

## UWAGI O MORFOLOGII GLACJALNEJ DOLINY PIĘCIU STAWÓW POLSKICH W TATRACH

ARTYKUŁ ten powstał w związku z pracami Zakładu Nauk Geologicznych PAN nad tematem „Regionalna Geologia Inżynierska Polski”. W ramach tych prac wykonane zostało zdjęcie geologiczne pokrywy czwartorzędowej w skali 1:5000 na obszarze Doliny Pięciu Stawów Polskich. Zdjęcie to zostało również wykorzystane przy zestawianiu młodszej pokrywy do arkusza Miedziane Mapy Geologicznej Tatr Polskich w skali 1:10 000, wydawanej przez Instytut Geologiczny.

W zdjęciu terenowym brała udział Hanna Hakenberg, która skartowała teren na S od stawów: Przedniego, Wielkiego i Czarnego.

W czasie prac kameralnych korzystałem również z przygotowanego do druku arkusza Miedziane Mapy Geologicznej Tatr A. Michallika udostępnionego mi uprzejmie przez doc. K. Guzika.

Wyniki prac polowych zostały sprawdzone i w dużym stopniu uzupełnione za pomocą zdjęć lotniczych i naziemnych.

Doc. K. Guzikowi, pod którego kierunkiem wykonywałem tę pracę, składam serdeczne podziękowanie za liczne rady i dyskusje, których mi nie skąpił. Dziękuję również za dyskusję mgr H. Ruszczynskiej oraz mgr W. Jaroszewskiemu za udostępnienie mi wykonanych przez niego zdjęć naziemnych.

Opracowanie to jest tymczasowym komunikatem ogłoszonym w związku ze zbliżającym się Zjazdem Tatrzańskim PTG. Publikując te materiały kierowałem się chęcią dostarczenia na zjazd materiału dyskusyjnego. Przedstawione tu uogólnienia mają charakter hipotez roboczych, o których słuszności mogą dopiero zdecydować bardziej szczegółowe prace na terenie Pięciu Stawów, jak również objęcie badaniem całego obszaru Tatr.

Zagadnieniami morfologicznymi w Tatrach zajmowali się: J. Partsch (14), R. Lucerna (11), A. Gadomski (1), B. Świdorski (17), E. Romer (15), B. Halicki (3, 4), S. Lenczewicz (10), M. Klimaszewski (7, 8, 13), Z. Kotański (9), J. Rudnicki (16).

Wśród wielu zagadnień omawianych przez tych autorów jednym z podstawowych a do tego spornym jest wielk. rzeźby głównych czołów morfologii. Dadzą się tu wyróżnić dwa stanowiska. Partsch, Gadomski,

Romer, Lenczewicz, Halicki uważają, że przedplecistoceńskie powięzienie stoków i dna dolin podlegały w okresach glacialnych i interglacialnych silnej erozji, przy czym różni autorzy przypisują różną rolę sile erozyjnej lodu i wody. Zdaniem natomiast Klimaszewskiego (7, 8), silnej lodowcowej erozji bocznej podlegają tylko zbocza dolin wciosowych (V-kształtnych). Występująca więc ponad progiem rzeźba jest wynikiem niewielkiej modyfikacji rysów morfologii sprzed zlodowacenia.

### EROZYJNE FORMY MORFOLOGICZNE

Opisane tu zostaną poziomy zrównania oraz związane z nimi krawędzie. Terminu „poziom” nie należy oczywiście w tym przypadku rozumieć dosłownie. W odniesieniu do pewnych form będą to rodzaje tarasów o niewielkich pochyleńcach zarówno w kierunku prostopadłym, jak i równoległym do osi doliny. W innych przypadkach są to tylko załamania kształtu stoku tworzące wąskie listwy ograniczone ścianami skalnymi, jak to jest zwykle przy zrównaniach położonych wyżej.

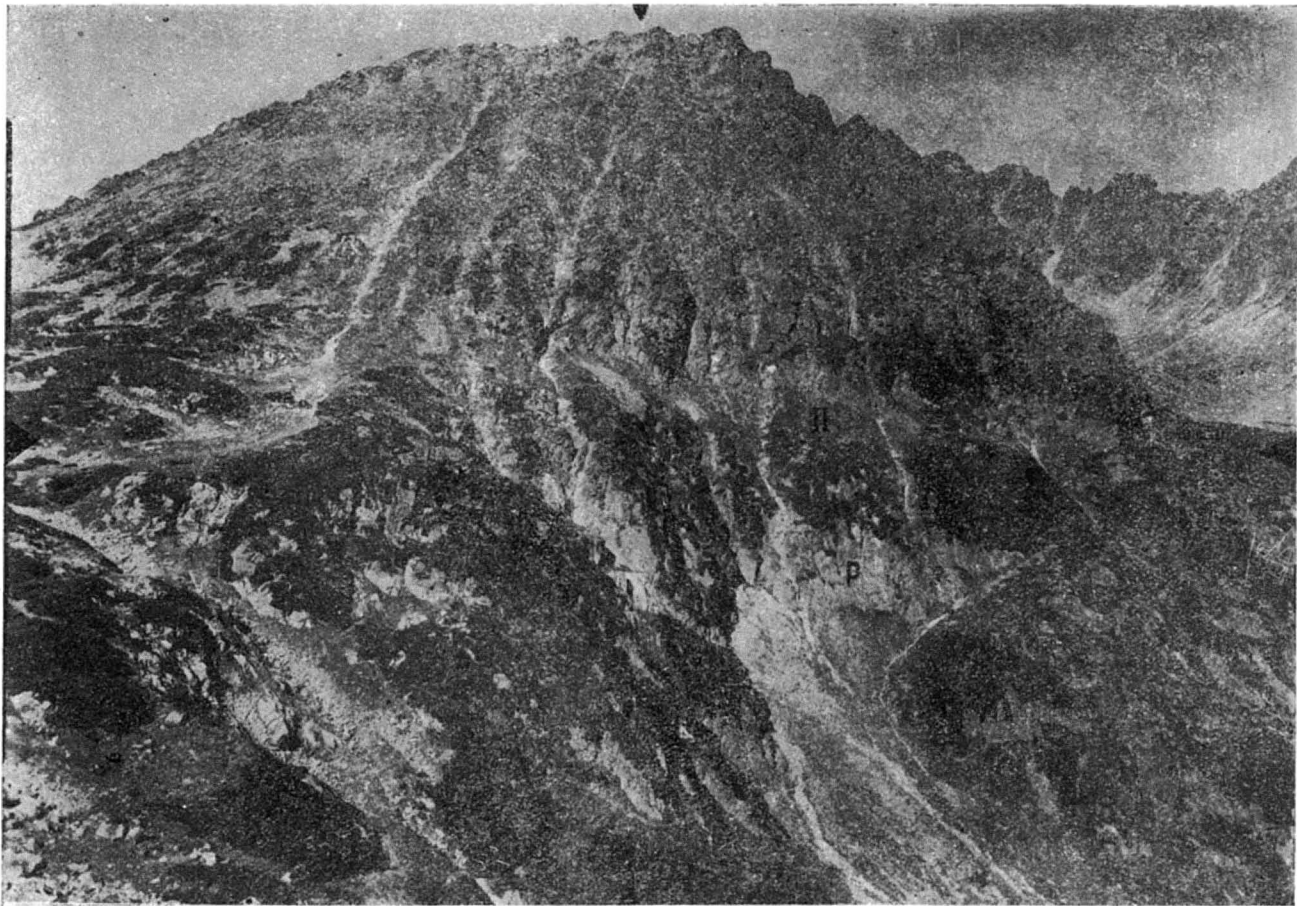
Zrównania niżej opisane znane były częściowo lub w całości poprzednim badaczom (1, 7, 10, 14).

Formy erozyjne znajdujące się poniżej cyrków oznaczać będą cyframi rzymskimi, zaś formy erozyjne, które traktuję jako etapy rozwoju cyrku, literą C i cyfrą rzymską.

Nad najwyższym wyraźnym poziomem, który w toku dalszych rozważań nazywać będę poziomem I, zaznaczają się dwa poziomy wykształcone bardzo niewyraźnie, a więc wątpliwe. Dają się one z trudem obserwować na zboczach Koziego Wierchu na wysokości około 1860 m i 1980 m\*.

Poziom I (wysokość od 1760 do 1875 m) występuje z przerwami po północnej stronie doliny od Buczynowej do Pustej Dolinki. Są to miejsca: na SW od dolnej części Buczynowej Dolinki o ok. 40 m nad ścieżką z Doliny Pięciu Stawów na Krzyżne

\* Podawane w całym artykule wysokości są przybliżone, nie były one bowiem mierzone bezpośrednio w terenie, lecz zostały uzyskane z Fotogrametrycznej Mapy Tatrzańskiego Parku Narodowego w skali 1:20 000.



Ryc. 1. Kozi Wierch od południa. Widoczny poziom I, II; północna i zachodnia część progu Siklawy — P oraz po prawej stronie zdjęcia Buczynowa Dolinka Fot. W. Jaroszewski

(wysokość poziom 1760 m, ryc. 1), na E od ścieżki z Pięciu Stawów na Kozi Wierch (wysokość 1810 m) oraz na E od ścieżki z Pięciu Stawów do Pustej Dolinki (wysokość 1830 m). Zrównania te ograniczone są od dołu skalistymi krawędziami. Po południowej stronie doliny poziom I ciągnie się od Niedźwiedzia (Wyżnia Kopka) aż do Szpiglasowych Perci na wysokości od 1800 do 1810 m. Na tym odcinku dolna krawędź poziomu jest częściowo skalista. Po przerwie poziom ten zaczyna się w okolicach ścieżki na Przełęcz Szpiglasową (wysokość 1820 m) i ciągnie się aż do Czarnej Ławki (wysokość 1975 m). Na tym odcinku dolna krawędź zrównania jest skalista.

Poziom II (wysokość od 1720 do 1810 m) po północnej stronie doliny obserwowany jest z małymi przerwami od Buczynowej do Pustej Dolinki. Na odcinku najbliższym Buczynowej Dolinki jest to poziom jednolity (ryc. 1), natomiast dalej rozbija się na szereg mniejszych form. Na jednym przekroju prostopadłym do osi doliny może się znaleźć do 3 „podpoziomów”. Są to niewielkie listwy o krawędziach często skalistych. Rozbicie poziomu przechodzi na SW, z tym że na SE od Pustej Dolinki listwy przybierają bardziej „tarasowy” charakter, to znaczy poszerzają się, a w krawędziach nie widać skał głębszego podłoża. Poziom III po południowej stronie doliny wyrażony jest w postaci pojedynczej regularnej wąskiej listwy, przebiegającej z przerwami nad Stawem Przednim, Wielkim i Czarnym. Dolna krawędź poziomu jest skalista.

Poziom III (wysokość od 1685 do 1756 m) podobnie jak poziom II jest niejednolity. Po północnej stronie doliny występuje jako stosunkowo szerokie zrównanie, wchodzące w próg Siklawy i ciągnące się od tego progu na SW aż do zachodniej części Czarnego Stawu. Nad Wielkim i Czarnym Stawem dolna krawędź tego poziomu jest nieskalista.

Zrównanie to tworzy również powierzchnię szczytową Wyżniej i Niżniej Kopy. Po stronie południowej doliny poziom III zaznacza się jako niezbyt wyraźne spłaszczenie pokryte morenami o wysokości względnej 25 do 30 m nad Przednim Stawem oraz jako wąska, krótka listwa ze skalistą dolną krawędzią nad południowo-zachodnią częścią Wielkiego Stawu.

Powierzchnią IV są dna stawów znajdujące się na wysokościach: Przedni 1830, Wielki 1585 oraz Czarny 1670 m.

#### POZIOMY EROZYJNE BOCZNYCH DOLINEK

Poziomy erozyjne w bocznych dolinkach opisują osobno, ponieważ ze względu na nakładanie się działalności bocznych lodowców na lodowiec główny i wynikiem stąd częste oddzielenie dolinek bocznych od doliny głównej progiem, poziomy w nich występujące można paralizować z poziomami już opisanymi tylko pośrednio.

**Dolinka Szpiglasowa.** Prócz wymienionych już poprzednio zrównań, przebiegających w dolnej części dolinki a należących do poziomów I, II i III, można tu zaobserwować wyższe od nich strefy spłaszczeń i podcięć oraz związanych z nimi skalnych krawędzi. Są to podcięcia C I na wysokości 1900 m, C II na wysokości 1950 m, C III na wysokości 2000 m oraz C IV, które jest już ścianą skalną sięgającą do grzbietu ograniczającego od S Dolinę Pięciu Stawów. Dolna granica tej ściany znajduje się na wysokości od 2040 do 2060 m.

**Pusta Dolinka.** Jest to obszar o wyjątkowo dobrze wykształconych zboczowych formach erozyjnych. Poziomy tu występujące mają charakter bardzo wąskich listew pokrytych zwietrzeliną, ograniczonych od góry i dołu prawie pionowymi skalnymi krawędziami (ryc. 2). Zrównania występują w środkowej i południowej części dolinki.

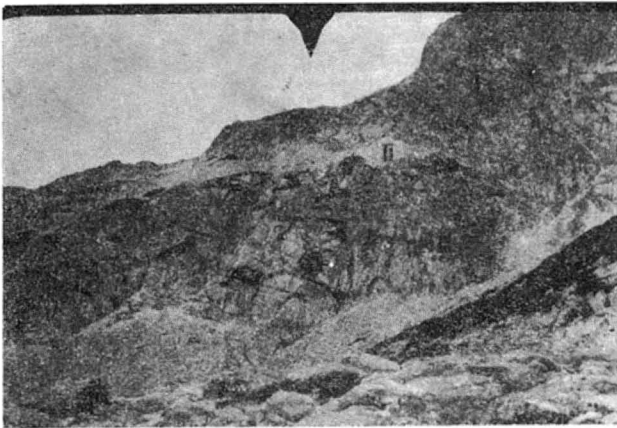
Poziom I (wysokość 1980 m) leży na zachodnim zboczu dolinki.

Poziom II (wysokość od 1930 do 1970 m) ciągnie się na przestrzeni około 400 m na zachodnim zboczu dolinki oraz na przestrzeni ok. 150 m po jej wschodniej stronie.

Poziom III (wysokość 1870 m) zarysowuje się na małym odcinku wzdłuż zachodnich zboczy. Jako poziom mniej pewny występuje w okolicy ścieżki z Pięciu Stawów na Zawrat i na S od niej na wysokości 1870 m.

IV powierzchnią zrównania jest dno dolinki. Poziom dolny ma średnią wysokość 1850 m i ograniczony jest od góry bardzo niewyraźną, stosunkowo mało stromą i nieskalistą krawędzią C II, której górna część przebiega mniej więcej na wysokości 1945 m. Poziom górny ma wysokość 1950 m, zamyka go ściana skalna C III—IV, której dolna granica przebiega na wysokości 2055 m.

Na grzbiecie dzielącym Dolinkę pod Kołem od Pustej, występują trzy spłaszczenia, które łączą się z trzema górnymi poziomami z Pustej Dolinki.



Ryc. 2. Fragment zachodnich zboczy Pustej Dolinki. Widoczne poziomy I, II i III. Widać również brak zależności między strefami spękań a przebiegiem podcięć Fot. W. Jaroszewski

**Dolinka pod Kołem.** Można tu wyróżnić następujące strefy podcięć i spłaszczeń. Podcięcie C I, którego górna krawędź znajduje się na wysokości 1900 m, ogranicza od góry powierzchnię dna Zadniego Stawu (wysokość 1860 m). Podcięcie C II o skalistej krawędzi, jej górna część leży na wysokości 1950 m. Podcięcie to zamyka od góry spłaszczenie znajdujące się na wysokości 1915 m. Podcięcie C III leży na wysokości od 2000 do 2080 m, jest to wąska skalna półka, która w dół poprzez piargi przechodzi w spłaszczenie o wysokości od 1950 do 1965 m. Najwyższe na koniec podcięcia C IV powstały w ścianie skalnej grani dzielącej Dolinę Pięciu Stawów od Doliny Stawów Gąsienicowych. Wysokość dolnej granicy tej ściany waha się od 2050 do 2190 m.

Ponieważ akumulacyjne formy lodowcowe (w omawianej dolinie głównie recesyjne ostatniego stadiau ostatniego zlodowacenia) nie będą miały decydującego wpływu na dalszy tok rozumowania, zostaną opisane przy okazji interpretacji występujących tu form morfologicznych.

#### MORFOGENEZA DOLINY PIĘCIU STAWÓW

Jak już w przeglądzie literatury wspomniałem, ostatnio wypowiedział się u nas na ten temat M. Klimaszewski (7, 8). Zdaniem tego autora barki żłobów nie powstały w plejstocenie, lecz są one (jak pośrednio dla Doliny Pięciu Stawów z prac M. Klimaszewskiego możemy wnioskować) śladami starych trzeciorzędowych zrównań dolinnych, które podlegały tylko szlifującemu działaniu lodowców. Przyjęcie takich założeń prowadzi nas w konsekwencji do następujących wniosków.

Barki żłobu układają się w Dolinie Pięciu Stawów w trzy systemy. Występują one zarówno w dolinie głównej, jak i w Pustej Dolince (patrz opis analityczny i mapa). Ich spadki wzdłuż osi podłużnych są zgodne z ogólnym wschodnim kierunkiem obniżania się doliny. Przyjawszy za cytowanym autorem małą siłę erozyjną lodowca w tych miejscach, otrzymamy powierzchnie starych zrównań pochylone, ogólnie rzecz biorąc, w tym samym kierunku. Tak więc otrzymujemy dolinę pochyloną z W na E z dopływem z Pustej Dolinki.

Zachodzi teraz pytanie, czy w ten sposób zrekonstruowana dolina sięgała poza Dolinę Pięciu Stawów? Analiza fotogramów w okolicach przełęczy Zawory i południowych zboczy Czarnej Ławki, dane zawarte w pracy S. Mastalerzówny i M. Klimaszewskiego (13), dotyczące Doliny Cichej, oraz wnioski, jakie wyciągnąłem z udostępnionej mi uprzejmie przez doc. K. Guzika mapy Koziej Dolinki, zaprzeczają w sposób zupełnie jednoznaczny takiej możliwości. Barki żłobów występujące w wymienionych dolinach mają spadek zgodny z ogólnym nachyleniem tych dolin. Linie proste poprowadzone zgodnie z wartościami tych spadków w kierunku Doliny Pięciu Stawów albo trafiają w zbocza dzielące wspomniane doliny od Doliny Pięciu Stawów, albo jeśli przekraczają w powietrzu grzbiety graniczne, to znajdują się w stosunku do barków pięciostawiańskich o wiele wyżej.

Zostać w takim razie należy przy koncepcji wytworzenia poziomów w Dolinie Pięciu Stawów przez rzekę, której zlewnia była zbliżona do zlewni dzisiejszej doliny. Rozwiązanie to jednak wydaje się mało prawdopodobne wobec dziwnego kształtu Pustej Dolinki.

Jak już wspomniałem, w Pustej Dolince występuje dobrze rozwinięty system barków. Szerokość dolinki, liczona od jednego poziomu (poziom II) po zachodniej stronie dolinki do poziomu o tej samej wysokości po stronie wschodniej, wynosi ok. 280 m. Natomiast odległość od tego miejsca do linii grzbiętu równa się ok. 500 m. Dostajemy w ten sposób potiók czy rzekę o długości 500 m i bardzo małej zlewni, która w granicie wyrzeźbiła dolinę szerokości 280 m.

Trudno również wyobrazić sobie powstanie tych form jako kolejno nakładających się lejów źródłowych, predysponowanych przed czwartorzędem. Nakładanie się takie tylko w powodu denudacji jest w jednorodnym (o czym mowa niżej) geologicznie terenie trudne do przyjęcia.

Następne pytanie dotyczy istnienia lub braku zależności między interesującymi nas formami a tektoniką i składem petrograficznym występujących tu skał. Jest rzeczą znaną i nie ulegającą wątpliwości, że spękania i uskoki mają w trzonie granitowym decydujący wpływ na każdego rzędu formy morfologiczne. Tak więc na pewno niektóre formy zaświadczają swe powstanie predyspozycji tektonicznej; inne jednak, sądząc z oryginału matrycowego mapy geologicznej Doliny Pięciu Stawów A. Michalika oraz po stwierdzeniu sytuacji w terenie (ryc. 2), tego rodzaju predyspozycji nie wykazują. Jeśli natomiast chodzi o możliwości wpływu zmian w składzie petrograficznym skał na morfologię, to w tej części trzonu krystalicznego można istniejących tu różnic nie brać pod uwagę, opierając się na wspomnianej już mapie A. Michalika oraz na opinii doc. K. Guzika, który kartował sąsiedni arkusz (Kościelec).

Zastanawiając się dalej nad morfogenezą tego obszaru i chcąc w miarę możności wiernie zrekonstruować procesy geologiczne, jakie działy w plejstocenie w Dolinie Pięciu Stawów, dobrze byłoby porównać pewne okresy rozwoju tej doliny z istniejącym stanem dzisiejszym. Wydaje się, że analogią dzisiejszych warunków erozji i akumulacji z klimatycznego punktu widzenia były odpowiednie okresy interglacjalów czy nawet interstadialów. Podobnie jak dziś — w interglacjalach musiał się gromadzić materiał akumulacji stożków napływowych i nasypowych. Podczas zlodowacenia ta mało zwężona pokrywa była w czasie ruchu lodowca pochłaniana i aku-

mulowana bądź w formie moren, bądź osadów fluwioglacjalnych. Dlatego dziś występujące stożki należy traktować jako powstałe w preglacjale i holocenie. Świadczy o tym między innymi obserwowane w wielu miejscach zasypywanie recesyjnych wałów morenowych przez stożki i piargi.

Przy analizie powierzchni pokrytych przez te holocenijskie osady rzuca się w oczy stosunkowo duża rozległość. Świadczy to o bardzo silnym niszczeniu zarówno form erozyjnych wytworzonych przez lodowce, jak i wyższych partii zboczy, które w czasie zlodowacenia nie podlegały egzaracji lodowcowej. Ponieważ nie mamy podstaw, by przypuszczać, że intensywność erozji była mniejsza w poprzednich interglacjalach niż obecnie, zaś każdy z tych interglacjalów trwał prawdopodobnie dłużej niż 10 000 lat (to jest tyle, ile wynosi czas od ostatniego zlodowacenia do dziś), otrzymujemy dla każdego interglacjalu potężną erozję, która intensywnie niszczyła istniejące powierzchnie. Taki punkt widzenia ma rolę erozji w plejstocenie stwarza możliwość poszukiwania także innego tłumaczenia genezy baraków żłobu, odnoszonych chociażby w ogólnych zarysach do preglacjalu.

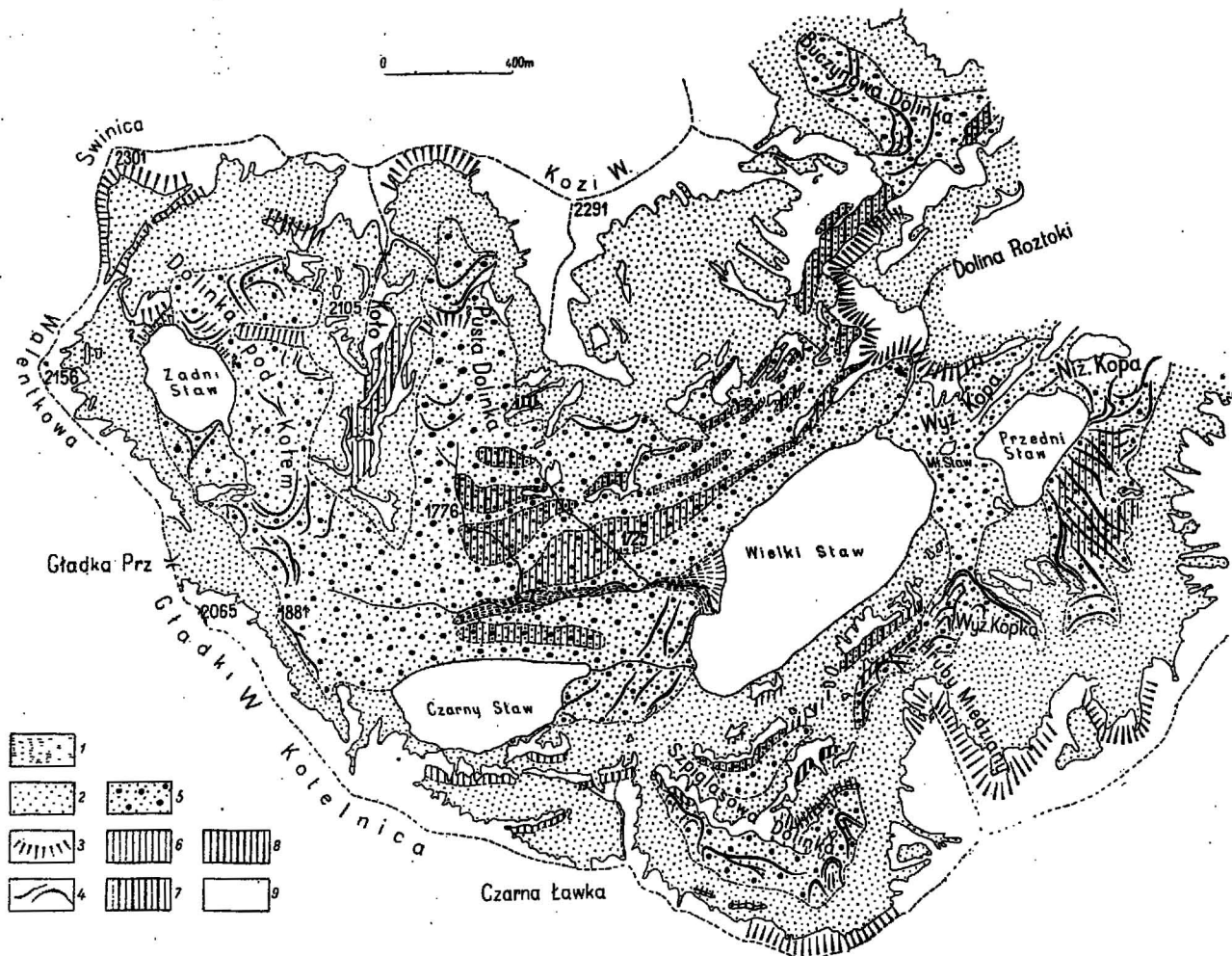
Uwzględniając obserwacje Gadomskiego, Lenczewicza, Klimaszewskiego oraz własne, mógłbym następująco interpretować zjawiska występujące w Dolinie Pięciu Stawów. Duże formy morfologiczne, takie jak kary lodowcowe czy próg Siklawy, były predysponowane starszymi trzeciorzędowymi formami. Podobnie zresztą sprawy te ujmował Łozński (12). Natomiast baraki żłobów byłyby wynikiem działalności lodowca i wody płynącej. Jeśli chodzi o me-

chanizm powstawania tych form, to spośród wielu koncepcji lansowanych przez licznych autorów następująca wydaje mi się najsluszniejsza. Autorem jej jest S. W. Kallesnik (5). Na dolinę rzeczna zaczyna działać erozja lodowca poszerzając i pogłębiając ją. Powstaje w ten sposób typowy U-kształtny trog lodowcowy. W okresach interglacjalów czy nawet interstadiałów erozja wodna zaczyna ostro węższym wąwozem łagodnie, szerokie dno doliny trogowej. W następnej fazie transgresji lodowca ostro wcięty wąwóz jest poszerzany i pogłębiany. Ponieważ ze względu na miąższość lodowca erozja działa najsilniej w jego środkowej partii, istnieją duże szanse zachowania się przy zboczach doliny szczątków staro dna. W ten sposób powstaje dolina lodowcowa mająca w przekroju poprzecznym charakterystyczne załamania — baraki.

Takie rozumienie tych zjawisk jest oczywiście powrotem w pewnym zakresie do starych koncepcji, jednak na podstawie szczegółowo zebranego materiału analitycznego.

#### INTERPRETACJA FORM MORFOLOGICZNYCH DOLINY PIĘCIU STAWÓW

Według M. Klimaszewskiego (7, 8) próg Siklawy jest granicą między odmłodzonym przez wstępną erozję przedczwartorzędową odcinkiem Doliny Roztoki a odcinkiem nieodmłodzonym pięciostawiańskim. Jednak konsekwencją uznania baraków żłobu (poziomów zrównań) za plejstocenijskie jest konieczność przyjęcia innego niż dziś położenia progu Siklawy na początku zlodowacenia. Wynika to z prze-



Ryc. 3. Uproszczona mapa morfologiczna Doliny Pięciu Stawów.

Holocen: 1 — aluwia, 2 — stożki i piargi; plejstocen: 3 — podcięcia progu Siklawy i cyrków, 4 — wały moren recesyjnych, 5 — osady lodowcowe, 6 — poziom III, 7 — poziom II, 8 — poziom I (poz. I, II i III — strefy zrównań — baraki żłobu); 9 — wychodnie głębszego podłoża. Uwaga: w zachod. zboczu Pustej Dolinki poziom I został wskutek pomyłki przedstawiony jako poziom II.

biegu poziomym III (ryc. 1), który między progiem a Buczynową Dolinką ma przebieg zupełnie niezależny od progu, co przy założeniu, że poziom ten jest młodszy od progu, wskazuje na brak w tym miejscu progu w czasie wytwarzania się poziomu. Na początku plejstocenu próg Siklawy znajdował się prawdopodobnie dalej na wschodzie w dole Doliny Roztoki, w czasie interglacjiów wskutek erozji wstecznej został przesunięty do dzisiejszego położenia.

Zastanawiając się nad wielkiem występujących w Dolinie Pięciu Stawów zrównań, trudno mi ze względu na ograniczony teren opracowania zdecydować się, czy należy je wiązać z fazami ostatniego zlodowacenia, czy też są one starsze. Wspomniane fakty świadczące o istnieniu silnej erozji w okresach, gdy przeważało topnienie lodowca, mogłyby wskazywać na młody wiek tych form.

Nie ulega w każdym razie wątpliwości, że najniższy nad dnem doliny poziom III — położony na wysokości od 1685 do 1760 m — jest starszy od moren recesyjnych ostatniego zlodowacenia. Widać to dobrze na SE od Przedniego Stawu, gdzie poziom ten przykrywa moreny recesyjne lodowca spod Miedzianego i Opalowego. Na powierzchni barłków żłobu tworzącego III poziom, w okolicy wejścia jego w Siklawę oraz na Kopie Wyzniew i Niżniej, odsłaniają się wydoby granitowe. W innych miejscach tego poziomu (z wyjątkiem małego izolowanego miejsca nad południowo-zachodnią częścią Wielkiego Stawu) zarówno na powierzchni, jak i w dolnej krawędzi brak jest odsłoneń głębszego podłoża. Świadczy to o tym, że poziom ten jest w dużej mierze zbudowany z materiału morenowego, ale zapewne starszego niż obserwowane na obszarze Pięciu Stawów moreny stadialne.

Aby skończyć z opisem tej części doliny, należy wspomnieć jeszcze o wałach morenowych znajdujących się na NE od Wielkiego Stawu oraz na N i NE od Przedniego Stawu (7, 13). Są to stadialne moreny boczne i czołowe. Piękny system moren czołowych daje się również obserwować w okolicach Niedźwiedzia pod Hrubym Miedzianym. Leżą one na wysokości od 1770 do 1830 m. Z ich układu wyraźnie widać, że w swoim ostatnim stadium lodowiec podzielił się, zostawiając dwa niezależne systemy moren czołowych. Również dolna część północno-zachodniej ściany Hrubego Miedzianego dawna początek małowemu lodowcowi, który zostawił swoje moreny na wysokości 1815—1830 m.

Zrównaniom występującym zarówno u podstawy, jak i w głębi Szpiglasowej Dolinki można przypisywać dwójaki charakter. Po pierwsze (szczególnie dotyczy to poziomów dolnych) mogą to być barki żłobu związane z erozją w dolinie głównej. Po drugie — ich wklęsły cyrkowato wygięty kształt sugeruje możliwość traktowania ich jako śladów etapów rozwojowych cyrku lodowca Szpiglasowego (tak interpretuje zrównania 1750 i 1900 m B. Hallioki — 3). Wydaje mi się, że dla poziomów III, II i I ze względu na odpowiedniki w poziomach po drugiej stronie doliny słuszniejsza jest koncepcja pierwsza — zaś podcięcia położone wyżej, a więc C I (1900 m), C II (1950 m), C III (2000 m) oraz C IV (2040—2060 m), są śladami przesuwania się cyrku. Moreny występujące w Szpiglasowej Dolince wyraźnie wskazują na rozdwojenie lodowca w czasie deglacjacji. Część zachodnia lodowca zostawiła moreny boczne i czołowe na wysokości 1850 m aż do dna cyrku głównego (1975 m). Lodowiec wschodni osadził system kulków morenowych na wysokości od 1920 do 1960 m.

Następnym na W był lodowiec spływający spod Czarnego Ławki (8). Tu również na wysokości 1880 m znajduje się wąska listwa, która mogłaby stanowić szczątki poziomu I. Nie jest jednak wykluczone, że jest ona śladem rozwoju cyrku. Występują tu również dwa małe, słabo rozwinięte cyrki. Górny (wys. 1930 m) rozciąga poziom II, a dolny (wys. 1765 m) — poziom III.

Między stawami Czarnym a Wielkim występuje system moren recesyjnych (prawdopodobnie czołowych) głównego lodowca.

Po północnej stronie doliny (lepiej nasłonecznionej) jest mniej form cyrkowych. Występujące tu jednak dolinki Pusta i pod Kolem są lepiej rozwinięte i silnie przegłębione. Mogłoby to świadczyć o większej roli erozyjnej wód związanych z lodowcem niż samego lodu. Istniejące tu barki tworzą w sumie mniej strome zbocze niż po stronie południowej. Na poziomie II mamy do czynienia z szeregiem porządkowanych poziomów i krawędzi często skalnych i wtedy zrównonowanych. U stóp zboczy Koziego Wierchu, nieco na W od ścieżki na ten szczyt, na wysokości 1790 m jest mała czołowa morena, którą osadziło niewielkie odgałęzienie lodowca głównego. Mały ten lodowiec wytworzył niewielkich rozmiarów koryto o kierunku prostopadłym do przebiegu zrównań wywołanych wcześniej lodowcem głównym.

W Pustej Dolince można wyróżnić ogólnie biorąc dwa systemy recesyjnych moren czołowych — niższy mniej wyraźny położony na wysokości od 1815 do 1850 m oraz system wyższy wyształcony bardzo wyraźnie i występujący na wysokości od 1950 do 1960 m. Wspomniane w opisie analitycznym występujące tu podcięcie w dnie dolinki (wys. 1945 m) oraz stroma zamykająca dolinkę od południa ściana skalna (dół jej wysokości 2055 m) są podcięciami cyrkowymi prawdopodobnie w przypadku podcięcia dolnego, a na pewno, jeśli chodzi o górne. Ich wiek został oznaczony symbolami C II i C III—IV przez analogię w stosunku do sytuacji w Dolince pod Kolem. Barki żłobu należące do poziomów I, II i III doskonale utwierdzają się w opisywanej dolince. Łączą się one odpowiednio z barkami Dolinki pod Kolem, widocznymi tylko na grzbiecie przedłużającym Kolo.

Należy sądzić, że istniejące w północnej części Dolinki pod Kolem cztery systemy podcięć (C I wys. 1900 m, C II wys. 1950 m, C III wys. od 2000 do 2080 m, C IV wys. od 2050 do 2190 m) są śladami etapów rozwojowych cyrku.

Przy porównywaniu wysokości podcięć cyrkowych w Dolinkach Szpiglasowej, Pustej i Koloowej rzucają się w oczy stosunkowo zbliżone wysokości odpowiadających sobie morfologicznie podcięć. Być też może, odpowiadające sobie wysokością podcięcia są równoległe.

Nieomal całe dno Dolinki pod Kolem pokryte jest utworami morenowymi. Najdalej wysunięta na S jest morena boczna równoległa do grani Gładkiej Wierch — Kotelnica (10). Znajduje się ona na wysokości 1880 m. Morena ta kończy się przed Gładkim Wierchem. Kilka dziesiąt metrów dalej na N zaczyna się nowy system moren bocznych prawdopodobnie nieco młodszych od poprzedniej. Leżą one na wysokości od 1865 do 1880 m. U stóp Gładkiej Przełęczy występuje na wysokości 1870 m morena czołowa jałkiego małego bocznego lodowca z cyrkiem pod Gładkim Wierchem. Lodowiec ten wytworzył również stromą ściankę skalną ograniczającą Wołę Oko od północy. Również pod Gładką Przełęczą ale w środku doliny na wysokości od 1865 do 1890 m zarysowuje się system moren czołowych (13). Składają się one z ogromnych bloków skalnych i w terenie dość trudno doszukać się jałkiego ich ułożenia, dopiero analiza zdjęć lotniczych pozwala jednoznacznie rozstrzygnąć tę sprawę. Na południowo-zachodnim brzegu Czarnego Stawu dwa wały morenowe leżące na wysokości od 1880 do 1915 m tworzą formę, która być może świadczy o istnieniu małego bocznego lodowca spływającego od strony grani Walentkowa — Gładkiej Wierch.

Po wschodniej stronie Zadniego Stawu mamy do czynienia z północną częścią już wspomnianego gławowiska, które przechodzi na N w system drobnych wałków morenowych. Wały występujące na wysokości od 1930 do 1940 m, w kącie utworzonym przez krawędź podcięcia C II i zbocza Kola — są morenami czołowymi małego bocznego lodowca. Najmłodszymi morenami recesyjnymi są dwa systemy wałków położone na wysokości od 1900 do 1920 m i od 1945 do 1955 m, już na NE od Zadniego Stawu.

Oczywiste część wymienionych tu moren bocznych i niektórych czołowych może być pochodzenia lawi-

nowego. Problem ten jednak wiąże się z szeregiem zagadnień peryglacjalnych, których ze względu na zakres antykwitu nie poruszałem.

Przedstawione tu dyskusyjne ujęcie problemów jest, o czym już wspominałem, hipotezą roboczą — i jako takie opiera się z jednej strony na materiale analitycznym, z drugiej — na pewnych apriorycznych założeniach. Bardziej słuszne pod względem metodologicznym byłoby nie tylko jakościowe ujęcie zjawisk, lecz także ich opracowanie ilościowe. Dlatego dalsza dyskusja poruszanych tu problemów powinna być oparta na solidnej analizie ilościowej i jakościowej procesów erozji i akumulacji zarówno plejstoceniśkiej, jak i przede wszystkim dzisiejszej.

#### LITERATURA

1. Gądomski A. — Morfologia glacjalna północnych stoków Wysokich Tatr. Cieszym 1926.
2. Hakemborg M. — Wykorzystywanie zdjęć lotniczych i naziemnych przy kartowaniu czwartorzędzu w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach. „Przegl. Geol.” 1959, nr 2.
3. Halicki B. — Dyluwialne zlodowacenie północnych stoków Tatr. Spraw. PIG t. V, z. 3—4. Warszawa 1930.
4. Halicki B. — Parę uwag o rozwoju dolin tatrzańskich. Spraw. PIG. t. VIII, z. 2. Warszawa 1932.
5. Kalessnik S. W. — Obszczaja glacijologija. Leningrad 1939.
6. Klebelsberg R. — Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie. Erster Band. Allgemeiner Teil. Wien 1948.
7. Klimaszewski M. — Pogląd na rozwój geomorfologiczny Tatr Polskich. Przewodnik VI Ogólnopolskiego Zjazdu PTG cz. I i II. Kraków 1958.
8. Klimaszewski M. — Geomorfologia. Skrypt, wyd. II. Łódź, Kraków 1958.
9. Kosiński Z. — Preglacjalne i interglacjalne osady w Tatrach. „Acta Geol. Pol.” vol. VIII, 2. Warszawa 1958.
10. Lenczewicz S. — Uwagi o zlodowaceniu w Polskich Tatrach Wysokich. 1937.
11. Lucerna R. — Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen. Sitzungsber. Akad. Math.-Naturw. Kl. Bd. 117. Wien 1908.
12. Łoziński W. — Karłomoste a Tatry. „Pam. Tow. Tatr.” 31. Kraków 1910.
13. Mastalerzówna J., Klimaszewski M. — Morfologia glacjalna Doliny Cichej w Tatrach. „Wiad. Geogr.” 1936, nr 1.
14. Partsch J. — Die Hohe Tatra zur Eiszeit. Leipzig 1923.
15. Romer R. — Tatrzańskie epoka lodowa. „Prace geograficzne” t. XII, Lwów 1929.
16. Rudnicki J. — Geneza jaskiń systemu Lodowego Źródła. „Acta Geol. Pol.” vol. VIII, 2. Warszawa 1958.
17. Świdorski B. — Geneza dolin tatrzańskich. „Przegl. Geogr.” t. III. Warszawa 1923.