skały węglanowe. Wreszcie w ostatnim okresie sedymentacji kajpru morze wycofuje się zupełnie.

Piaskowce i zlepieńce mają tu charakter osadów z wody płynącej, niekiedy nawet bystro płynącej, ale kiedy indziej rozlewającej się szeroko, w której sedymentacja zachodzi spokojnie z rytmicznymi zmianami sezonowymi. Pod względem systematycznym piaskowce te określiliśmy jako szarogłazy. Jeśli słuszna jest interpretacja warunków sedymentacji tych skał, musimy przyjąć, że wynurzony łąd, na którym się one osadzały, musiał ulegać następnie powolnemu lecz stałemu obniżaniu. Obecność grubszego materiału w wyższych warstwach tych piaskowców wskazuje na wydzwignięcie terenów sąsiadujących z basenem sedymentacyjnym. Podnoszącym się terenem nie był trzon krystaliczny typu granitowego, gdyż nie ma nigdzie w piaskowcach większych okruchów tych skał, są tylko drobne skalenie, nie dochodzące nawet do 1 mm średnicy. Był to więc jakiś inny masyw krystaliczny, bliższy terenu sedymentacji kajpru wierchowego.

Warunki sedymentacji kajpru reglowego i wierchowego były przypuszczalnie bardzo podobne, jak to już podkreślał Rabowski (24). Kajper

w Czerwonych Żlebkach jest jednak znacznie lepiej odsłonięty, niż gdziekolwiek na terenie serii reglowej i cały rytm sedymentacji daje się tu dobrze obserwować. Na pewne różnice ukształtowania kajpru obu serii zwracaliśmy uwagę poprzednio. Główną różnicą jest brak czerwonego zlepieńca spągowego w serii wierchowej. Zamiast zlepieńca ukazują się w spągu tej serii liczne utwory brekcjowate, zawierające okruchy dolomitu i łupków. Czasem znów okruch łupku występuje jako składnik następnej wkładki ilastej. Przewarstwienia piaskowców wapnistych, dolomitów i łupków o różnym charakterze petrograficznym stanowią tu znaczną część profilu. Wkładki łupków czerwonych, co prawda silnie już piaszczystych, pojawiają się niemal aż do stropu piętra kajprowego.

W piaskowcach zwracają uwagę bardzo różne typy uwarstwienia czy laminacji. Niektóre serie są gruboławicowe bez laminacji, inne mają laminację równoległą, świadczącą o bardzo spokojnej sedymentacji, inne — krzyżową lub przekątną. W wyższych seriach piaskowców pojawia się uwarstwienie frakcyjne z gruboziarnistymi zlepieńcami w spągu, przechodzącymi stopniowo w piaskowce coraz bardziej drobnoziarniste. Wszystkie te typy uwarstwienia mogły być wynikiem zmieniającej się sedymentacji rzecznej w warunkach coraz bardziej urozmaiconej rzeźby terenu. W pewnej fazie cyklu geomorfologicznego znacznie się zwiększył spadek rzek tak, że przy dostatecznej ilości wody mogły one utrzymać w zawieszeniu cały materiał, segregowany następnie siłą ciężkości (16).

Koniec piętra kajprowego znaczy wtargnięcie morza na terenie serii reglowej i zabagnienie obniżonego basenu, wypełnionego osadami kajpru wierchowego. Retyk reglowy wprowadza nas w nową, zupełnie odrębną dziedzinę zagadnień. Natomiast sedymentacja utworów retyckich na terenie wierchowym jest dalszym ciągiem i wynikiem warunków, jakie panowały w kajprze. Tworzą się tu oolityczne rudy żelaza (Rabowski, 24). Chociaż być może i w kajprze istniały tu i ówdzie odpowiednie warunki do powstawania takich rud, to jednak koncentracja rud żelaza w retyku była szczególnym wynikiem erozji i wietrzenia pewnych typów skał zasadowych w kajprze. Warunki powstawania utworów oolitycznych wapiennych pojawiły się następnie w liasie, co stwierdziliśmy analizując piaskowiec ze skałki pod Rzędami. Fakt ten podkreślam dlatego, że wszelkie utwory oolityczne są ważnym wskaźnikiem charakteru środowiska sedymentacji.

Rytm sedymentacyjny w osadach kajprowych przypisuje Limanowski wahaniom klimatycznym. Moje obserwacje skłaniają raczej do przypuszczenia, że rytm ten był związany z ruchami skorupy ziemskiej. Pojawienie się grubszych osadów z otoczkami w środkowych seriach piaskowców może być, co prawda, wyjaśniane zarówno wypiętrzaniem się

pewnych terenów, jak i wzrostem opadów deszczowych, które zasilają rzeki zwiększając ich siłę erozyjną. Znamienne jest jednak, że w zlepieńcach kajpru wierchowego pojawia się otoczek dolomitu środkowo-triasowego. W piaskowcach bezwapiennych, poprzez serię kilkudziesięciometrowej miąższości, brak jest okruchów tego dolomitu. Fakt ponownego pojawienia się okrucha tej skały w zlepieńcach świadczy o podnoszeniu się pewnych terenów, gdzie wapień dolomityczny nie był zakryty osadami.

Jeśli idzie o wahania klimatyczne, należy przypuszczać, że klimat w ciągu kajpru ulegał stopniowemu ochładzaniu a ilość opadów wzrastała, co sprzyjało rozwojowi roślinności. Za takim przypuszczeniem przemawia fakt, że piaskowce nie mają czerwonego spoiwa, mimo że są bogate w związki żelaza. Wkładki czerwonych mułowców zawierają coraz mniej skupień substancji ilasto-żelazistej. Nie ma żadnych danych co do tego, żeby po zakryciu terenu, obfitującego w terra rossa, tworzyła się gdzieś zwietrzelina o podobnym charakterze. Piaskowce, stanowiące serię przejściową do retyku, są zabarwione na kolor brunatny.

4. ZAGADNIENIA ZWIĄZANE Z DIAGENEZĄ

Jedno z zasadniczych pytań, jakie nasuwa występowanie w zlepieńcu kajpru wierchowego otoczków jakichś zasadowych skał magmatycznych obok granofirów i porfirów, jest następujące: dlaczego nie zachowało się z tych skał nic prócz ich struktury, a składnikami mineralnymi otoczków są prawie wyłącznie tylko kwarc, chalcedon i ślady tlenków żelaza? Dalej — czy otoczki dostały się do zlepieńca w postaci zsylikowanej czy też sylikacja zaszła na miejscu? Odpowiedź na to drugie pytanie jest łatwiejsza. Obserwacja mikroskopowa okruchów w skale przemawia za tym, że sylikacja zaszła na miejscu, w czasie diagenety zlepieńca. Wszystkie składniki zlepieńca są pocięte żyłkami, przebiegającymi w wielu kierunkach, powiązanymi ze spoiwem zlepieńca i wypełnionymi głównie kwarcem. Również i wszystkie inne utwory kajpru, zarówno piaskowce jak i łupki, są silnie spękane a spękania wypełnione są głównie krzemionką i chlorytem w seriach wyższych, kalcytem zaś — w części spągowej. Spękania utworów kajprowych na terenie serii wierchowej nie dziwią nikogo, kto mógł stwierdzić niezwykle zaburzenie tektoniczne tych osadów. Niejasne natomiast jest pochodzenie krzemionki, tak intensywnie sylikującej serię dużej miąższości, w szczególności zaś trudno jest odpowiedzieć na pytanie, co się stało z magnezem, glinem, wapniem, alkaliami i częścią żelaza, wchodzącymi pierwotnie w skład tych rzadkich a zagadkowych skał, będących w postaci otoczków składnikiem zlepieńca. Przy opisie obrazów mikroskopowych różnych skał kajprowych podkreślano niejednokrotnie obfitość różnych żyłek, przecinających róż-

ne typy skał a wypełnionych nie tylko kwarcem, lecz także chlorytem, muskowitem, kalcytem, syderytem. Czasem zdarzały się w żyłkach skalenie, a także turmalin i baryt. Roztwory osadzające krzemionkę mogły podobnie wypierać i przenosić inne substancje osadzając je następnie w coraz to niższych seriach. W seriach najniższych i przypuszczalnie ostatni osadzał się kalcyt. Nieznane tu jest źródło roztworów bogatych w krzemionkę. Cz. Kuźniar (17) w krzemionce, pochodzącej z rozpuszczenia kwarcu w piaskowcach pisańskich liasu, widzi źródło sylifikacji utworów dolnotriasowych. Zjawisko to nie jest jednak dostatecznie udowodnione ani wyjaśnione. Niewątpliwie duże musiało być nagromadzenie krzemionki w utworach retyku lądowego serii wierchowej. Dowodzi tego występowanie piaskowców kwarcytowych, składających się w dużym stopniu z kwarcu autigenicznego. Źródłem krzemionki mogły tu być jakieś organizmy, np. okrzemki, albo też rozwijająca się obficie flora bagienna sprzyjała, uwalniając krzemionkę, rozkładowi skał krzemianowych. Nadmiar krzemionki, nie wchodzącej w skład nowopowstałych osadów, spływał poprzez szczeliny i spękania skonsolidowanych już osadów kajprowych. Róztwór przenoszący krzemionkę przemieszczał równocześnie poprzednio wymienione pierwiastki, obecne w okruchach skał magmatycznych i wprowadzał je w sieć krystaliczną takich minerałów jak chloryt, serycyt, dolomit, kalcyt.

Można również przypuszczać, że krążące roztwory były hydrotermalnymi i związane były z głębszymi strefami skorupy ziemskiej. Nie nasuwa mi się inne wyjaśnienie genezy luster chlorytowych, które tak konsekwentnie tworzą się w kajprze wierchowym a tak są niezależne od składu skały, na której występują, jak tylko przypisanie im hydrotermalnego pochodzenia.

Innym zagadnieniem, dotyczącym diagenety kajpru, natury już ogólniejszej, jest zagadnienie dolomityzacji łupków i innych wkładek węglanowych tej serii. Wbrew temu, co podaje się w literaturze, dotyczącej Tatr (6), wszelkie osady węglanowe, należące do kajpru, składają się głównie z dolomitu i zawierają jedynie żyłki i gniazda kalcytowe. Ślady procesów dolomityzacji w osadach kajpru są bardzo nikłe. Tu i ówdzie zdarzają się pojedyncze romboedry dolomitu w piaskowcach, niektóre piaskowce mają spoiwo dolomityczne, zdarzają się też żyłki dolomitu, przecinające łupki ilasto-węglanowe. Wszystkie te zjawiska są jednak sporadyczne i nie mówią o jakimś konsekwentnie przebiegającym procesie. Można przypuszczać, że w bogatym w magnez środowisku przybrzeżnym, gdzie częściowemu rozpuszczeniu ulegały dolomity środkowo-triasowe, dolomityzacja zachodziła syngenetycznie lub też dolomit wytrącał się wprost z wody morskiej.

Niektóre procesy diagenetyczne, które można śledzić w kajprze zarówno w terenie jak i w obrazach mikroskopowych, dają się łatwo wyjaśnić. Takim procesem jest normalna sylyfikacja piaskowców, tworzenie się spoiwa krzemionkowego, skupień autigenicznego kwarcu, chalcedonu i opalu. Krzemionka jest tu produktem wietrzenia krzemianów, znoszonych do basenu sedymentacyjnego i rozkładających się w klimacie wilgotnym i ciepłym, a sylyfikacja była natury syngenetycznej. Trudności zachodzą jedynie w wyjaśnianiu sylyfikacji epigenetycznej i innych rodzajów mineralizacji, gdzie wypełnieniu różnymi substancjami mineralnymi ulegają spękania utworzone już po konsolidacji osadu. Nasuwa się jeszcze inne pytanie zasadniczej wagi, a mianowicie: z którą fazą orogenną należy wiązać strzaskanie osadów kajprowych i ich sylyfikację oraz czy można tu wyróżnić kilka faz przemian diagenetycznych? Jeśli słuszne jest założenie, że krzemionka, wypełniająca szczeliny w utworach kajprowych, pochodzi z warstw nadległych, spękania tych utworów musiałyby być związane z wczesno-kimeryjską fazą górotwórczą. Dla udowodnienia słuszności tego założenia należałoby stwierdzić, że osady retyku i dolnego lasu nie wykazują spękań, wypełnionych analogicznymi jak w kajprze substancjami mineralnymi. Tego jednak dotąd nie stwierdzono. Jeśli diagenеза jest natury hydrotermalnej, tym trudniej określić wiek opisanych zjawisk.

Na pytanie, czy stwierdzić można w kajprze tatrzańskim więcej niż jedną fazę spękań i związanych z tym zmian diagenetycznych, nasuwa się odpowiedź twierdząca. Przy opisie mikroskopowym skał podawane były przykłady (łupki z Doliny Strążyskiej) występowania pofałdowanych żyłek, wypełnionych kwarcem lub chlorytem albo też zespołem obu minerałów, przeciętych żyłką niepofałdowaną, wypełnioną kwarcem drugiej generacji, syderytym, kalcytem. Kalcyt ma w wielu utworach kajprowych charakter minerału, który wytrąca się z roztworów ostatni i przecina często żyłki kwarcu. Można zatem stwierdzić kolejność pewnych zjawisk, trudno natomiast w tej chwili umiejscowić je w czasie.

5. UWAGI PORÓWNAWCZE

Prowizoryczne te uwagi podam opierając się jedynie na danych z literatury. Spostrzeżenia, dotyczące charakteru petrograficznego kajpru Gór Świętokrzyskich, skąd pewne próbki zostały mi dostarczone przez mgra Karaszewskiego, są w tej chwili zbyt nikłe, abym je mogła przytoczyć. Spośród danych z literatury najbardziej interesująca jest charakterystyka kajpru skałek wewnętrznych Karpat Zachodnich (1). Podane są tam wyniki obserwacji kajpru na północ od Trencina, w okolicach Drietoma i Zablatie. Kajper, określony tu jako osad lagunowy, występuje w postaci łupków czerwonych, często marglistych, łupków żółtych, sza-

rych i zielonych, z wkładkami kwarcytów białych i żółtawych, a także kwarcytów o barwie ciemniejszej, czerwonej lub zielonej. Spoiwo tych skał bywa margliste, krzemionkowe albo żelaziste. Przeważają skały średnioziarniste, zdarzają się jednak zlepieńce z otoczkami kwarcu. Soczewki gipsu o miąższości kilku centymetrów do kilkunastu metrów występują w obrębie łupków wstęgowanych. Są to nieregularne soczewki, ulegające wyklinowaniu w wielu kierunkach. Gips jest czysty, barwy szarej lub białej, zawiera wkładki dolomitu szarego lub czarnego z żyłkami kalcytu. Pod mikroskopem łupki czerwone ukazują nieprzezroczystą masę brunatną, w której tkwią obfite ziarna kwarcu i rzadkie łuseczki miki. Piaskowce są zbudowane z kwarców skataklazowanych i blaszek muskowitu, spoiwo zawiera często dużo hematytu, który ma niekiedy charakter ziarn klastycznych.

Z opisów tych wynika, że wykształcenie kajpru w Zablatie jest podobne jak na naszym terenie tatrzańskim, zwłaszcza w Czerwonych Żlebkach. O podobieństwie tym wnioskujemy głównie na podstawie makroskopowego opisu skał. Analizy mikroskopowe były przypuszczalnie nieliczne i ograniczyły się tylko do niektórych typów skał.

Nie jest wyłączone, że niektóre serie kajpru tatrzańskiego, np. piaskowce i łupki wstęgowane, tworzyły się w lagunach. Mogły tu nie powstać odpowiednie warunki do wytrącania gipsu, albo też istniejące tu niegdyś osady gipsu zostały wyciśnięte lub rozpuszczone. Z soczewek gipsowych pozostały jedynie dolomity, niejednokrotnie obsunięte i wciśnięte w łupki, tworzące buły o charakterze kongrecji.

Bogaty materiał obserwacyjny, dotyczący wykształcenia kajpru na całym świecie, daje nam praca Sherlocka (28), która rozpatruje głównie zagadnienia stratygraficzne i ogólne warunki sedymentacji nie wdając się w szczegóły petrograficzne. Można się jednak na podstawie niektórych opisów dopatrzeć pewnych analogii między kajprem tatrzańskim a niemieckim i angielskim. Seria dolna kajpru niemieckiego, dolomityczna, zawierająca wkładki węgla, są to częściowo osady cofającego się morza; seria górna podobna jest litologicznie do piaskowca pstrego, lecz jest bardziej ilasta. Przypuszczalnie jest to osad lądowy. Zawiera on wkładki gipsu w marglach pstrych, występują tu również osady rzeczne ze szczątkami roślin. W Anglii występuje tylko piaskowiec pstry i kajper i obie serie uważane są za osady kontynentalne, mimo że warstwy piaskowca kajprowego przewyższają 1000 m miąższości. W spągu kajpru występuje niekiedy zlepieniec, kiedy indziej zielony margiel. Piaskowce warstwiają się na przemian z łupkami czerwonymi, plamisto przechodzącymi w łupki zielone i szare. Ku stropowi kajper przechodzi w brunatne skały margliste i retyk morski.

6. WNIOSKI OGÓLNE

1^o Utwory kajpru tatrzańskiego przedstawiają bardzo urozmaiconą pod względem petrograficznym serię skał, składającą się ze zlepieńców i brekcji dolomityczno-ilastych, dolomitów i łupków dolomitycznych, łupków czerwonych i zielonych ilasto-dolomitycznych oraz ilasto-mułkowatych, z mułowców oraz piaskowców z wtrąceniami zlepieńców. Piaskowce o dużej miąższości, przypuszczalnie lądowego, rzeczno pochodzenia, sklasyfikowano jako szarogłazy, tzn. skały o wielkości ziarn piaskowca, bogate w okruchy skał drobnoziarnistych, oraz często w skalenie z przewagą plagioklazów, o spoiwie zawierającym serycyt, chloryt i krzemionkę autigeniczną. Według zestawionego w literaturze światowej materiału obserwacyjnego sedymentacja szarogłazów zachodzi w czasie wypełniania geosynkliny i w bardzo wczesnych stadiach jej deformacji. Pod względem cech diagenetycznych charakteryzują się one rekrytalizacją materiału ilastego i powstawaniem minerałów autigenicznych — zjawiskami zaobserwowanymi również w utworach kajpru tatrzańskiego.

2^o Materiał, wchodzący w skład osadów kajpru tatrzańskiego, pochodzi: a) z produktów mechanicznego i chemicznego wietrzenia dolomitów czy wapieni dolomitycznych środkowego triasu, b) z trzonu krystalicznego Tatr, który musiał być w tym czasie częściowo odsłonięty, c) z jakichś zupełnie innych skał metamorficznych, o charakterze odmiennym niż dzisiejsze tatrzańskie, pegmatytów, oraz skał magmatycznych głębinowych i wylewnych, o typach zbliżonych niekiedy do zasadowych skał sudeckich. Masywy zbudowane ze skał trzeciego typu ulegały przypuszczalnie wypiętrzeniu w miarę postępu sedymentacji utworów kajprowych, gdy tymczasem odsłonięta w pewnym okresie część trzonu krystalicznego przedstawiała ład płaski, z którego dostawał się do osadów tylko materiał drobnoziarnisty.

3^o Osady dolnego kajpru mają charakter utworów przybrzeżnych wycofującego się i kilkakrotnie powracającego morza. Gruboławicowe piaskowce kwarcytowe, często o laminacji krzyżowej, równoległej a czasem także frakcjonalnej, są przypuszczalnie osadami lądowymi wód płynących o zmiennym spadku i nasileniu prądów, — niektóre z tych osadów natomiast mają cechy bardzo spokojnej sedymentacji. Porównanie osadów kajpru tatrzańskiego z kajprem pasma wewnętrznego Karpat południowo-zachodnich nasuwa przypuszczenie (nie mające jednak w tej chwili jeszcze dobrze ugruntowanych podstaw), że niektóre osady kajpru tatrzańskiego, zwłaszcza serii wierchowej, mogły być osadami lagunowymi. Zmienność struktury petrograficznej osadów kajpru tatrzańskiego należy wiązać nie tyle ze zmianami klimatycznymi, ile z umiarkowanymi ruchami skorupy ziemskiej, zachodzącymi w tym okresie.

4^o Sedymentacja na terenie serii regłowej i wierchowej zachodziła w warunkach podobnych. Mniejszy procent skaleni w utworach kajpru wierchowego w porównaniu z regłowymi można tłumaczyć albo znacznym oddaleniem terenu, dostarczającego materiał detrytyczny w postaci skaleni, albo tym, że sedymentacja zachodziła tu w szerszej i wolniej pogłębiającej się geosynklinie. Mniej odporny na wietrzenie materiał uległ tu rozkładowi, zanim został przysypany innymi osadami. Masywy, dostarczające otoczków, nieznanymi na terenie dzisiejszych Tatr, leżały przypuszczalnie bliżej terenów sedymentacji kajpru wierchowego.

5^o Wszystkie osady kajpru tatrzańskiegó uległy bardzo intensywnej diagenecie, polegającej na rekrystalizacji materiału ilastego oraz tworzeniu się autigenicznego kwarcu i chalcedonu. Po tej diagenecie syngenetycznej, prowadzącej do konsolidacji osadów, skały podległy zmianom kataklastycznym, powodującym tworzenie się licznych spękań. Spękania te zostały następnie wypełnione różnymi minerałami, jak kwarc, chalcedon, chloryt, serycyt, syderyt i inne związki żelaza; w rzadkich przypadkach zauważono tu również albit, turmalin i baryt. Niektóre wypełnienia żyłek mogły być związane z procesami hydrotermalnymi. Zmiany diagenetyczne późniejsze (po konsolidacji osadu) zachodziły przypuszczalnie w kilku fazach, związanych z fazami górotwórczymi, z których najstarszą mogła być faza wczesno-kimeryjska. Nie ma jednak wystarczających danych, aby wszystkie opisane tu zjawiska dokładniej umiejscowić w czasie.

Z Zakładu Petrografii Skał Osadowych
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa, w kwietniu 1952

LITERATURA

1. ANDRUSOV D. Etude géologique de la zone des Klippes internes des Carpathes Occid. Rozpr. Statn. Geol. Ust. Česk. Slov. Rep. Sv. 6, 1931.
2. BATURIN V. P. Albitizacja nekotorych osadočných porod rajona wojenno-gruzinskoj dorogi. Izv. Geol. Kom., t. 47, No. 1, 1928.
3. CAYEUX L. Roches sédimentaires de France. Roches carbonates. Paris 1935.
4. DAPPLES E. C., KRUMBEIN W. C., SLOSS L. L. The organization of sedimentary rocks. Journ. Sediment. Petrol., 20, 1950.
5. GAWEŁ A. O składzie mineralogicznym i petrograficznym czerwonych i zielonych łupków eoceńskich Karpat Wschodnich (Über die chemisch-mineralogische Zusammensetzung roter und grüner eozäner Schiefertone der Ostkarpathen). Spraw. P. A. U. (C.-R. Acad. Sci. et Lettr. de Cracovie), t. XXXIII, 10, 1924.
6. GOETEL W. & SOKOŁOWSKI S. Tektonika serii regłowej okolicy Zakopanego (Sur la tectonique de la zone subtatrique aux environs de Zakopane). Roczn. P. T. Geol. (Ann. Sec. Géol. Pol.), t. VI. Kraków 1930.

7. GOLDICK S. S. Authigenic feldspars in a sandstone of southern Minnesota. *Journ. Sediment Petrol.*, 4, 1934.
8. GRIFFITHS J. C. Sedimentary petrography and the oil industry. *Journ. Sediment. Petrol.*, 17, 1, 1947.
9. GUZIK K. O stratygrafii triasu płaszczowiny reglowej górnej (choczańskiej) (Über die Stratigraphie des Trias in der oberen subtatrischen Decke und im Chocz-Gebirge). *Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. XII, 1936.
10. HÖDL A. Über die Chlorite der Ostalpen. *N. Jb. Miner., Abt. A*, 76, 1942.
11. IWIŃSKI J. E. Dolomity Tatr Polskich (Über die Dolomite der Polnischen Tatra). Łódź 1932.
12. JURK J. & RYBOKOŃ S. M. Ob istočnikach rutila v aluvjalnych otloženjach. *Dokl. Akad. Nauk*, 3, 1950.
13. KAMIĘŃSKI M. Zagadnienia nauk geologicznych w Polsce. Kilka uwag w sprawie rozwoju polskiej petrografii. *Roczn. P. T. Geol.*, t. XX, 3, 1950.
14. KREUTZ ST. Sur un filon de couleur violette dans le Mięguszwiecki (Hautes Tatra). *Bull. Ac. Pol. Sci. et Lettr., Cl. Sci. Math. Nat. Série A*. 1924.
15. KRYNINE P. D. The megascopic study and field classification of sedimentary rocks. *Journ. Geol.*, 56, 1948.
16. KSIAŻKIEWICZ M. Przekątne uwarstwienie niektórych skał fliszowych (Current bedding in Carpathian flysch). *Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, XVII, 1947.
17. KUŹNIAR CZ. Skały osadowe tatrzańskie. *Rozpr. Akad. Um. S. III, A*. Kraków 1913.
18. LIMANOWSKI M. Perm i trias lądowy w Tatrach. *Pam. Tow. Tatr.*, 1903.
19. MICHALIK A. Utwory przed-permskie. *Regionalna Geologia Polski*, t. I: Karpaty (praca zbior.), zesz. 1: Stratygrafia. 1951.
20. PASSENDORFER E. Trias tatrzański. *Ibidem*.
21. PETTIJOHN F. J. A preface to the classification of sedimentary rocks. *Journ. Geol.*, 56, 1948.
22. PUSTOVALOV L. V. K voprosu o položenii v nauke ob osadočnych porodach. *Izv. Ak. Nauk SSSR, Ser. geol.*, No. 4, 1950.
23. RABOWSKI F. O triasie wierchowym w Tatrach (Sur le trias haut-tatrique de la Tatra). *Spraw. P. T. Geol. (C.-R. Soc. Géol. Pol.)*, t. I, 1921.
24. RABOWSKI F. Budowa Tatr. Pasma wierchowe. *Spraw. P. I. G.*, 3, 1925.
25. ROBB G. L. Red bed coloration. *Journ. Sedim. Petrol.*, 19, 1949.
26. ŠARAJ B. H. Mineralogičeskij sostav četvertičnych glin Belorusskoj SSR. *Doklady Akad. Nauk*, 3, 1950.
27. SARKISJAN S. G. Očerednye zadači petrografii i mineralogii osadočnych porod. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. geol.*, No. 3, 1951.
28. SHERLOCK R. L. *The Permian formation*. New York - London 1947.
29. SHROCK R. R. *Sequence in layered rocks*. London 1948.
30. STRACHOV H. M. K voprosu ob obščej teorii osadočnogo processa. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. geol.*, No. 4, 1950.
31. ŠVECOV M. S. *Petrografija osadočnych porod*. Moskwa - Leningrad 1948.
32. ŠVECOV M. S. K voprosu o zakonach obrazovanja osadočnych porod. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. geol.*, No. 2, 1951.
33. TESTER A. C. & ATWATER G. J. The occurrence of authigenic feldspars in sediments. *Journ. Sedim. Petrol.*, 1934.

34. TURNAU-MORAWSKA M. Permotrias lądowy Tatr i jego stosunek do trzonu krystalicznego (Permian and Triassic continental facies of Tatra and their relation to the crystalline mass). Ann. U. M. Č. S., Section B, vol. II, 8, 1947.
35. TWENHOFEL W. H. Principles of sedimentation, New York 1939.
36. UHLIG V. Geologie des Tatragebirges. Denkschr. Akad. Wiss., 64. Wien 1897.

S k o r o w i d z II

miejsc pobrania prób typów litologicznych kajpru tatrzańskiego

| <i>Miejscowość</i> | <i>Znak na mapce fig. 1</i> | <i>Typ skał wg numerów skorowidza I</i> |
|---|-----------------------------|---|
| Boczań | XVIII | 2, 26, 27 |
| Czerwone Żlebki | I | 6-8, 12-15, 22-25, 28, 29 |
| Dolina Białego | XVI | 1 |
| Dolina Chochołowska | III | 12 |
| Dolina Ku Dziurze | XII | 9 |
| Dolina Małej Łąki | VI | 4, 8, 12, 13, 18, 22 |
| Dolina Miętusia, droga do Małej Łąki | V | 18 |
| Dolina Strążyska (k. Leśniczówki) | XI | 2, 3, 12, 18, 19 |
| Dolina Strążyska (k. Skały Jelinka) | X | 17 |
| Droga na Patyki (N od Kalatówek) | XVII | 11, 22, 24, 25 |
| Droga na Przysłop Kominiarski | IV | 9 |
| Droga z Czerwonej Przełęczy do Białego | XIV | 10 |
| Droga z Doliny Strążyskiej pod Sarnią Skałą | XIII | 24 |
| Grzybowiec | VIII | 5, 22 |
| Hala w Białem | XV | 1, 4, 7, 9, 10, 20, 24 |
| Hala Strążyska | IX | 1, 20, 24 |
| Kominy Tylkowe | II | 14, 16, 24, 29 |
| Łysanki | VII | 22 |
| Skupniowy Upłaz | XIX | 2, 23, 24 |

... ..

P L A N S Z E

... ..

Fig. 1

Kajper w Dolinie Białego (z profilu opisanego przez Limanowskiego) — Na prawo dolomit kajprowy z wkładką czerwonego zlepieńca; na lewo łupki czerwone i zielone

Fig. 2

Zlepieńiec dolomityczny czerwony w Dolinie Strążyskiej

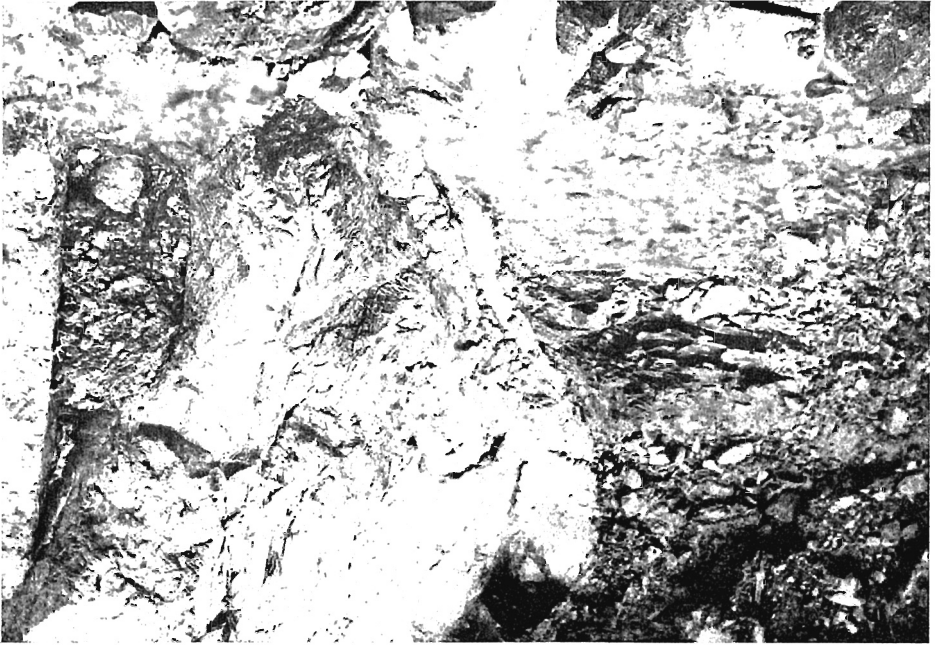


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1

Łupki kajprowe — Dolina Matej Łąki

Fig. 2

Łupki kajprowe — Dolina Matej Łąki

Fot. S. Zwoliński

Fig. 1

Zlepieniec dolomityczny czerwony — Hala w Białem

Szlif mikroskopowy

ca × 10

Fot. Józefa Bułhak

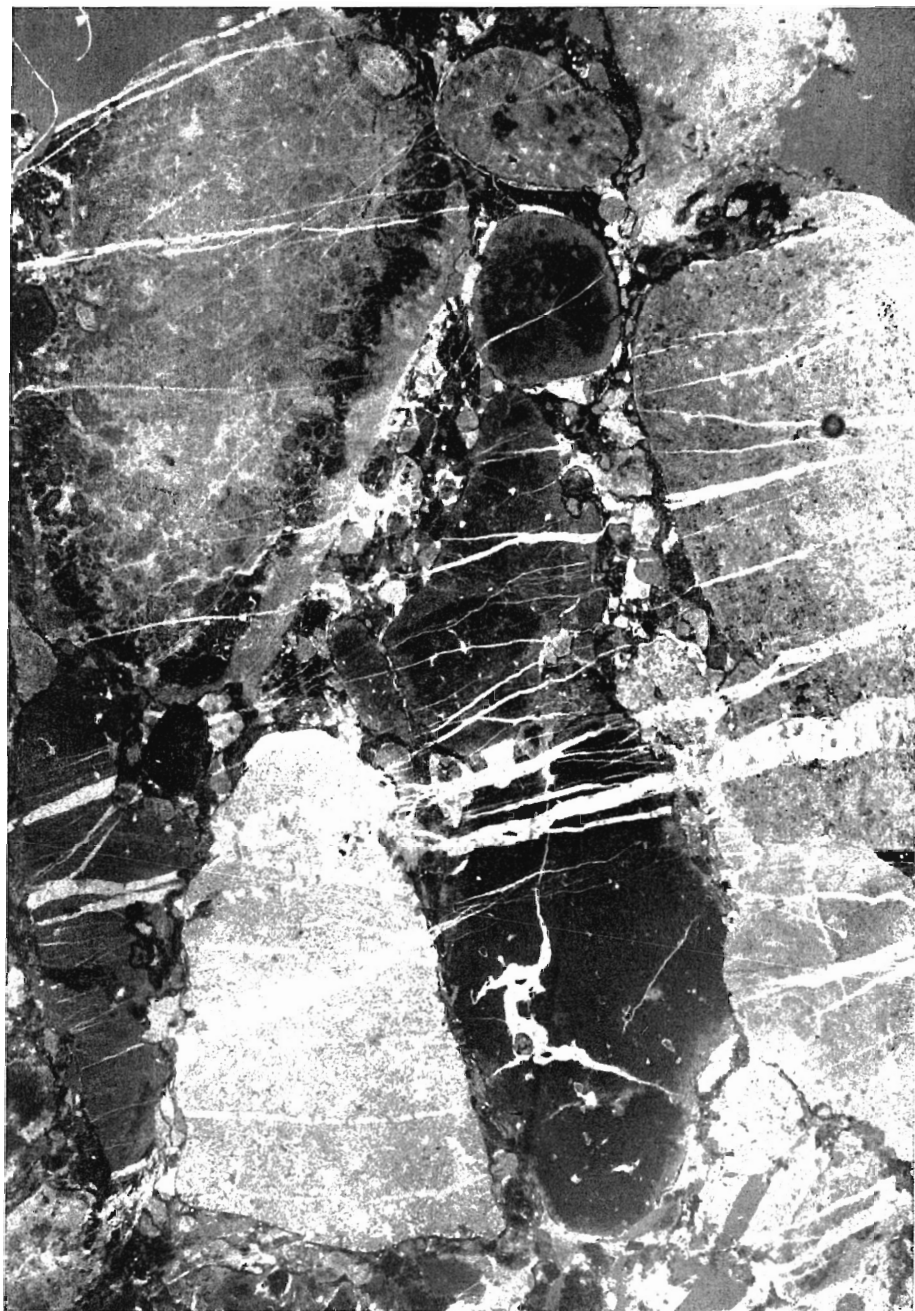


Fig. 1

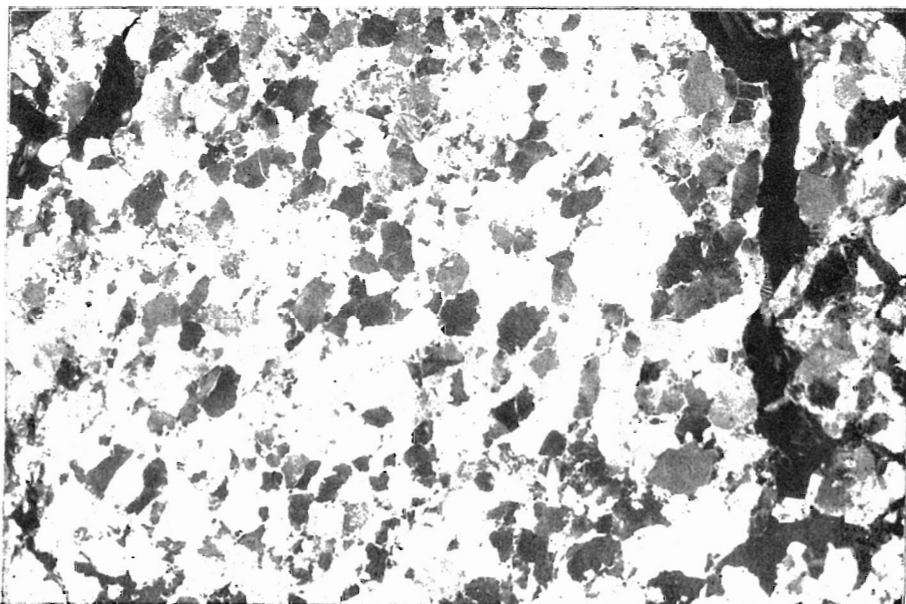


Fig. 1

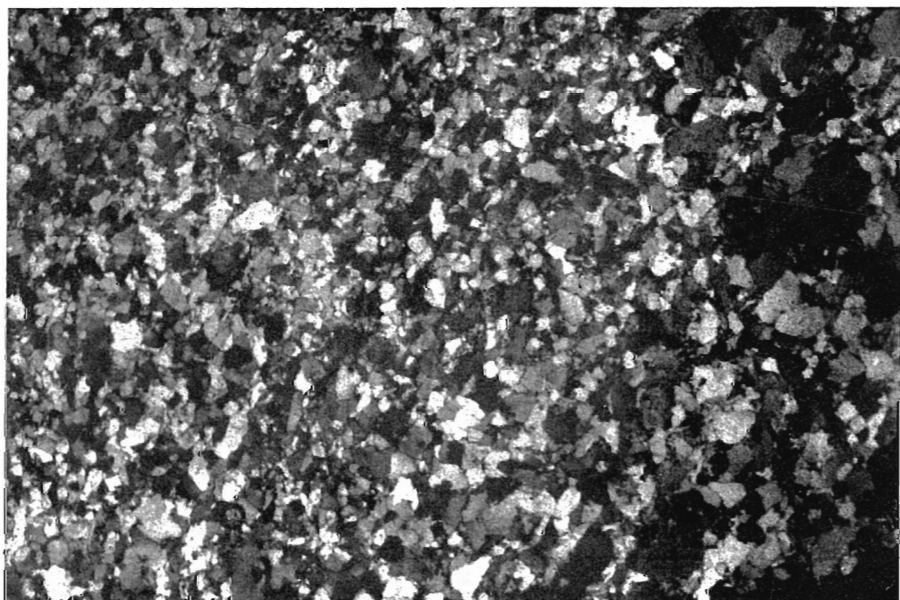


Fig. 2

Fig. 1

Piaskowiec kajprowy — Dolina Białego (profil Limanowskiego)
Szlif mikroskopowy

× 10

Fig. 2

Piaskowiec kajprowy — zejście z Czerwonej Przełęczy
Szlif mikroskopowy

ca × 13

Fig. 1

Łupek szaro-zielony dolomityczno-ilasty — Dolina Strążyska
Szlif mikroskopowy

ca × 13

Fig. 2

Dolomit czerwony — Dolina Małej Łąki
Szlif mikroskopowy

ca × 11

Fot. Józefa Bułhak

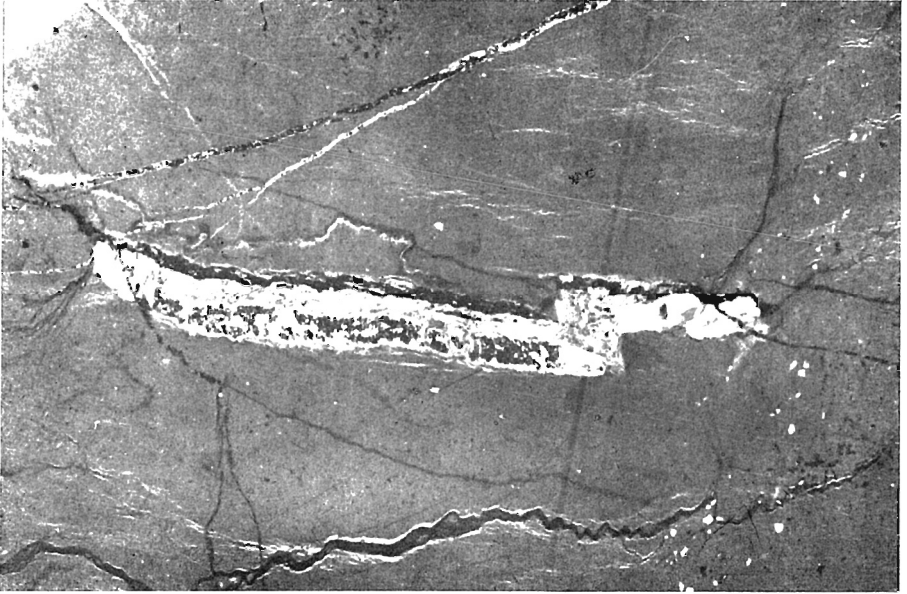


Fig. 1

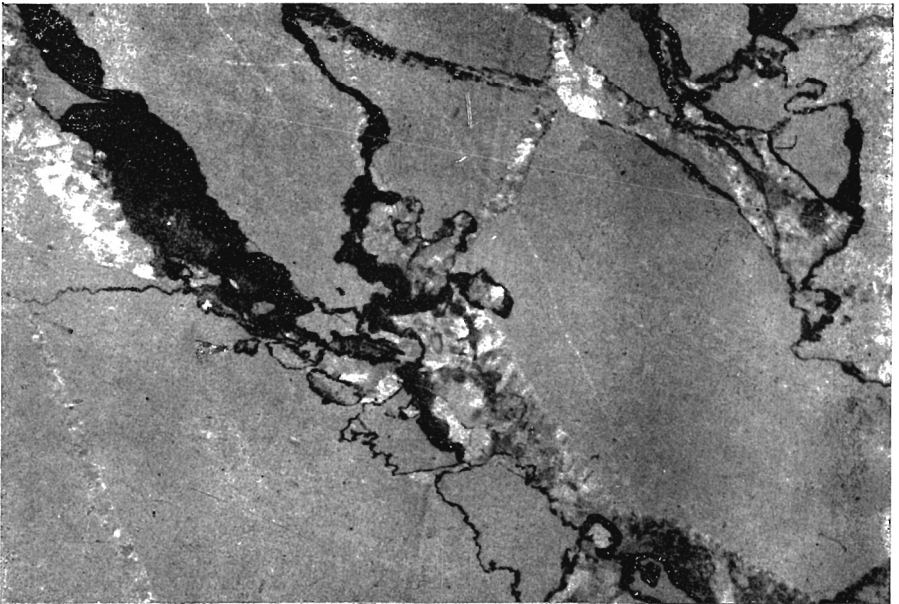


Fig. 2

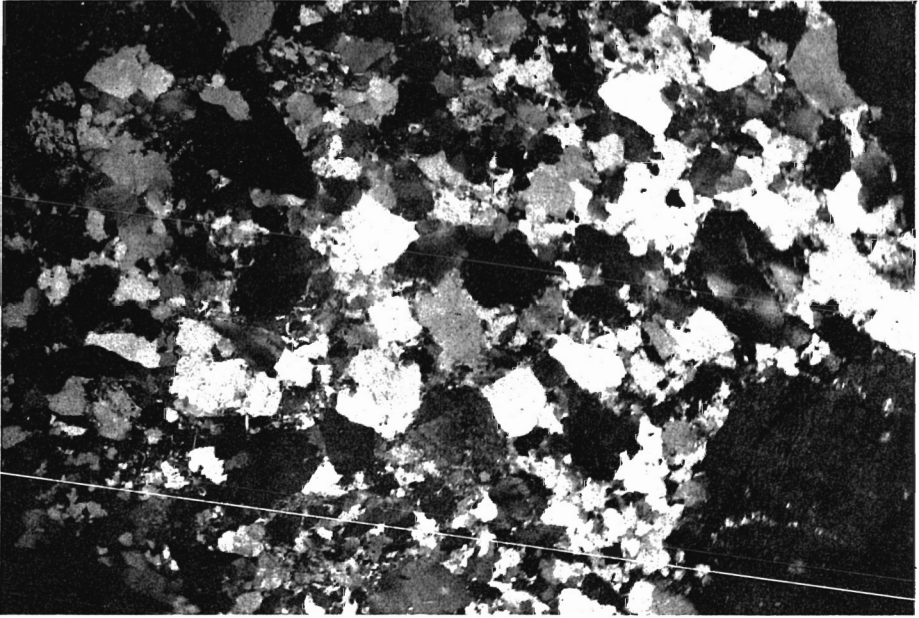


Fig. 1

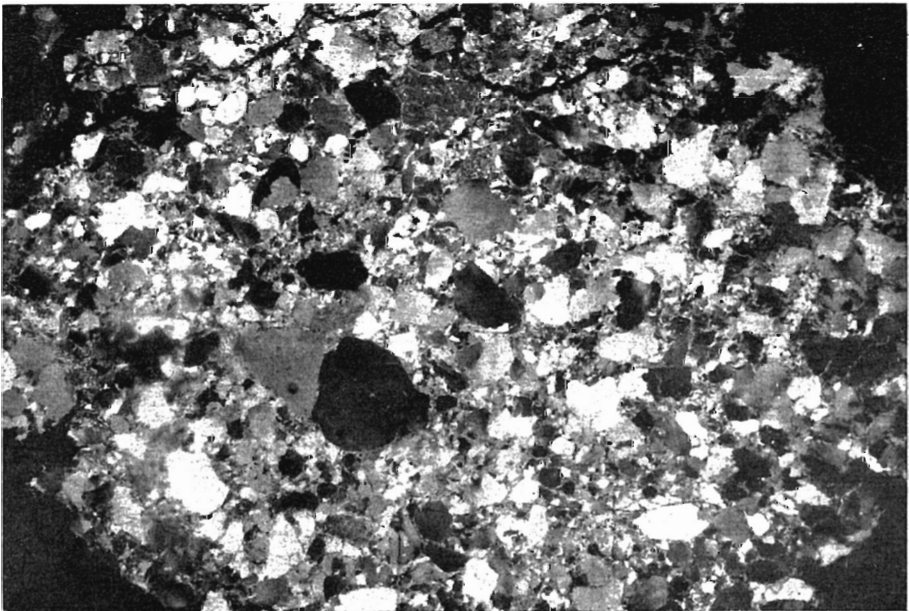


Fig. 2

Fig. 1

Piaskowiec kwarcytowy — Grzybowiec

Szlif mikroskopowy

ca × 12

Fig. 2

Piaskowiec typu szarogłazu z kajpru wierzchowego — Żleb pod Kominami Tylkowymi przy Dolinie Kościeliskiej

Szlif mikroskopowy

ca × 11

Fig. 1

Łupek wapienno-dolomityczny z oolitami — Czerwone Żlebki
Szlif mikroskopowy

ca $\times 10$

Fot. Józefa Bułhak

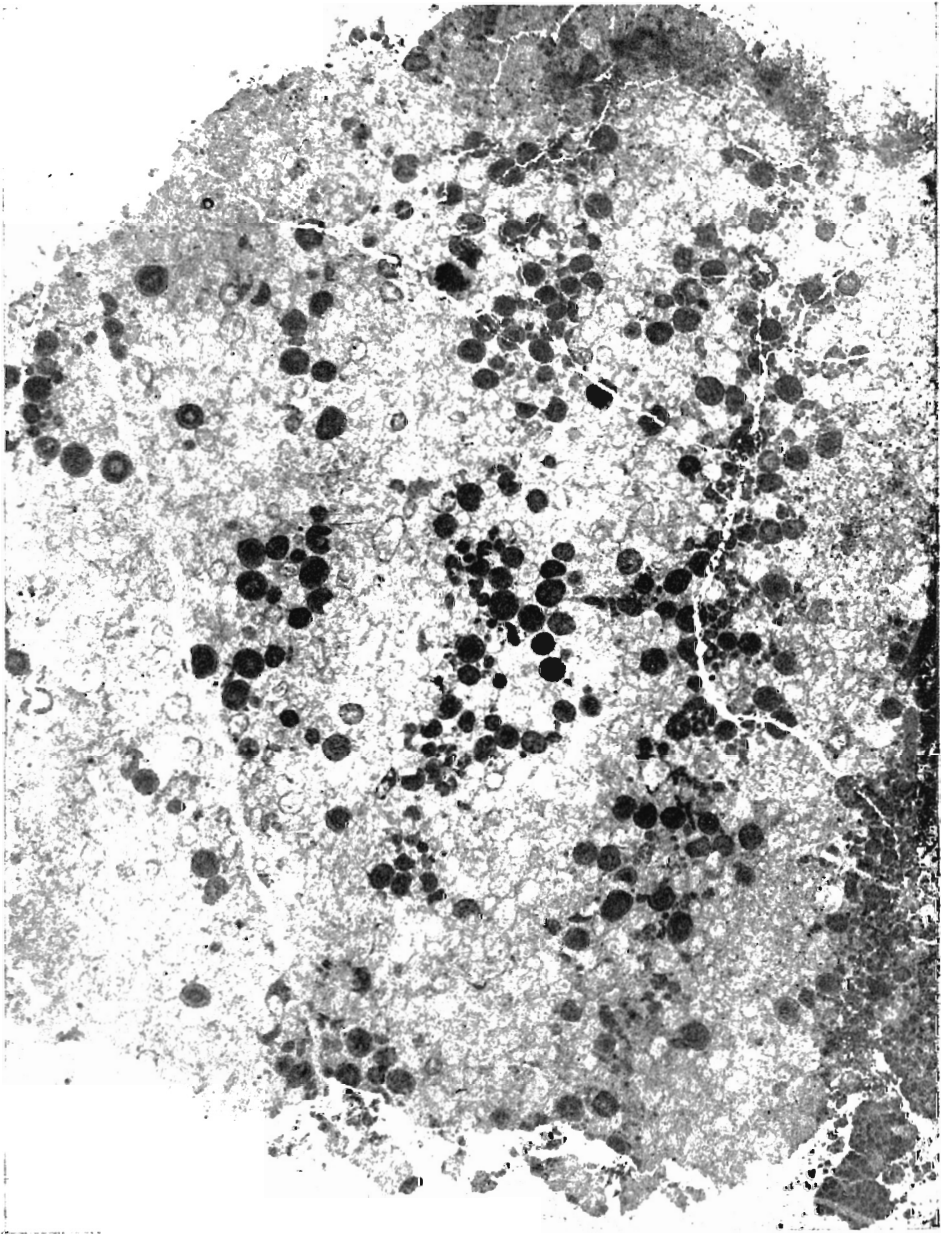


Fig. 1

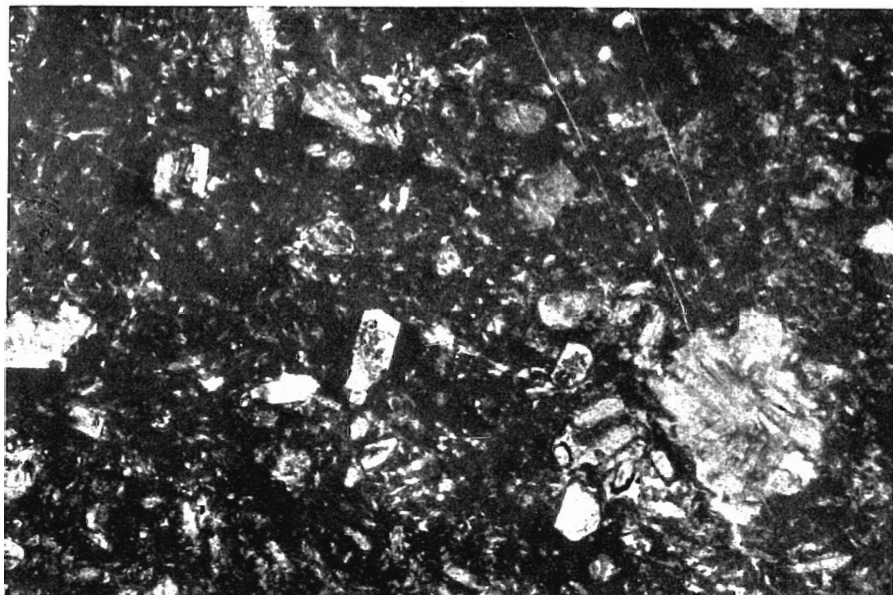


Fig. 1

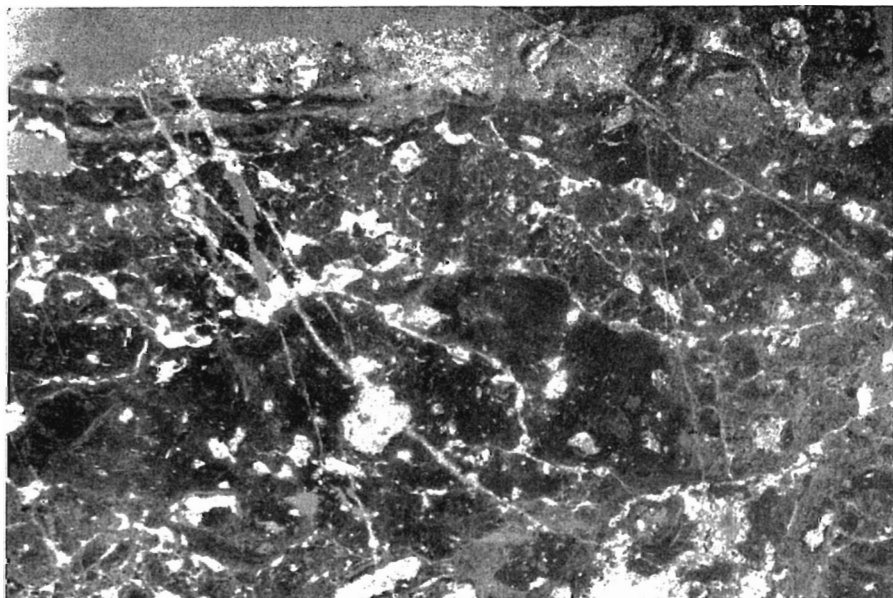


Fig. 2

Fig. 1

Okruh zlepieńca (skała wylewna) — Czerwone Żlebki
Szlif mikroskopowy ca $\times 18$

Fig. 2

Okruh zlepieńca (skała wylewna) — Czerwone Żlebki
Szlif mikroskopowy Nikole skrzyż. ca $\times 11$

Fig. 1.

Okruch zlepieńca (skała zasadowa) — Czerwone Żlebki

Szlif mikroskopowy

Nikole skrzyż. ca $\times 14$

Fig. 2

Okruch zlepieńca (skała zasadowa) — Czerwone Żlebki

Szlif mikroskopowy

ca $\times 14$

Fot. Józefa Bułhak

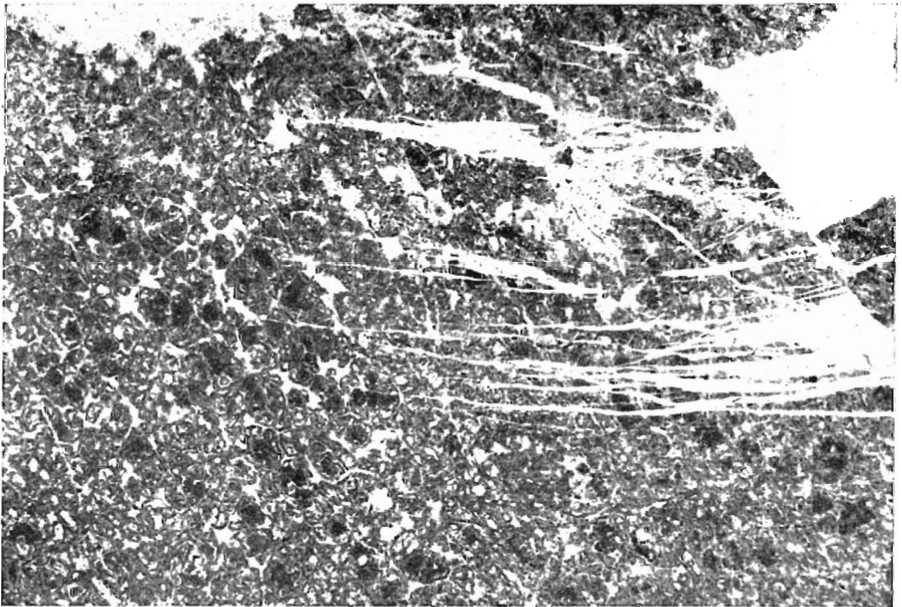


Fig. 1

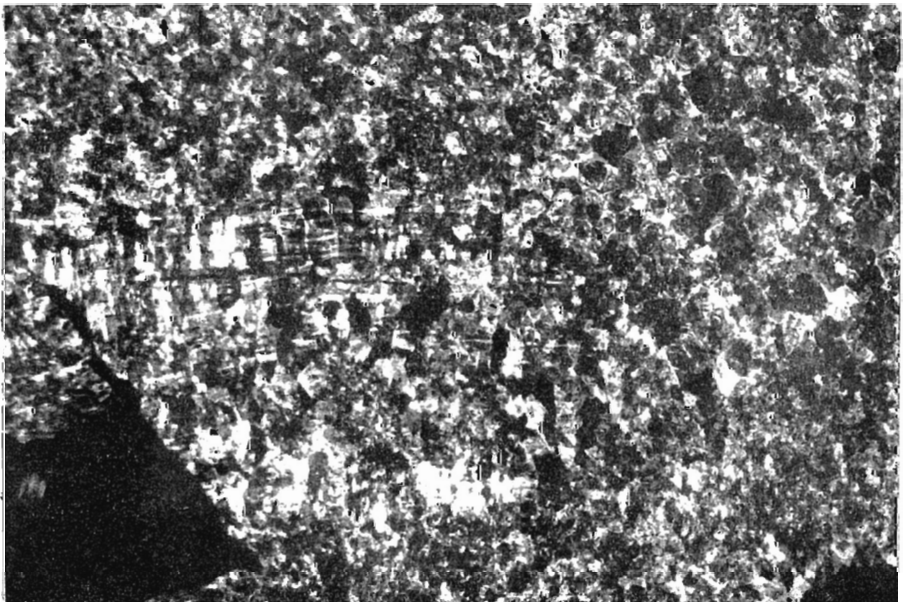


Fig. 2

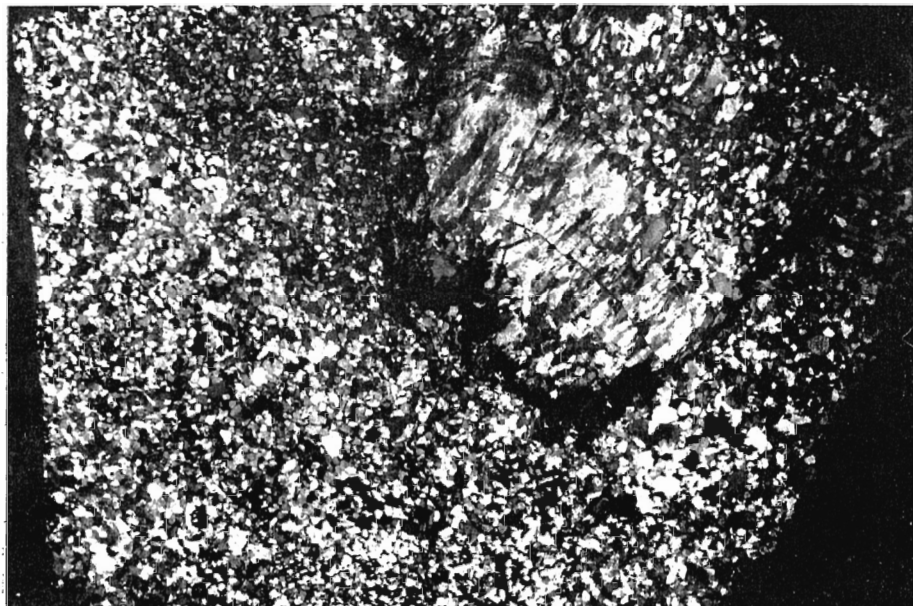


Fig. 1

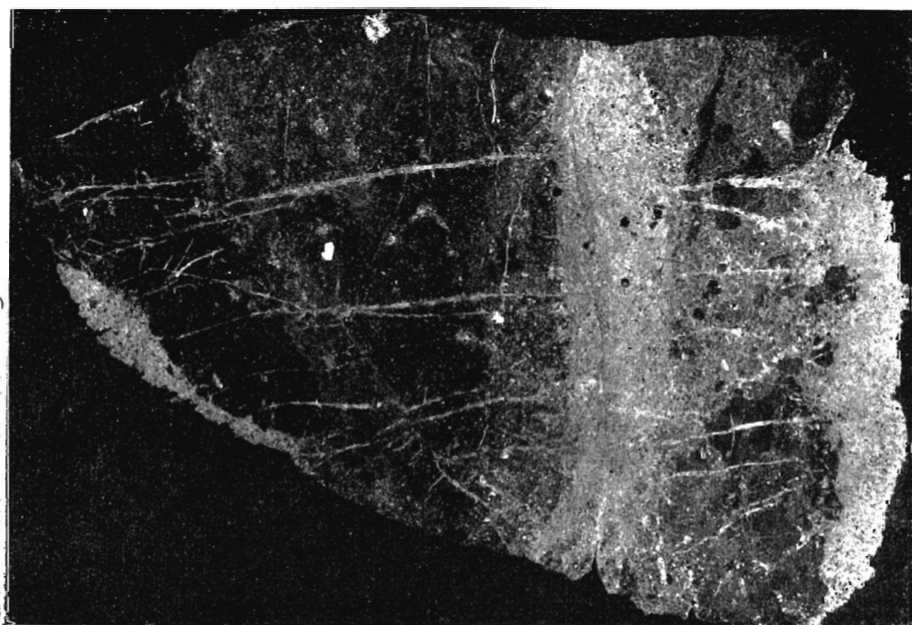


Fig. 2

Fig. 1

Piaskowiec retycki — Czerwone Żlebki

Szlif mikroskopowy

ca × 12

Fig. 2

Zyła kwarcowa w wapieniu triasowym — Dolina Kościeliska. Żleb koło Krzyża

Szlif mikroskopowy

ca × 10