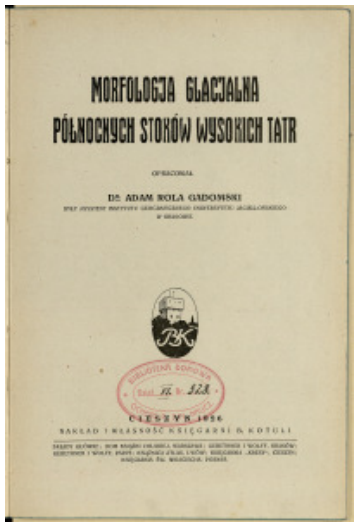
Nazwa instytucji

Książnica Cieszyńska

Tytuł jednostki/Tytuł publikacji

Morfologja glacjalna północnych stoków Wysokich Tatr / oprac. Adam Rola Gadomski.

Liczba stron oryginału	Liczba plików skanów	Liczba plików publikacji
160	160	161



Sygnatura/numer zespołu **C II 004501**

Data wydania oryginału **1926**

Zdigitalizowano w ramach projektu pt.

Udostępnienie cieszyńskiego dziedzictwa piśmienniczego on-line

Fundusze Europejskie Program Regionalny

Śląskie.

Unia Europejska Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego

Dr. A. R. Gadomski

MORFOLOGJA WYSOKICH TATR

5201

MORFOLOGJA GLACJALNA
PÓŁNOCNYCH STOKÓW WYSOKICH TATR.

Wszelkie prawa tłumaczeń i przeróbek zastrzeżone
Copyright by B. Kotula, Cieszyn, Poland, 1926

MORFOLOGJA GLACJALNA PÓŁNOCNYCH STOKÓW WYSOKICH TATR

OPRACOWAŁ

DR. ADAM ROLA GADOMSKI

BYŁY ASYSTENT INSTYTUTU GEOGRAFICZNEGO UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
W KRAKOWIE

BIBLIOTEKA DOMOWA
Dział VI. Nr. 528.
CICHEGO D. JN. NAUCZ.

CIESZYN 1926

NAKŁAD I WŁASNOŚĆ KSIĘGARNI B. KOTULI

SKŁADY GŁÓWNE: DOM KSIĄŻKI POLSKIEJ, WARSZAWA; GEBETHNER I WOLFF, KRAKÓW; GEBETHNER I WOLFF, PARYŻ; KSIĄŻNICA ATLAS, LWÓW; KSIĘGARNIA „KRESY", CIESZYN; KSIĘGARNIA ŚW. WOJCIECHA, POZNAŃ.

551.43(438-13)

T-wo Ladoznawcze Cieszyn

C.0045011

Odbito czcionkami drukarni P. Mitręgi w Cieszynie.

WSTĘP.

Wysokie Tatry obejmują najwyższą część tatrzańskiego łańcucha, ograniczoną na wschodzie przełęczą „Pod Kopą (1773 m), a na zachodzie przełęczą „Liljowego“ (1960 m). W zakres więc Wysokich Tatr nie wchodzą leżące na wschód od przełęczy „Pod Kopą“ Tatry Bielskie, jak również i leżące na zachód od „Liljowego“ Tatry Zachodnie. Główny grzbiet Tatr wysokich liczy w tych granicach po wyprostowaniu około 24 km długości i składa się z łańcucha o przeciętnej wysokości 2260 m, ponad który jeszcze sterczą główne szczyty od 2300 m do 2663 m. Natomiast średnia wysokość całego pasma wynosi 1713 m *). Łańcuch Wysokich Tatr wygięty jest wielkim łukiem, zwróconym wypukłością ku południowi, wskutek czego rozgałęzienia grzbietu strony północnej daleko silniej są rozwinięte, aniżeli południowej. Natomiast rozgałęzienia głównego grzbietu po stronie południowej odznaczają się większą wysokością, aniżeli same grzbiety główne tak, że najwyższe szczyty gór znajdują się na południowych zboczach Tatr W. Łomnica 2634 m, Staroleśna 2490 m, Garłuch 2663 m, Kończysta 2535 m, Furkot 2437 m i Krywań 2496 m — przewyższają odpowiadające im punkty szczytowe głównej grani o 101 m, 60 m, 179 m, 99 m, 270 m i 203 m. Inne zaś szczyty boczne grani ku południowi zwrócone, jak n. p. Pośrednia Grań, pozostaje tylko o 26 m w tyle poza szczytem głównej grani Małego Lodowego 2466 m. Szatan, szczyt bocznego odgałęzienia południowe-

*) A. Holle. Einteilung und Orometrie des Tatragebirges. Abhandlungen der k. k. geogr. Gesellsch. 1909.

go ma tę samą wysokość, co odpowiadający mu Mięguszowiecki 2437 m. Zjawisko to, nie występujące zupełnie po stronie północnej, możemy tłómaczyć intensywniejszą erozją (żłobieniem) dolin południowych krótszych, ale spadzistszych ,które w ten sposób pierwotną linją główną grzbietową postrzępiły tak, że z niej pozostały tylko resztki w postaci kulminacji szczytowych, podczas gdy dział wód przeniósł się na północ, na niższe niezniszczone jeszcze części dawnych stoków północnych. Ostatniemi szczytami Tatr Wysokich są: na zachodzie Świnica 2306 m, na wschodzie Jagnięcy 2231 m. Cały ten łańcuch podzielić można na dwie prawie równe części: Jedną z nich jest grzbiet biegnący od „Liljowego" po „Polski Grzebień" od północnego zachodu ku południowemu wschodowi, to Tatry W. Zachodnie. Drugą zaś grzbiet od Polskiego Grzebienia po przełęcz pod Kopą, ciągnący się od południowego zachodu ku północnemu wschodowi, to Tatry W. Wschodnie. Tatry Wschodnie różnią się od Zachodnich zarówno znacznie większą wysokością szczytów i przełęczy, jak i charakterem bardziej do alpejskiego zbliżonym. W części zachodniej rozwinęły się długie glacjalne doliny, we wschodnich zaś znacznie krótsze, a przeważnie wiszące, t. zn. opadające do głównych stromemi ścianami. Rdzeń Tatr W. stanowi granit tworzący szczyty niezwykle urwiste i strome, o ścianach pooranych licznemi żlebami, łupki natomiast krystaliczne małą odgrywają rolę. Północne natomiast zbocza górskie należą geologicznie do tak zwanego górno-tatrzańskiego pasu, zaznaczającego się występywaniem utworów osadowych permskich, tryjasowych, jurajskich i kredowych, a noszącego cechę krajobrazu średnio-górskiego, dzięki zatrawionym zboczom, zbudowanym z kredowych łupków marglowych i niezbyt wysokim turniom wapiennym jurajskim. Do utworów tych przytyka od północy tak zwany pas reglowy, również osadowy. Północna strona Wysokich Tatr posiada trzy główne, a wielkie doliny, południowa ośm głównych, lecz krótkich, — liczba zaś bocznych dolin jest dość ograniczoną. Najbardziej złożoną i najdłuższą ze wszystkich jest dolina Białki, na

północnych stokach powstaje bowiem z połączenia 4-ch wielkich dolin i kilku pobocznych, a długość jej wynosi 12 km; na południowych zboczach najkrótszą jest Batyzowiecka, 3 km dług. Trzy wielkie doliny północne Tatr W. Suchej Wody, Białki i Jaworowa leżą przeważnie w obrębie granitu i posiadają wszelkie znamiona wielkich dolin lodowcowych.

I. ANALIZA FORM GLACJALNYCH.

1. Formy erozyjno-glacjalne (zawdzięczające swe powstanie żłobieniu lodowcowemu).

A. Doliny.

Potoki tatrzańskie wcięły się jeszcze przed zlodowaceniem dyluwjalnem w głąb Tatr, docierając z obu stron aż do linji głównego grzbietu, a dziełem tych są walne, to jest główne doliny tatrzańskie. Doliny północne glacjalnego (lodowcowego) charakteru, odznaczają się od góry ku dołowi w profilu podłużnym:

1) karami (kotłami) z zagłębieniami, wypełnionemi przeważnie stawami;

2) progami skalnemi poprzecznemi (schodkowa budowa);

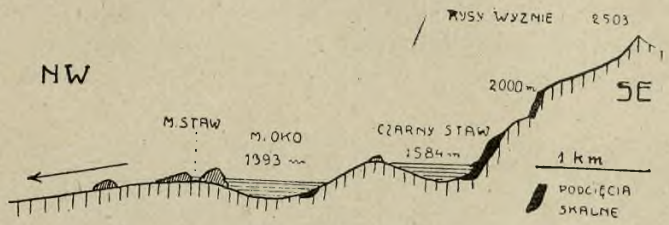
3) zmiennością szerokości dolin, rozszerzeniom odpowiadają glacjalne (lodowcowego pochodzenia) hale, powstałe na miejscu wyschniętych stawów, zwężenia znowu powodują przełomy i gardziele potoków. W związku z tem obserwujemy, że:

4) potoki tychże dolin wykazują na przemian biegi kaskadowe (bystrzycowe), z biegami wolniejszemi, które cechują zdziczenie, to jest rozwidlanie się na przestrzeniach akumulacji lodowcowej.

Profil poprzeczny zaś wykazuje:

1) szerokie dna i zbocza dolinne obustronnie przestrome, a wznoszące się do wielkich wysoczyzn, w dolnych częściach doliny wykazują kształt litery „U“, odpowiadają-

cy żłobom lodowcowym. Powyżej ścian żłobów wznoszą się strome pochyłości, przegradzane dwoma linjami ścianek skalnych, w które to strome pochyłości wcięte są starsze



Poziom III-ci (kar śnieżny) 1930 m. — Poziom II-gi, listny, około 1700 m. — Poziom I-szy 1500 m. — Poziom 0-wy 1343 m. — podcięcia skalne. Podłużny przekrój od Rysów po Morskie Oko wykazuje schodkową budowę dolin tatrzańskich. W zagłębieniach tworzą się jeziora.

Czarny Staw jest karem wgłębionym jeden w drugi (I-go i II-go zlodowacenia, kar pod Rysami odpowiada III-mu zlodowaceniu). Granica ogładzenia lodowcowego sięga do 2000 m. W części dolnej Morskie Oko, będące jeziorem zamknięcia korytowego Rybiego Potoku, zatarasowanem moreną stadjalną. Poniżej Morskiego Oka profil wykazuje równię pochyłą, będącą korytem glacjalnym, zasmarowanym utworami akumulacji morenowej. ||||||||| = utwory morenowe. Dzięki tymże utworom profil podłużny samego potoku wykazuje zmianę rozszerzeń i zwężeń łożyska, a odznacza się wodospadami w przełomach morenowych w stosunku do bagien i zdziczeń w częściach na miejscu dawnych wyschniętych stawów. Moreny czołowe wyznaczają cztery fazy cofania się lodowca.

||||| = podłoże skalne.

żłoby lodowcowe. Ze względów geologiczno-petrograficznych możemy wśród dolin północnych wyróżnic następujące typy:

a) doliny granitowe, stanowiące górne części dolinne z formami erozyjno-glacjalnemi, najwspanialej rozwiniętemi (kary, żłoby, progi, stopnie, zagłębienia jeziorne i t. d.);

b) doliny przejściowe (granitowo-wapienne) w obrębie Tatr W. schodzą na plan 2-gi, odnosząc się do środkowych części walnych dolin północn. (n. p. środkowy obszar doliny Białej Wody). Przejściowość ta występuje w asymetrji stoków dolinnych, podczas gdy bowiem granity tworzą formy wysoko-górskie, niższe wapienie odpowiadają formom średnio-górskim;

c) doliny skał osadowych, te występują tylko w północnej połaci stoków, a rozwinięte są przeważnie w obszarze twardych i skalistych wapieni i dolomitów z serji górno-

tatrzańskiej i reglowej. Wszystkie więc walne doliny przebiegają przez pas tych skał, odznaczając się pięknemi bramami dolinnemi i wąwozami. Natomiast w obszarach naprzemian-ległych skał mniej odpornych (łupkach, piaskowcach) powstają kotlinowate rozszerzenia dolinne, zajęte bujnemi polanami;

2

Fot. dr. A. Gadomski.

Żłób lodowcowy doliny Roztoki, po lewej stronie ściany Wołoszyna, po prawej Świstówki, w głębi dolina Białej Wody, do której Roztoka uchodzi gardzielą. Wodospadów Mickiewicza. W głębi wapienne Tatry grupy Holicy 1630 m i Tatry Bielskie (Murań 1827 m).

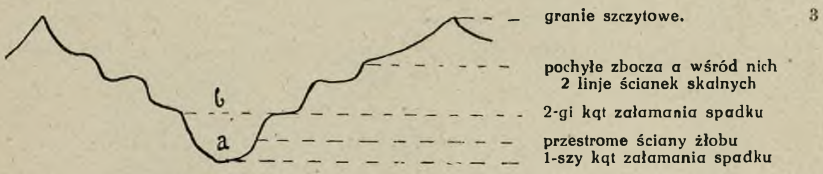
d) formy dolinne.

1. Żłoby lodowcowe.

Wśród tatrzańskich żłobów lodowcowych możemy, opierając się na różnicach petrograficznych, rozróżnić dwa rodzaje: żłoby (koryta) granitowe, żłoby (koryta) wapienne wraz z formami przejściowemi granitowo-wapiennemi.

a) Żłoby koryta granitowe zajmują przeważnie głębie gór, n. p. doliny — Roztoka, Rybi Potok, Biała Woda, a są żłobami częściowemi, t. zn. nie wypełniają dolin tatrzańskich całkowicie. Powyżej bowiem właściwych żłobów, wznoszą się jeszcze

3



Schematyczny rysunek żłobów dolnych dobrze zachowanych wciętych w strome doliny starszego wieku. — a = żłob lodowcowy; b = dawna dolina.

aż po granie szczytowe zbocza dolin tatrzańskich, strome, ale już nie przestrome, czyli że mamy do czynienia ze żłobami glacjalnemi, wciętemi w starsze doliny.

4

Fot. dr. A. Gadomski.

Staroglacjalny wylot doliny Pańszczycy, obecnie nie fungujący, skutkiem zatamowania doliny morenami, w głębi szczyt Świnnicy, na pierwszym planie regle, należące do Kopek Sołtysich. Zdjęcia dokonano z drogi jezdnej do Morskiego Oka przy Capowskim Lesie.

Żłoby wykazują dwa kąty załamania spadku, pierwszy przy przejściu z szerokiego dna do przestromych ścian żłobu, drugi, powyżej t. zw. linji ogładzenia, aż po szczyty. Pierwszemu kątowi załamania odpowiada ostre dno dolne, kształtu „U“, drugiemu zaś wyższe łagodne i starsze dno, kształtu ⌣ . Starsze więc dna są porozcinane najmłodszemi żłobami glacjalnemi na dwie części, a wcięcia te stoją w związku ze zjawiskiem przegłębienia dawnych dolin lodowcowych.

b) Koryta, żłoby wapienne.

Te zajmują i wypełniają całe doliny, są więc pełnodolinnemi, przeto ich stoki wznoszą się aż do bezpośredniego sąsiedztwa szczytów. (Przykładem takiego żłobu pełnodolinnego jest w Zachodn. Tatrach dolina Kościeliska, w obszarze Bramy Kraszewskiego.) Koryta te, jako przedłużenia granitowych kończą się przeważnie ku dołowi, miskami końcowemi, w miejscach, gdzie lodowce, topniejąc na czołach, przechodziły w rzeki lodowcowe, czasem zaś są zatamowane morenami, n. p. staroglacjalny wylot doliny Pańszczycy w Wysokich Tatrach (Staroglacjalny wylot dol. Pańszczycy — fotograf. na str. 11-tej).

c) Zamknięcia korytowe (żłobów).

Koryta tatrzańskie najlepiej zachowane w głębi gór kończą się w t. zw. zamknięciach korytowych (Trogschluss). Charakterystycznemi przykładami tych form są w obszarze doliny Białki zamknięcia korytowe doliny Roztoki, u stóp Siklawy, doliny Białej Wody u stóp amfiteatru źródłowych dolin wiszących i wreszcie zamknięcie korytowe doliny Rybiego Potoku u stóp Mięguszowieckich szczytów w obszarze, zalanym przez Wody Morskiego Oka. Formy takie tworzą więc doliny workowe z 3-ch stron urwistemi ścianami zamknięte, a stanowiące ku górze zamknięcie żłobu lodowcowego, w dół zaś punkt wyjścia dla żłobów lodowcowych. W zamknięciach wody zlewają się ze wszystkich stron kaskadami (n. p. wodospady doliny Kaczej, Litworowej, Czeskiej, Świstowej w zamknięciu kory-

towem Białej Wody), dalej siklawy Czarnostawiańska i z pod Mnicha do Morskiego Oka. Formy te (patrz fotogr. nr. 5 — kaskada z pod Mnicha) w stosunku do całych dolin tatrzańskich nie robią wrażenia, że ma się tu do czynienia z punktem wyjścia żłobu lodowcowego, tylko, że są to skalne przeszkody, zamykające dalszy rozwój w górę do-

5

Fot. dr. A. Gadomski.

Zamknięcie korytowe Morskiego Oka, wodospad z dolinki pod Mnichem (poziom I-szy), w głębi turnica Mnicha. Wodospad dzięki szczelinom i pęknięciom nie spada prosto, lecz skośnie. Zdjęcie daje przykład wodospadu w zamknięcie korytowe Morskiego Oka.

liny „ślepej". — Geneza związaną była z przegłębieniem, stwarzającem odrazu głębokie koryta, u stóp progów i ścian leżących powyżej tegoż przegłębienia; tłómaczyć ją możemy spływem (konfluencją) ramion źródłowych lodowców.

Analiza form w zupełności potwierdza ten wygląd, jedynie tylko w wypadku zamknięcia korytowego Roztoki, trudność powstawała skutkiem niepomiernego przegłębienia, nie stojącego w żadnym stosunku do słabych w tem miejscu dopływów. Trudność tą usunęło odkrycie śladów transfluencji *) lodowcowej, z Doliny Białej Wody (o czem w dalszej części mowa). Należy również przy analizie tych form uwzględnić czynnik erozji poglacjalnej (żłobienia polodowcowego): spowodowała ona pewnego rodzaju odmłodzenie w formach glacjalnych. Formy te, jako zamykające koryta żłobów glacjalnych, pierwsze były narażone na atak erozji poglacjalnej, wstecznie działającej. Dowodzą tego silne wcięcia erozyjne w ścianach zamknięć korytowych, jak również brak utworów morenowych na ścianach tych form, atakowanych przez erozję.

f) Doliny wiszące.

Boczne doliny tatrzańskie nie łączą się z walnemi we wspólnym poziomie, lecz tworzą doliny wiszące, nie dostosowane do przegłębienia glacjalnego dolin walnych. (Patrz: Wisząca dolina Czeska.) Doliny takie uchodzą pojedynczo ku żłobom lodowcowym, w miejscu zaś zamknięć korytowych tworzą z podobnych progów obok siebie położonych całe amfiteatry. Amfiteatr doliny Białej Wody jest klasycznym przykładem zlewu 4-ch sąsiednich wiszących dolin.

Podział. Doliny wiszące są: albo korytami (żłobami) bocznemi, niedostosowanemi do żłobów głównych (n. p. dolina Świstowa), albo też karami lodowcowymi, zawieszonymi analogicznie, n. p. dolinka Buczynowa nad Roztoką, gdzie nawet mamy do czynienia z dwoma karami schodowymi, w ten sposób zawieszonymi we wspólnej dolinie wiszącej (fotograf. Dolinka Buczynowa). Ale nietylko boczne doliny są zawieszonemi, widzimy bowiem, że górne części dolin walnych również są wiszącemi (n. p. ba-

*) Transfluencja przelewu rzeki lodowcowej z jednej doliny do drugiej.

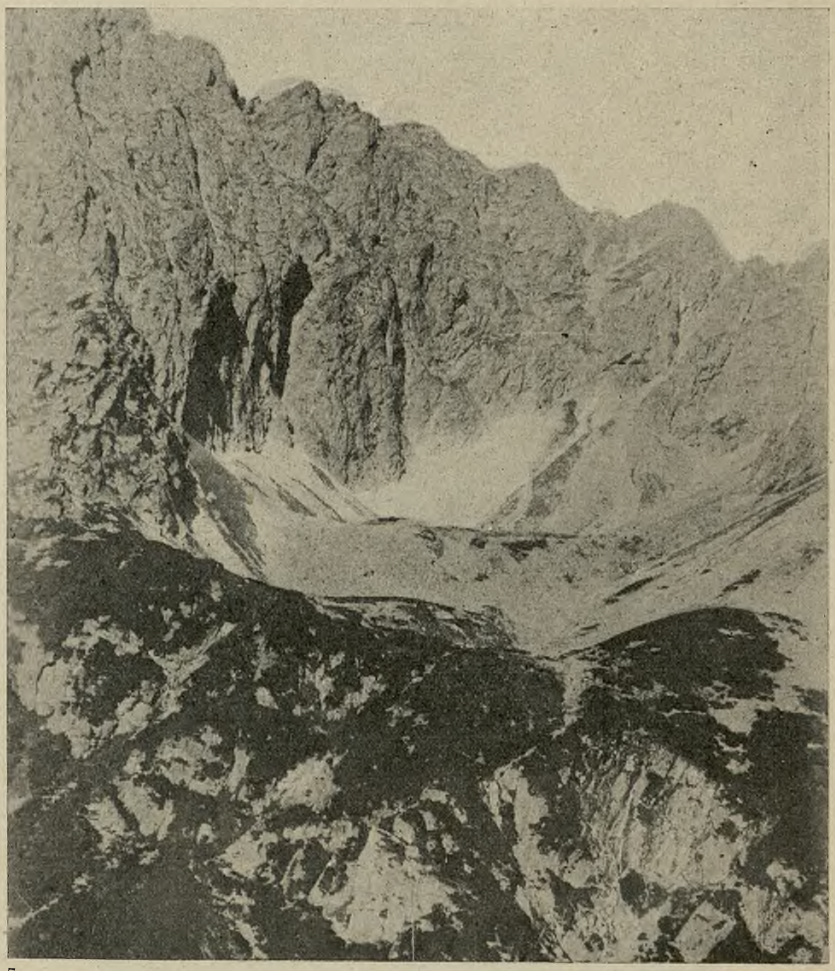
sen „Pięciu Stawów Polskich“ w stosunku do Roztoki, albo dolina Kacza, będąca punktem wyjścia dla doliny Białej Wody). Zjawiska te stoją w związku z wytworzeniem się

6

Fot. dr. A. Gadomski.

Wisząca Dolina Czeska, zdjęta z polany pod Wysoką 1308 m, z charakterystycznym kształtem litery U, odpowiadającym bocznej dolinie lodowcowej, niedostosowanej do doliny walnej poziomem erozyjnym. Po lewej stronie Kacza Turnia, po prawej ściany Młynarza. Próg doliny Czeskiej wynosi 250 m, a przez turystów zwanym jest Ścianą Stawiarską, gdyż poza nią rozlewa się przepiękny Czeski Staw 1612 m.

zamknięć korytowych. Wprawdzie walny lodowiec wyszedł z doliny Kaczej, przegłębił znacznie żłób lodowcowy, tak, że boczne Czeska i Świstowa uległy zawieszeniu, ale



7 Fot. dr. A. Gadomski.

Wisząca dolinka Buczynowa, opadająca wspaniałym stopniem do koryta glacjalnego Roztoki. Dolinka ta wykazuje na dnie swym dwa zagłębienia miseczkowate, z których w dolniejszym zachował się mały stawek, odpływem zaś jest wodospad, o małym zasobie wody, ale wynoszący około 200 m wysokości (Siklawica Buczynowska). Dwa zagłębienia widoczne na zdjęciu są karami schodowymi, z których górn. 1935 m jest karem zupełnym (podłoże, ściany przestrome i grobla zamykająca), dolny natomiast częściowo zniszczonym. Zdjęcia dokonano z góry wyspowej 1719 m nad W. Stawem, której poziom odpowiada I-mu poziomowi. W czasie ostatniego zlodowacenia dolinka była zajętą poprzez wiszący lodowiec, który z lodowcem doliny Roztoki łączył się tylko za pośrednictwem oberwań lawinowych. W tyle ściany Orlej Perci.

z drugiej strony w miejscu spływu się tych wszystkich lodowców nastąpiło tak silne przegłębienie skutkiem wzmożenia się miąższości lodu, że i dolina Kacza jako leżąca powyżej tego spływu, uległa zawieszeniu, choć w mniejszym stopniu, aniżeli doliny poboczne. Śledząc dalej to zjawisko, zwłaszcza w głównych dolinach, a powyżej zamknięć korytowych, w środkowych ich częściach znowu spotykamy się po części z tem zjawiskiem, zazębiającem się jednak już z karami tychże dolin. Profil bowiem podłużny dolin tatrzańskich powyżej zamknięć korytowych wykazuje w samych dolinach walnych jeszcze dwa górne stopnie, dwa tarasy powyżej się wznoszące, a opadające ku częściom niższym stopniami, przypominającemi stopnie dolin wiszących. Zjawiska te górnych części mają wprawdzie odpowiedniki w spływach lodowcowych (n. p. w górnych piętrach doliny Pięciu Stawów, spływy dolinek Szpiglasowej i Pustej), jednak czynnikiem decydującym w wytworzeniu się tych form jest erozja górnych części lodowca, wytwarzająca kary, związane z przesuwaniem się linij wiecznego śniegu ku górze.

Nawcz. Paweł Cichy

g) Kary (cyrki lodowcowe).

Są formami glacjalnie przerobionemi z dawnych lejków źródłowych rzek i potoków tatrzańskich, a obwiedzionemi w wypadkach dobrze zachowanych, z trzech stron murem przestromych skalistych ścian. Częściami składowemi karów są:

1) Podłoża karowe z zagłębieniem miseczkowatem, w pośrodku, zazwyczaj wypełnionem wodami stawów, albo zamaskowanem przez osady materjału lodowcowego, ewentualnie polodowcowego.

2) Ściany przestrome, a tworzące półkoliste obramienia przechodzą ku górze w pochyłe tylko zbocza, będące —

3) Powierzchniami zsypowemi obrywającego się materjału, — wreszcie —

4) Zamki (groble karowe) zamykają zagłębienia miseczkowate od strony dolin, a są stopniami, progami o odwróconym spadku.

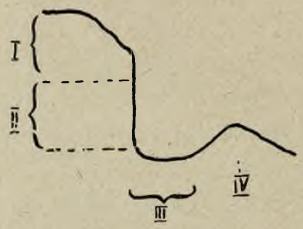
Profil podłużny karów wygląda następująco:

8

I. Powierzchnia zsypowa.

II. Ściana karowa.

III. Podłoże.



IV. Grobla.

Tego rodzaju kary są źródłami dawnego zlodowacenia; znajdują się w początkach samych dolin, lecz także i na zboczach, gdzie częstokroć tworzą cały wieniec obok siebie i nad sobą rozwiniętych karów, z tem, że obok siebie leżące posiadają te same poziomy wysokościowe. Kary więc dające początek walnym dolinom, są głównemi, wszystkie zaś inne bocznemi. Co do typów występowania tychże form możemy w Tatrach wyróżnić następujące kategorje. Najtypowszemi są kary zupełne, a więc dojrzałe, zgrupowane przeważnie w najwyższych piętrach dolin, a odznaczające się klasycznem ukształtowaniem (n. p. kary pod Wysoką, Czeską Turnią, Pod Kołem i t. d.). Przejściową formą są już leżące w bocznych dolinach kary schodowe (Kartreppe), wzniesione bezpośrednio jedne nad drugiemi (dolina Waksmundzka, Opalona, Buczynowa) (patrz tabl. dol. Buczynowa, str. 16-ta), z tem, że górne odpowiadają typowi karów zupełnych, dolne zaś już tylko częściowo zachowanych. Ściany bowiem tylne dolnych są częściowo ścięte, wskutek umieszczonych w nich karów górnych.

Geneza form karowych w przeważnej liczbie wypadków związaną jest z różnym zasięgiem lodowców i linij wiecznego śniegu, w poszczególnych wypadkach zaś może odpowiadać nierównemu podłożu przedlodowcowemu, doliny erozyjnej. Częściowo zniszczone kary występujące w dolinach walnych, są analogicznemi formami do karów schodowych dolin bocznych z tem, że odległości karów dolnych od górnych są znacznie większe (n. p. częścio-

wo zniszczony kar Czarnego Stawu pod Kotelnicą i kar zupełny Stawu pod Kołem w dolinie Pięciu Polskich, dzieli już odległość 1-go km). Kary takie zaznaczone są tylko z jednej strony ścianami przestromemi, zachowując u stóp tychże odpowiednio przerobione zagłębienia miseczkowate i groble karowe. Zupełnie zniszczone kary wreszcie odznaczają się tylko już śladem ścian przestromych i zagłę-

9

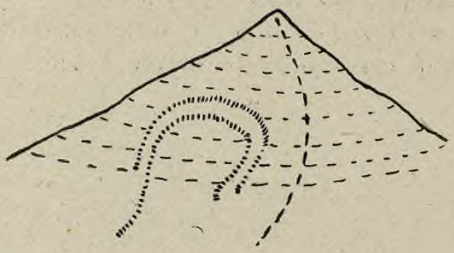
Fot. dr. A. Gadomski.

Przedni Staw, w głębi Wielki. — Wysokość 1672 m, rozmiary 77 ha powierzchni, 30 m głębokości.

bieniami przerobionemi na baseny miednice (wanny), przegłębienia *) (Wielki Staw, Przedni Staw) z ryglami o odwróconym spadku. (Fotografja: Przedni i Wielki Staw.) — Szereg wreszcie zniszczonych karów, leżących w pobliżu siebie stwarza w krajobrazie tatrzańskim tak zw. płyty (równie) karowe, pięknie rozwinięte n. p. w Cyrku Stawów Gąsienicowych, a zaznaczone licznemi obok siebie położonemi zagłębieniami stawów w litej skale. Nawet dwa kary, leżące obok siebie przez podcina-

*) Patrz rysunek „Występywanie karów tatrzańskich", str. 53.

nie ścian mogą doprowadzić do powstania płyty karowej n. p. Wielki i Przedni Staw), przedzielone niską groblą, wyznaczają dwie wanny przegłębienia obok siebie leżące, a wskazujące na dwa kary zupełnie zniszczone. Oprócz tych



10

Zaczątek karu w Dubrowiskach pod żółtą Turnią 2088 m w poziomie 1900 m.

kategoryj karów związanych głównie ze stopniem zachowania formy glacjalnej w krajobrazie tatrzańskim spotykamy się z formami karów niezupełnie wykształconych „zarodkowych", — n. p. kar w Dubrawiskach pod Żółtą Turnią w dolinie Suchej Wody, kary pod Cubryną. Mają one charakter karów z zachowaniem jednak resztek form dawnego lejka źródłowego.

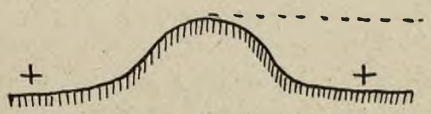
Kary takie zaznaczone są podcięciami, posiadają półkoliste obramienie, natomiast wykazują brak dna i zamku, miejsce których zajmują zboczowe stromizmy. Liczne zwłaszcza w Zachodnich Tatrach występujące takie formy pseudo-karów (nyż-glacjalnych) tworzą przejścia pomiędzy karami a dzisiaj jeszcze powstającemi lejkami źródłowemi.

Ze względów wreszcie petrograficznych wyróżniamy w Tatrach formy karowe w obrębie skał krystalicznych i formy karowe w obrębie skał osadowych. Do pierwszych należy przeważna część wszystkich zaobserwowanych typów, do drugich nieliczne kary lodowcowo-krasowe w obrębie Tatr wapiennych. W Wysokich Tatrach formy lodowcowo-krasowe zgrupowane są w dorzeczu Białki, w masywie Szerokiej Jaworzyńskiej 2221 m (kar dol. Spis.-Michałowej). Formy te powstały dzięki wykorzystaniu przez lodowce, już istniejących lejów krasowych z czasu, gdy w górnym tryjasie Tatry osadowe uległy daleko idącemu procesowi skrasowienia. Formy karów krasowo-

lodowcowych najwybitniej rozwinęły się w Zachodnich Tatrach w grupie Czerwonych Wierchów (kotły: Mułowy, Litworowy, Wielkiej Świstówki i Małej Łąki). Dalej znajdują się one u stóp północnych ścian Giewontu w kotłach Wielkiej i Małej Dolinki i wreszcie ostatnio zbadane kotły we wschodniej części Tatr Bielskich, należą prawdopodobnie również do tego typu *). Kary tego typu, o doskonale zachowanych formach glacjalnych związane są z petrograficznemi właściwościami wapieni, zwłaszcza skrasowionych, które dzięki swej strukturze zachowują długo w świeżym stanie formy, wskutek braku intensywniejszej naziemnej erozji.

h) Progi.

Doliny tatrzańskie w przekroju podłużnym odznaczają się poprzecznemi programi skalnemi i dzielącemi je na poszczególne od siebie dobrze odgraniczone części. Progi więc tatrzańskie spełniają funkcję zamknięć dolinnych z litej skały, lub z luźnych bloków. W literaturze niemieckiej nazywa się takie formy ryglami, a rozróżnia się rygle podłużne i poprzeczne. Poprzeczne progi dolinne w Tatrach stoją w związku z odwróceniem spadku dolinnego, polegają na zatamowaniu dolin i wytworzeniu skutkiem tego basenów przegłębienia powyżej i poniżej progów. Rozpościerają się więc pomiędzy dwoma przegłębionemi obszarami dolinnemi tworząc wyniosłości poprzeczne do dolin.



11

erozja minimalna.

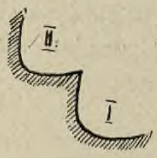
erozja maksymalna.

Genezę tych form możemy w przeważnej ilości wypadków tłómaczyć zlewaniem się lodowców i mamy wtedy do czynienia z progami konfluencji (próg doliny Kaczej, w Białej Wodzie). Progi takie odznaczają się przedewszyst-

*) A. Gadomski. Morfologja glacjalna Tatr Bielskich. Czasopismo Geograficzne. Łódź 1924.

kiem wielkim spadkiem, zwróconym w dół doliny, a związanym ze wzmożeniem się energji żłobienia spowodowanej przypływem lodowcowym. Genezę pewnej ilości progów tatrzańskich (n. p. próg doliny za Mnichem, progi w Żabich Stawach Białczańskich) możemy tłómaczyć, jako zachowane w części tylne ściany karu z przedostatniego zlodowacenia (byłyby to progi jako pozostałości karu schodowego).

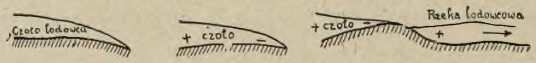
12



Kar I-szy wykazuje tylko częściowo zachowaną tylną ścianę, którą zniszczył wyżej położony kar II-gi, a jako relikt pozostał próg.

Wyróżnić wreszcie możemy w Tatrach progi, związane w miskami końcowemi czół lodowcowych. Wszędzie bowiem, gdzie lodowce kończyły się, widzimy takie progi o spadku odwróconym, a progi te zwyczajnie zamaskowane nasadzonemi na nich morenami, tamują jeziora. W wypadku n. p. Morskiego Oka, które jest jeziorem morenowem, można z całą pewnością przypuszczać istnienia pod moreną takiego progu skalnego. Powstanie tychże progów wygląda następująco:

13



+ = erozja maksymi; — = erozja minimi.

Próg tworzy się w miejscu zatrzymania się lodowca.. Żłobienie będzie tu minimalnem, a lodowiec odgrywać będzie rolę konserwującą od erozji wodnej, która za to wytworzy załamania spadku poniżej czoła lodowca. Stwierdzamy więc istnienie progów spływu lodowców, progów tylnych ścian karowych i progów końcowych w obszarze tatrzańskim, natomiast petrograficznych i tektonicznych progów nie mamy w naszym obszarze naukowo stwierdzonych, choć są poszlaki na istnienie tychże.

Góry wyspowe.

Formy te tak n. p. pięknie rozwinięte przy poprzecznym progu Siklawy, można z progami poprzecznemi uważać za jedną grupę zjawisk. Progi bowiem poprzeczne z czasem ulegają rozcięciu, w kilku miejscach, a wtedy z progów powstają góry wyspowe. Rozcięcia te w większej ilości wypadków nastąpiły jeszcze w dyluwjum, skutkiem

14

Fot. dr. A. Gadomski.

Staw Zmarzły pod Zawratem, widziany z drogi na Zawrat, w głębi poryte żlebami ściany Żółtej Turni. Jezioro, obejmujące dawniej całą przestrzeń zawaloną dzisiaj piargami, zamkniętem jest ryglem poprzecznym, którego ściany opadają do Czarnego Stawu. Na zdjęciu możemy doskonale wyróżnić dawne ujście, dzisiaj niefungujące, po lewej stronie, a którem prowadzi ścieżka. Na prawo od tegoż doskonale się uwidacznia góra ryglowa, silnie omutonizowana.

eworsji (żłobienia) podlodowcowej, pracującej po obu stronach koryta. Formy gór wyspowych w Tatrach wznoszą się najsilniej w osi doliny, okazując zaś obniżenia po obu stronach najsilniejsze. W dolinach więc węższych mamy często tylko jedną górę wyspową (n. p. przy Zmarzłym Stawie pod

Zawratem), w szerszych zaś walnych, n. p. w Pięciu Polskich, liczba ta dochodzi do 4-ch. Poszczególne obniżenia pomiędzy górami wyspowemi stoją w związku z odwodnieniem glacjalnem kilku potoków w jednym korycie (ślad dawnego ujścia, fotografja). Tak góry wyspowe, jak i znajdujące się pomiędzy niemi obniżenia wykazują silne ob-

15

Fot. dr. A. Gadomski.

Przedni i Wielki Staw, ze śladem dawnego ujcia stawu Przedniego, dziś bowiem wody jego uchodzą za pośrednictwem Małego Stawu do Wielkiego.

robienie glacjalne (mutonowanie) i zaokrąglone formy szczytów gór wyspowych (okrągłe bule).

Wysokości tych dolinnych gór dochodzą n. p. w Pięciu Polskich do 1719 m nad p. m., a do 50 m nad poziom Wielkiego Stawu. Góry wyspowe glacjalnego fenomenu stanowią analogon d ogór meandrowych w obszarach erozji wodnej i przekonywują, że erozja wodna w obszarach zlodowaconych działała podobnie jak w obszarach wolnych od lodu.

Grzędy podłużne.

Formy te zbudowane z litej skały lub z bloków biegną w dolinach tatrzańskich w kierunku podłużnym do osi doliny, nie tworzą więc zatarasowań poprzecznych. Natomiast biegiem swym, stwarzają zapory, dzięki którym w dolinach, n. p. Pięciu Stawów, potoki biegną obok siebie, nie mogąc się połączyć (odpływ Kołowego Stawu nie wpada do Czarnego Stawu pod Kotelnicą, jakby powinien, tylko wstrzymany grzędą podłużną, biegnie równolegle i oddzielnie uchodzi do Wielkiego Stawu). Formy te zarówno wysokością względną 10 m, jakoteż kształtem wąskim a długim zupełnie nie są podobne do mutonów, a tylko intenzywną erozją wodną, rozłożoną skutkiem zlodowacenia doliny, wzdłuż kilku linij, dadzą się wytłómaczyć. W pewnych wypadkach grzędy te wyznaczają relikta dawnych grzbietów karowych w miejscu działu, pomiędzy dwoma obszarami karowemi (być może, że takim reliktem jest grzęda rozdzielająca Wielki Staw od Przedniego, albowiem dwa te Stawy jako baseny przegłębienia niewątpliwie wskazują na dwa zniszczone już zupełnie kary. Te formy, pokrywające dna dawnych dolin lodowcowych, naszą w języku francuskim charakterystyczną nazwę „l e s b o s s e s“, a są w interpretacji genezy krajobrazu glacjalnego formami pokrewnemi do gór wyspowych. Można przypuszczać, że górom wyspowym, tkwiącym w ryglu poprzecznym odpowiadają w rzeźbie górnej części doliny te grzędy rygle podłużne.

Stopnie.

Stopniami nazywamy wszelkie mniej lub więcej pionowe obniżenia terenu, czyli że skutkiem tego w terenie glacjalnym, stopnie są zawsze zbudowane z litej skały. A więc stopniami opadają kary na dół, kilka zaś stopni następujących po sobie, daje schody. Stopniami wreszcie opadają doliny wiszące do walnych. Genetycznie istnieje więc łączność pomiędzy korytami dolin walnych, stopniami pobocznych, o ile wysokość ujść dolin wiszących zgadza się z wysokością barek koryta. Dzięki temu, że stopnie dolin wiszących

stoją w związku z przegłębieniem koryt walnych, osiągają wysokości od kilkudziesięciu do kilkuset m. N. p. stopień doliny Czeskiej wznosi się na 250 m ponad koryto Białej Wody. Zazwyczaj potoki przecinają stopnie i spływają po nich wspaniałemi siklawami (n. p. Czeska, Buczynowa). W Tatrach widzimy wszędzie, że wody naogół jeszcze nie bardzo się wcięły w podłoże stopni, czyli, że są one jeszcze w stadjum młodem. Jedynie tylko gardziel wodogrzmotów Mickiewicza jest dawnym stopniem doliny Roztoki, zawieszonej w stosunku do walnej Białej Wody, obecnie rozciętym.

Stopnie i progi rozcięte. Gardziele i wodospady.

Z obecnością więc tak rygli, jak i stopni, związanem jest także istnienie przełomów, a przełomy te są dziełem intensywnej erozji wodnej, na podłoże o silnem spadku. Żłobienie to wodne rozpoczęło się jeszcze przed cofnięciem się lodowców z progów czy też stopni, a więc na załamaniach dna dolinnego, pod lodospadami, strumienie podlodowcowe już przygotowywały przyszłe wodospady, gardziele i przełomy. Progi rozcięte są więc dawnemi ujściami schodowemi obecnie rozciętemi, w wypadku jednak, gdy ma się do czynienia z gardzielą, przerobioną na wąskie koryto, to okresem żłobienia był czas interglacjalny (międzylodowcowy) — interstadjalny (międzystadjalny).

N. p. Wodogrzmoty Mickiewicza stoją w związku z takiem rozkrajaniem, lecz już poglacjalnem (polodowcowym), gdy wody po ustąpieniu lodowca w zasypie morenowym lewej bocznej moreny lodnika Białki płynąc, wcięły się w stopień dolinny i przemieniły go na gardziel. Natomiast wielka Siklawa, powstała jeszcze w czasie dyluwjum jako wielki (seracs) lodospad, z przyczyn przegłębienia koryta Roztoki dzięki konfluencji i transfluencji lodowcowej, czego dowodem są ślady mutonów glacjalnych przy ujściu wodospadowem. Dzisiejsze natomiast już dość silne nadpiłowanie rygla poprzecznego a właściwie wcięcie pomiędzy dwoma górami wyspowemi, zawdzięcza swój wygląd silnej erozji wstecznej już polodowcowej, gdyż w gardzieli

wodospadowej nie znajdujemy zupełnie utworów morenowych, które zalegają przecież odwrotne strony gór wyspowych ku Wielkiemu i Przedniemu Stawu.

B. Glacjalne formy szczytów i zboczy górskich.

Charakteryzując górskie formy tatrzańskie widzimy, iż: grzbiety są przestrome, wąskie, z obu stron podcięte, przegłębieniem glacjalnem, które w górnych stworzyło ściany karowe, w dolnych zaś żłobowe.

16

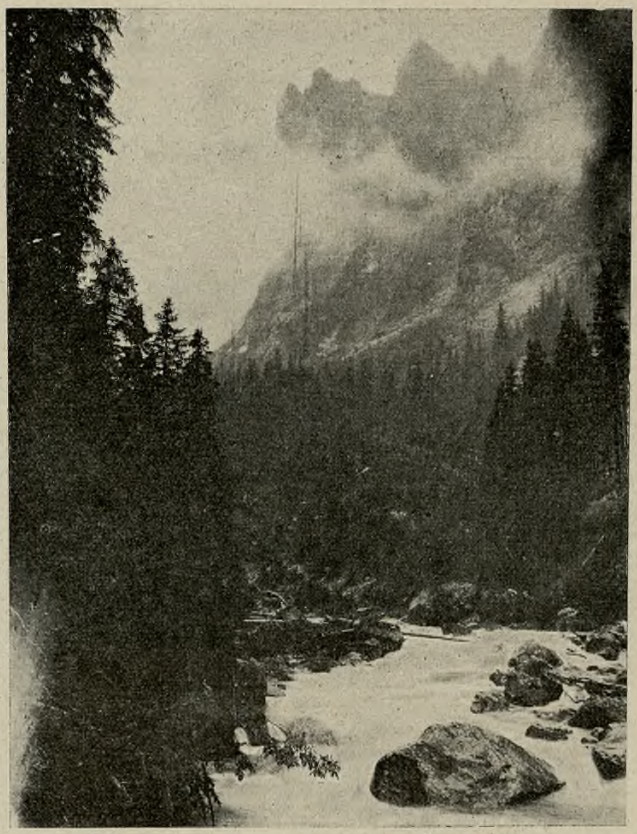
Fot. dr. A. Gadomski.

Ściana karowa Wysokiej. — Charakterystyczne podcięcie Galerji Gankowej, widziane ze szczytu Rysów 2503 m, odpowiada miąższości lodowca w terenie karowym. Powyżej tej linji wznoszą się już szczyty tatrzańskie, które sterczały z nad morza lodów.

Zbocza karowe związane są z szeregiem karów powcinanych w linję grzbietową i posiadającą skutkiem tego kształt zygzakowaty. Szczyty podcięte z 3-ch lub 4-ch stron przez kary, tworzą dziko poszarpane graniaste iglice „karlingi". N. p. Kościelec 2159 m, Wysoka 2565 m, fotogr.

(Ściana karowa Wysokiej) i t. d. Zbocza żłobowe (korytowe) opadają podciętemi ścianami ku żłobom dolin glacjalnych, a okazują wygładzenie lodowcowe (np. Ścia-

17



Fot. dr. A. Gadomski.

Dolina Białej Wody ze wspaniałemi ścianami Młynarza, tworzącemi charakterystyczne U lodowcowe tejże glacjalnej doliny. Jest to najwspanialsza ściana i dolina korytowa Tatr, mogąca u nas mieć porównanie do sławnej alpejskiej doliny Lautenbrunnen. Powyżej żłobu glacjalnego wznoszą się widne na zdjęciu periglacjalne turnie 1825 m, sam natomiast szczyt Młynarza 2108 m, znajduje się znacznie wyżej.

ny Młynarza (fotogr.), Wołoszyna i t. d.). Formy nunatakrów tatrzańskich, a więc szczytów, okazujących ogładzenie lodowcowe, świadczące, iż takowe sterczały jako wyspy z nad rzek strumieni lodowcowych, są zjawi-

skiem dość częstem, tak ilościowo, jakoteż jakościowo. Co do jakości rozróżniamy nunatakry granitowe (np. Hruba Turnia 2096 m w dol. Białej Wody, Turnia pod Kołem 2104 m w dol. Pięciu Stawów Polskich i t. d. i nunatakry wapienne, albo wogóle skał osadowych, o ile lodowce oblewały szczyty w pasie tatrzańskim północn. osadowym (n. p. Regel W. Kopienca w dolinie Olczyskiej).

Do rzędu form glacjalnych pośrednich pomiędzy zboczami a dolinami tatrzańskiemi należą t. zw. przez górali upłazy, n. p. w Wysokich Tatrach pod Mnichem, a klasycznym przykładem są Rohackie w Zachodnich Tatrach.

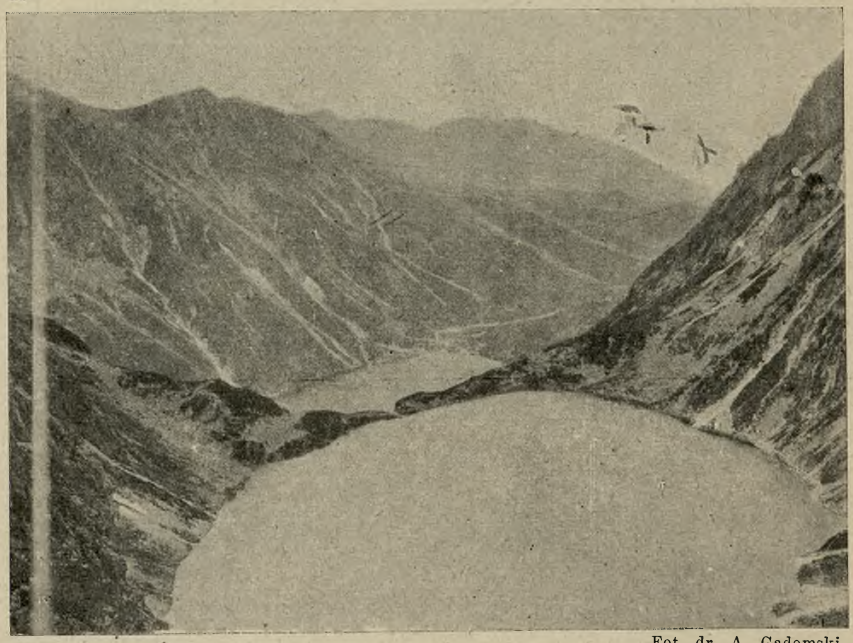
U p ł a z y są to wysoko położone terasy górskie, które z jednej strony opadają stromemi, nawet przepaścistemi ścianami ku obecnym dnom dolinnym, z drugiej zaś wznoszą się ponad ich płaszczyzny ściany właściwych grzbietów górskich. Płaszczyzny tych upłazów wykazują wszelkie cechy odkształcenia lodowcowego, tworząc typowy kraj garbaty, który w szczupłych granicach pionowych, bo czasem dochodzących tylko do kilkunastu metrów — wykazują ogromne bogactwo i zmienność form, ogładzone wzgórza i wypukłości — (mutony) wśród wsklęsłości, także oszlifowanych przez lód. Formy te wszystkie w litej skale wyrobione przypominają wielce krajobraz moreny dennej; podczas gdy jednak krajobraz moreny dennej jest następstwem nierównomiernej akumulacji pod dnem lodowca, formy upłazowe są dziełem nierównomiernej erozji lodowcowej. Po wcięciu się lodowców w obecne dna dolinne upłazy te tylko w wyjątkowych wypadkach się zachowały, jako zabytki, szczątki dawnych den, a w czasie zaniku lodowców mogły na ich płaszczyznach zalegać małe stokowe lodowczyki, które w miarę rozrostu wysyłały języki przeważnie urywające się ku dolinom i żłobiły skutkiem tego parę koryt przyszłym odpływom. Po stajaniu lodów wody opadowe, zatrzymujące się w zagłębieniach śródmutonowych, utworzyły na upłazach drobne stawy, a dla odpływu obrały rynny odpływowe języków lodowcowych. Ta faza tłómaczy nam zjawisko dwuodpływowości jezior

upłazańskich, co jest anomalją hydrograficzną; przez upłazy przebiegają działy wód u stóp głównego grzbietu wododzielnego grani Tatr, a więc mamy do czynienia z niezależnością spływu wód od orograficznych linij przewodnych. Kilkuodpływowość ta tłómaczy się bardzo łatwo erozją glacjalną, albo fluwioglacjalną.

C. Formy zagłębień.

Jeziora i stawy. Tatry wyróżniają się niezwykłą obfitością jezior i stawów, gdyż na małej stosunkowo prze-

18



Fot. dr. A. Gadomski.

Czarny Staw z góry, w głębi Morskie Oko. — Zdjęcia dokonano z drogi na Rysy. W głębi za Morskiem Okiem Miedziane i Wołoszyn. Czarny Staw jest doskonałym przykładem wielkiego i głębokiego jeziora karowego, oddzielonego tylko wąską skalną ścianą, od znacznie niżej położonego Morskiego Oka.

strzeni łańcucha naliczono ich około 123, z tego 106 w Wysokich, a 17 zaledwie w Zachodnich Tatrach. Było stawów jednak o wiele więcej, na co wskazują liczne miejsca

suchych obecnie kotłów, liczne młaki, wysychające niekiedy w lecie, mokre łąki, osady jeziorne i charakterystyczne kształty powierzchni dolin. Zliczywszy te suche obecnie miejsca otrzymamy ilość stawów 2-krotnie większą od obecnej, czyli, że w Tatrach zaraz po epoce lodowej było około dwieście kilkadziesiąt stawów i że od tego czasu zniknęła ich więcej niż połowa. 19

Fot. dr. A. Gadomski.

Przedni, Mały i Wielki Staw oraz próg poprzeczny, oddzielający dolinę Pięciu Stawów od żłobu Roztoki. W głębi Walentkowa 2158 m, po prawej stronie wyniosły szczyt to Kozie Wierchy 2259 m. — Z progu poprzecznego spada wodospad Siklawy.

Wśród stawów tatrzańskich znajdujemy następujące typy:

1. Erozyjno-glacjalne.

a) Karowe albo kotłowe na miejscu dawnych zagłębień miseczkowatych, wypełnionych obecnie wodą, leżą przeważnie na krystalicznem podłożu, a to po największej części w górnych piętrach dolin, wśród amfiteatralnie ugru-

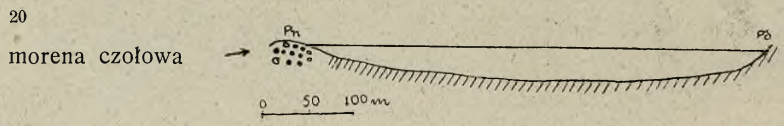
powanych szczytów (n. p. Czarny Staw. — Fotografja. Czarny Staw nad Morskiem Okiem).

b) Ryglowe (bulowe), stojące w związku z ryglami poprzecznemi w środkowych częściach dolin, są wannami przegłębienia glacjalnego w podłożu skalnem dna dawnych dolin (n. p. Przedni i Wielki Staw. — Fotografja. Przedni i Wielki Staw).

c) Upłazańskie, położone na wysokich terasach, wgłębione w litej skale są miedniczkami nierównomiernej erozji lodowcowej, a dzięki izolowanemu położeniu są niezależnemi od dzisiejszej hydrografji. Przykładami zaś są stawy Rohackie, pod Mnichem, pozatem bardzo nielicznie występują *).

2. Akumulacyjne.

Tu należą: a) międzygórskie morenowe, zawdzięczające powstanie zatamowaniom odpływu wód, przez moreny lodowców stadjalnych (n. p. Morskie Oko. — Przekrój przez Morskie Oko).



Przekrój przez Morskie Oko. — Morena czołowa III-ciej fazy stadjalnej.

b) Morenowe podgórskie, leżące na północnych stokach Tatr, w obszarze ujść dolinnych, wśród starszych utworów morenowych. Wśród tych ostatnich wyróżniamy: stawy moren czołowych (n. p. Toporowy); stawy moren bocznych, gdy moreny spiętrzyły wody sąsiedniej doliny (n. p. Stawek na Polanie pod Wołoszynem); stawki moreny dennej w zagłębieniach nierównomiernej akumulacji lodowcowej (tworzą obecnie tylko czasowo wysychające młaki, n. p. w dolinie Białej Wody); stawki moren bocznych dwu

*) Patrz na końcu w dodatku regjonalnym. Upłaz Rohackich Stawów w Zachodnich Tatrach.

lodowców, gdy skutkiem zbiegu dwu moren bocznych spiętrzone wody utworzyły staw (n. p. Smereczyński w dolinie Kościeliskiej). — O ile chodzi o klasyfikację wód, wypełniających stawy i jeziora, to rozróżniamy ich dwie kategorje, jedne, które pobierają swe dopływy wyłącznie od topniejących śniegów, drugie, które prócz wody ze śniegów, otrzymują ją głównie z jezior wyżej położonych.

Szerokość rozpołożenia pasu jezior wynosi 1110 m (najniżej wzniesiony staw Toporowy 1090 m, a najwyżej Terjański 2200 m). Ściśle jednak mówiąc, szerokość tego pasu wynosi 900 m, albowiem z wyjątkiem dwóch stawów, wszystkie inne leżą ponad 1300 m. W związku z tym pasem rozmieszczenia pionowego stoją 3 krainy florystyczne, wśród której stawy się mieszczą. Pierwszy pas dolny lasu, do którego należy stosunkowo nie wiele zbiorników (najniższy staw Toporowy, najwyższy Popradzki 1513 m). Przeważająca jednak większość stawów mieści się w pasie kosodrzewu, do 1960 m, reszta zaś około 20 stawów sięga krainy alpejskiej. Ciekawy zachodzi związek zjawiska orograficznej linji śnieżnej, z pionowem rozmieszczeniem stawów, albowiem najliczniejszy poziom występywania tychże na stokach północn. w wysokości 1700 m zgadza się z dolną granicą orograficzną wiecznego śniegu 1800 m.

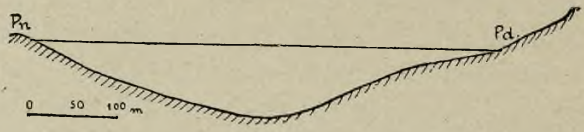
Naucz. Paweł Cichy

Co do problemów jeziornych zwraca przedewszystkiem uwagę większy rozmiar stawów części zachodniej W. Tatr w porównaniu do wschodnich. Tłómaczymy to sobie czynnością przeważnie dolinnych lodowców w części zachodniej (Sucha Woda, Roztoka, Rybi Potok, Biała Woda), podczas gdy we wschodniej części od Polskiego Grzebienia mamy do czynienia z wiszącemi lodowczykami, które się też krajobrazowo zaznaczyły, przeważną ilością dolinek wiszących (Zadnia, Czarna pod Lodowym, Kołowa, Żółta, Jastrzębia i inne). Te lodowczyki wiszące, jako mające mniejszą siłę przegłębiającą, nie stworzyły większych zagłębień, czego wynikiem są mniejsze stawy tej części, przeważnie liczące poniżej 1 ha powierzchni.

Śląsk

Geneza stawów i jezior, jak to wynika z typów tychże, jest wyłącznie glacjalną i to w przeważnej części dziełem erozji glacjalnej, posiłkowanej tylko w pewnych wypadkach przez akumulację. Wanny jeziorne rozpostarte wewnątrz dolin, a zamknięte programi o odwrotnym spadku (Przekrój przez Czarny Staw nad Morskiem Okiem), dają możność obliczenia przegłębienia. Przy ocenianiu jednak jeziornych przegłębień należy być ostrożnym, ponieważ częstokroć wanny jeziorne są wywyższone przez końcowe moreny, albo też młodsze nasypy, przeto jest rzeczą niełatwą uzyskać stałe wartości liczbowe. W Tatrach maksymalna suma przegłębienia jeziornego wynosi przy Wielkim Stawie 78 m, ponieważ jednak nad Stawem a w poprzek doliny wznoszą się skalne

21



Przekrój przez Czarny Staw nad Morskiem Okiem. Południowa część dna jeziornego wykazuje szelf, t. j. płaszczyznę podwodną, powyżej którego dopiero znajduje się nad południowym brzegiem zbocze zastane piargami, wyznaczające odcinek łagodniejszego spadku w ogólnym stromym nachyleniu ścian Rysów 2503 m *).

góry ryglowe ze spadkiem odwrotnym jeszcze do wysokości 50 m, przeto całkowita suma przegłębienia wynosi w tym maksymalnym wypadku 128 m. Zjawisko jezior tatrzańskich, zwłaszcza niżej położonych, związanym jest ściśle ze zjawiskiem misek końcowych, które to formy zawsze odpowiadały postojowi lodowców w danym miejscu. Taką miską końcową ale stadjalną jest niewątpliwie basen Morskiego Oka, miską, która wytworzyła się w czasie cofania się lodowca w miejscu dawnego zamknięcia korytowego. Miska ta, jak i inne erozyjno-glacjalnego pochodzenia jest zamknięta moreną, a więc oprócz przegłębienia lodowcowego mamy także do czynienia z akumulacją lodowcową. Kwestja więc podziału jezior tatrzańskich nie jest tak łatwą, widzimy, jak w poszczególnych wypad-

*) Dla porównania patrz rysunek 1-szy, str. 9-ta.

kach jedne formy zazębiają się drugiemi. — (Patrz tabela większych stawów, str. 93.

2. FORMY AKUMULACJI LODOWCOWEJ.

A. Utwory morenowe.

Z analizą form erozji glacjalnej, występującej na północnych stokach tatrzańskich, wiąże się ściśle analiza form akumulacji lodowcowej, uważana dawniej za jedyny poważny sprawdzian zlodowacenia tatrzańskiego. Obecnie stanowi o tyle równorzędny czynnik, że formy erozyjno-glacjalne i akumulacyjne częstokroć wzajemnie się ze sobą łączą (n. p. moreny, nałożone na ryglach skalnych, stawy erozyjno-akumulacyjne i t. d.). Równocześnie badanie tych form daje możność ocenienia ilości materjału wyniesionego i osadzonego na drugiem miejscu, a więc uwypukla działalność erozyjno-glacjalną. Lodowce bowiem tatrzańskie, pogłębiając doliny, tworząc kary, koryta, baseny jeziorne i t. d., luźny materjał, pozostały ze zwietrzenia i eksaracji, pozostawiły po bokach dolin jako moreny boczne, lub złożyły u stóp Tatr, jako moreny końcowe. Cofając się zaś, porzuciły wielkie masy bloków w głębi gór, jako moreny stadjalne. W Tatrach, gdzie już niema dawnych wielkich lodowców, rozróżniamy trzy typy moren. Moreny czołowe zamykają w poprzek doliny tatrzańskie, wyznaczając miejsca chwilowych albo długich postojów lodowców w zagłębieniach misek końcowych, w których leżały języki lodowcowe, zazwyczaj kilkakrotnemi wałami. Moreny tego rodzaju tamują często w karach i żłobach lodowcowych jeziora morenowe. Moreny boczne są to wały, ciągnące się po bokach dolin; rozróżniamy więc moreny prawe i lewe, o ile utwory morenowe dwóch dolin ze sobą się połączyły, to wtedy rozróżniamy moreny środkowe. Moreny denne, są to utwory morenowe, złożone na dnie dolin.

Nietylko położeniem swojem, ale i materjałem skalnym, stopniem jego przerobienia różnią się moreny między

sobą. Najmniejsze różnice petrograficzne zachodzą pomiędzy bocznemi, a czołową; często można widzieć przejście bezpośrednie jednej w drugie, a wtedy już tylko kształt i położenie rozstrzygają o istocie. Moreny czołowe mają w typowych przypadkach kształt półksiężycowaty, i są wtedy zwrócone stroną wypukłą w dół doliny. Składają się na nie bryły przeróżnego kształtu i wielkości, tkwiące w miale, który powstał z roztartych skał, bez śladu uwarstwienia, owszem bez względu na wielkość przemieszane. Moreny boczne mają zazwyczaj mniej miału skalnego, a stale kształt podłużnych wałów, moreny zaś denne ten sam kształt, ale przewagę drobnego materjału skalnego.

Amfiteatrów morenowych, a więc obszarów licznego wystąpienia wałów morenowych jako resztek akumulacji lodowca podgórskiego, na stokach północnych tatrzańskich nie spotykamy, w przeciwieństwie do pięknie rozwiniętych amfiteatrów strony południowej. Przyczyny tego szukać należy w charakterze dolinnym ostatnich lodowców północno-tatrzańskich. Wprawdzie na stronie tej istniały amfiteatry morenowe z czasu po największym rozprzestrzenieniu się lodowców, uległy jednak rozmyciu w następnych fazach, podczas gdy strona południowa dzięki krótkości swych dolin mogła i w następnych fazach konserwować i powiększać te utwory, dzięki dłużej tu trwającemu typowi lodowca podgórskiego.

Materjałem geologiczno-petrograficznym, dającym główną cechę utworom akumulacji lodowcowej, są głazy eratyczne granitowe, ponieważ jednak północne stoki tatrzańskie są wyrzeźbione także w pasie skał osadowych od permu po eocen, przeto w utworach morenowych tych części należy uwzględnić głazy eratyczne skał osadowych, a to głównie najtwardsze, więc permskie kwarcyty, jurajskie wapienie i t. d. Materjał ten morenowy w ogólności pokrył grubą warstwą dna dolin, po części maskując dawne dno glacjalne (n. p. zasmarowane koryto lodowcowe Rybiego Potoku), w czasie zaś cofania się lodowców pozostawił swe utwory w najgórniejszych częściach dolin, kładąc je na ry-

glach skalnych, stopniach dolin wiszących, jako moreny stadjalne.

B. Utwory rzeczno-lodowcowe.

(Fluwio-glacjalne.)

Z morenami czołowemi północnych stoków tatrzańskich zazębiają się pokłady akumulacji rzeczno-lodowcowej, rozległe pola żwirów i piasków, pochodzących z moren. W czasie bowiem topnienia lodowców tatrzańskich, olbrzymie ilości wód opuszczających góry, składały swe żwirowiska na peryferji tychże, a więc na stokach północnych segregując niesiony materjał i osadzając go wedle wielkości zrazu — w górze — w potężnych bryłach, potem w coraz mniejszych. Działanie tych rzek lodowcowych musiało być bardzo potężnem i zasobnem w siłę transportującą głazy, skoro sobie uprzytomnimy, że dzisiejsze już nie lodowcowe, silniejsze strumienie, opuszczając Tatry, mają na ich brzegu jeszcze otoczaki wielkości głowy ludzkiej. Gdy sobie wyobrazimy, jakie ilości wód opuszczały Tatry w czasie topnienia lodowców, to zrozumiałem się stanie daleki zasiąg tychże utworów na Podhalu wzdłuż biegu Dunajców i Białki.

Podział i wydzielenie tych utworów pozwala na wnioskowanie o ich wieku i sprowadza nas na tory syntezy zjawiska glacjalnego.

3. Formy periglacjalne.

Są to przeważnie szczytowe formy grani tatrzańskich, które w czasie zlodowacenia leżały powyżej linji ogładzenia, a więc maksymalnego zasięgu i miąższości lodowców. Szczyty tatrzańskie w czasie dyluwjalnym były obszarem wiecznego mrozu, ostrych zmian dziennych i atmosferycznych zakłóceń, co wszystko stwarzało wielką skalę rozpadania się skał, skutkiem działania tychże czynników niszczących spotęgowanych bezpośredniem sąsiedztwem lo-

dowców. Całe partje szczytowe waliły się w dół, tworząc olbrzymie piargi w postaci moren wierzchnich na lodowcach. Skutkiem intensywnego działania tych niszczących sił, mamy w Tatrach bardzo urozmaiconą i dziką rzeźbę szczytową, ostre granie, samoistnie sterczące turnie, wąskie przełęcze, szczeliny i t. d. (np. Mnichy (patrz fotogr. 5-ta), Żabie Lalki i inne turnie). Głazy te walących się szczytów, spadając na posuwające się lodowce, zostały odsunięte od swych miejsc oberwań i wyniesione w postaci moren, lodowce zaś miały działalność zasłaniającą doliny od zasypania, czyli w konkluzji przeważna część materjałów akumulacji lodowcowej pochodzi właśnie ze szczytowych form periglacjalnych.

4. Formy poglacjalne.

a) Stożki nasypowe. Utwory te genetycznie pochodzące z przestromych stoków a działalnością swą zwolna zacierające rzeźbę lodowcową odgrywają obecnie ważną rolę w tatrzańskim krajobrazie, nie chronionym już jak w czasie dyluwjalnym przed zwietrzeniem płaszczem lodowym. Tworzenie się tych utworów związane jest podobnie, jak przy periglacjalnych pokładach, z wietrzeniem mechanicznym. Stożki nasypowe duszą jeziora, zasypują doliny, gdyż obecne potoki są za słabe, by formy te usunąć. Stożki nasypowe tworzą się przeważnie na końcu żłobów górskich, które są torem zjazdu dla nich, a przez ciągłe nasypywanie się zjeżdżającego materjału rosną one wachlarzowato ku górze w kierunku linji załamań spadku doliny. Tworzenie się więc stożków jest związanem z terenem dolnym, gdzie te piargi mogły się składać wachlarzowato i z linją załamań nachylenia stoków, dzięki której natrafiając na zwiększony spadek zlatują w dół. Dzięki więc śladom dawnych żłobów glacjalnych, zaznaczającym się linjami załamań spadku, możemy wyróżniać w Tatrach pasy stożków nasypowych, odpowiadające poszczególnym stronom żłobów. Pasy te w przyszłości, rosnąc ku górze, zrosną się i utworzą jednolite piarżyska od szczytów aż do dolin. Ilość stożków nasypowych jest ogromną, dla przykładu podaję,

że tylko w obszarze doliny Rybiego Potoku znajduje się przeszło 50 większych i mniejszych stożków nasypowych.

b) Wieczne śniegi. Zjawisko to, występujące bardzo często w całem pasmie Tatr, związanym jest z warunkami klimatycznemi i orograficznemi tych gór. Ubytek bowiem ciepłoty wraz z rosnącą wysokością jest powodem, że na szczytach śnieg pada przez większą część roku. Ponieważ zaś opady śnieżne zimowe są bardzo obfite (2—3 m grubości), a od topnienia bronią się pewnego rodzaju pancerzem, t. zw. szrenią (śnieg nadtajały i zmarznięty), przeto krótkie a chłodne lata nie są w stanie wytopić doszczętnie masy śnieżnej i w ten sposób utrzymują się pola wiecznych śniegów. Pola te trwają z roku na rok, a miąższości tylko i kształty ich zmieniają się zależnie od więcej lub mniej gorącego lata. Dotychczasowe obliczenia wykazują, że wieczne śniegi zajmują w Tatrach zaledwie 0'9 km^2, a dla tej swej małej przestrzeni nie wystarczają na wytworzenie się lodowców. Największe pola wiecznych śniegów znajdują się we Wschodnich Tatrach, że wymienimy: n. p. dwa potężne pola zawieszonego żlebu „Miedzianej ławki" pod Łomnicą i kotła, również zawieszonego „Dzikiej Doliny" u stóp Baranich rogów, dalej pola śnieżne u stóp Lodowego szczytu od strony doliny Pięciu Stawów Spiskich, dalej dolinę Lodową i kocioł pod Śnieżną Przełęczą na północnych stokach grupy Lodowego Szczytu, w górnych piętrach doliny Kaczej, (n. p. żleb Żelaznych Wrót), wieczne śniegi okolicy Zmarzłego Stawu, w dolinie Czeskiej, potężny żleb śnieżny Rysów (50.000 m^3) i wreszcie kotły w Mięguszowieckich szczytach i pod Cubryną.

Struktura i rola mas śnieżnych. Wieczne śniegi tatrzańskie posiadają swą strukturę zbliżoną do firnowej w lodowcach, a mianowicie warstewki, oznaczające pokrywę śnieżną i brudny nalot letni, tak, że można z nich wyczytać chronologję. Pozatem posiadają swoje moreny brzeżne (np. w okolicy Czarnego Stawu nad Morskiem Okiem, a nawet moreny czołowe, wszystko naturalnie formy miniaturowe), pola śnieżne ułatwiają nadzwyczajnie transport większym odłamom skalnym, które oderwawszy

się, mogą posuwać się po śniegu, często bardzo daleko i układać u podnóża tychże zwały morenowe poglacjalne, których nie należy identyfikować z glacjalnemi. Największa odległość oderwanych a zjeżdżających w ten sposób głazów dochodzi do 1000 m.

Rumoszenie ścian tylnych. Nad wiecznemi śniegami tylna ściana skalna, przylegająca do firnu rumoszeje, wytwarzają się w niej szczeliny, w które wnikając opady atmosferyczne przez zamarzanie powodują dalsze pękanie skały, a co zatem idzie cofanie się tejże ściany wstecz. W związku z rumoszeniem ścian tylnych widzimy wśród mas śnieżnych szczeliny brzeżne, t. zw. odparzeliny, w których miąższość mas śnieżnych dochodzi do paru metrów. Pozatem tworzą się także szczeliny spękania poprzeczne, skutkiem ciągnienia mas śnieżnych ku dołowi, i wreszcie możemy obserwować szczeliny wytworzone lokalnie, skutkiem upadku głazów z wielkiej wysoczyzny, a tworzące poprostu wybite dziury w masie śnieżnej. Wielką rolę w erodowaniu podłoża wykonuje woda, płynąca w żlebach pod śniegiem, jak również w czasie upałów nawet po zmarzniętej powłoce firnowej, a osady tej wody powodują na śniegu letnie czarne nanosy. Główna rola wiecznych śniegów polega na konserwacji tych miejsc od zasypania piargami (kotły więc n. p. wypełnione firnem posiadają pod spodem nienaruszone jeszcze dno glacjalne), pozatem dają one początek wększej ilości potoków, które u ich stóp wytryskają i zasilają w ten sposób stawy wysoko-górskie, (związek rozpołożenia karów, stawów i wiecznych śniegów *). Wreszcie gwałtowne tajanie tychże śniegów w maju i czerwcu podnosi znacznie wodostany rzek tatrzańskich. Należy też wspomnieć o czasowem tylko działaniu pól śnieżnych, pokrywa bowiem zimowa w Tatrach w maju zaczyna ulegać zniszczeniu, ale w żlebach i miejscach zasłoniętych utrzymują się stwardniałe śniegi aż do lipca a nawet sierpnia, a ponieważ powtarza się to rok rocznie, więc miejsca te wystawione są na działalność stale się powtarzającą. Skutki tego działania możemy po całkowitem stajaniu

*) Porównaj str. 33 szerokość rozpołożenia pasu jezior.

lodu obserwować w licznych nyżach, żlebach i kotłach. Coroczna obserwacja tych miejsc daje nam sprawdzian pracy, a właściwie konserwacji tych miejsc, w czasie 7-miesięcznej przykrywy śnieżnej. Formy te nazywamy niwalnemi, a obserwacja ich w Tatrach, gdzie są rozwinięte na wielką skalę może dać doskonały substrat dla obserwacji tychże form w Beskidach. Nawcz. Paweł Cichy

c) Potoki Tatrzańskie. Wody, odwadniające doliny Tatrzańskie, pochodzą z jezior, wiecznych śniegów, w częściach zaś północnych (regle, ze źródeł krasowych i wywierzysk). Uderza wszędzie nadzwyczajna obfitość wody, każda prawie dolina jest odwodnioną potokami. Charakteryzując ich biegi, przerywane kaskadami, nazwiemy je bystrzycami. W górnych częściach, w żlebach wody płyną tylko okresowo, po ulewach, poczem wsiąkają w gruz skalny, by w dolnej części już zasobniejsze w wodę dzięki wzajemnemu łączeniu się wód pojedynczych żlebów, wystąpić już w postaci trwałej. Wsparte zasobami wiecznych śniegów wpadają do jezior, z których wypływają już jako znaczne potoki. Tutaj w obszarach erozji glacjalnej przystosowane one są do podłoża (n. p. bieg równoległy dwóch potoków pzedzielonych groblą podłużną „Potoki Pięciu Stawów"). Siła erozyjna ich jest dzięki silnemu spadkowi bardzo znaczną, a polega na częściowem usuwaniu stożków nasypowych, podmywaniu ścian skalnych, wrzynaniu się w rygle skalne i stopnie, które z biegiem czasu zamieniają się na wąskie gardziele. Pędząc w dół, wpadają w dolne koryta (żłoby) dolin, gdzie zmuszone są znowu do przedzierania się w materjałach akumulacji lodowcowej, ginąc nawet niekiedy dzięki wielkiej ilości głazów (n. p. Sucha Woda), by potem znowu się ukazać. W obszarach tych ulegają zdziczeniu, bifurkując i meandrując często a u wylotu dolin tatrzańskich w miskach końcowych dawnych lodowców, wypełniają takowe stawami i jeziorami, by po wyjściu z obrębu moren czołowych wejść w obszary rzeczno-lodowcowe towarzyszące bardzo daleko na północ rzekom już tatrzańskim (Biały, Czarny Dunajec i Białka).

5. Formy preglacjalne*) W. Tatr.

Analizą tych form zajął się pierwszy w Tatrach Partsch **), wyróżniając na stokach południowych formy preglacjalne, położone na terasie 3-rzędowej w pobliżu Łomnicy Tatrzańskiej i wskazując tem, że form tych należy szukać na zewnętrznych stokach tatrzańskich. Lucerna ***) zajmuje się również temi formami, stwierdzając, że znajdują się one na peryferji gór, tworząc zewnętrzne końce bocznych ramion górakich, a zwężając się ku centrum górskiemu, resztkami swych form osiągają głównych grzbietów. Od tych resztek form przedlodowcowych głównych grzbietów postępując dalej ku wnętrzu gór napotykamy już wedle niego resztki rzeźby z okresu Günz. (Alpejscy glacjalogowie wyróżniają w Alpach 4 epoki lodowe, zwane Günz—Mündel—Riss—Würm), a więc wchodzimy już w obszar form glacjalnych starszych. Hess ****) natomiast, nawiązując do stosunków alpejskich, twierdzi, że preglacjalna powierzchnia znajduje się powyżej górnej granicy śladów lodowcowych, a poniżej tego wszystkiego rozciąga się powierzchnia denudacyjna. W terenie więc n. p. Białki formy przedlodowcowe wypadają na regle podtatrzańskie, które nie wykazują form zlodowacenia (grupa Kopek Sołtysik i Gęsiej Szyji). W związku z występowaniem tych form, łączy się zagadnienie wyglądu Tatr preglacjalnych, których fizjognomję można na podstawie tychże form odtworzyć. Pierwsze takie próby wykonano w Alpach. I tak n. p. Richter pierwszy się wypowiedział, że Alpy tyrolskie przed powstaniem karów, posiadały formy średnio-górskie, co również potwierdzili Penck i Brückner *****), dowodząc, że Wschodnie Alpy były górami wprawdzie bardzo wysokiemi, ale o formach także średnich gór. Doświadczenia te możemy odnieść do Tatr i rów-

---

*) Przed epoką lodową.

**) Partsch. Die Eiszeit in den Gebirgen Europas. Lipsk 1903.

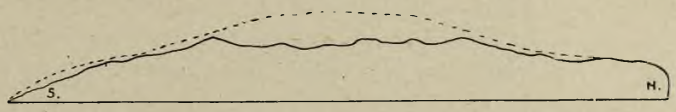
***) Luzerna. Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen. Wien 1908.

****) Hess. Alte Talboden im Rohngebiet. 1908.

*****) Penck-Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1901—1903.

nież wypowiedzieć się, że były one także wysokiemi górami, ale o krajobrazie kopulastym i łagodnym. Rekonstrukcję tego preglacjalnego wyglądu jedynie dla Tatr zachodnich przeprowadza w swej pracy Lucerna na str. 103, którego kopję poniżej załączam:

22



Profil Zachodnich Tatr na południku grupy Rohaczy.

Wedle tej koncepcji centrum górskie uległo największemu obniżeniu i wyżarciu i wykazuje obecnie rzeźbę glacjalną. Wyżarcie to Lucerna oblicza dla Tatr zachodnich na 300 m, czyli, że góry wtedy wynosiły około 2500 m średniej wysokości. Stosując te dane do wysokości Tatr, możemy sądzić, że preglacjalne W. Tatry były potężnemi kopułami, wznoszącemi się do 3000 m wysokości.

II. Synteza obserwowanych form.

1. Poziomy erozyjne (terasy glacjalne.

W dorzeczu Białki przy profilowaniu poprzecznem i podłużnem udało mi się we wszystkich dolinach znaleźć 4 poziomy erozyjne, z tych 3 są terasami, 4-ty zaś poziom najniższy odpowiada obecnemu erozyjnemu dnu, potoków i wód tatrzańskich. W obszarze stoków północnych Tatr 4 te poziomy erozyjno-glacjalne uwidaczniają się w terenie i w wysokościach następująco: Najwyższy poziom III-ci zrównania erozyjnego (terasów) utrzymuje się w źródliskach dolin na przeciętnej wysokości 1900—2000 m, a jest przeważnie związanym z linją karów i dolinek, wiszących górnych, n. p. Kołowa, Pusta, Buczynowa (patrz fotografja nr. 7: Dolinka Buczynowa) i Opalona.

Poziom II-gi, niższy, utrzymuje się w początkach dolin na wysokości przeciętnej 1800 m. Jest on związany także z linją karów, ale zniszczonych (poziom tak nazwany

przezemnie terasów karowych). Poziom I-szy, o wysokości przeciętnej 1600, 1500 m, występuje w wybitnych basenach jeziornych, w środkowych częściach dolin (Wielki Staw, Przedni w Pięciu Polskich, Czarny nad Morskiem Okiem, Kaczy, Czeski i t. d.). Poziom wreszcie ostatni, odpowiadający korytom lodowcowym, przegłębionym o przeciętnej wysokości 1300 m, n. p. koryto Roztoki (patrz fotografja nr. 2: Koryto Roztoki), Rybiego Potoku, Białej Wody, występuje w dolnych częściach dolin a oznaczamy go jako O.

Terasy glacjalne tatrzańskie zaznaczają się zazwyczaj na stromych stokach dolin powierzchniami o łagodnym spadku. Powierzchnie te często od siebie poodrywane, tak, że połączyć je można na podstawie zdjęć w terenie, pomiarów aneroidem i morfologicznej obserwacji. Znajdują się one przeważnie peryferyjnie po obu stronach dzisiejszych den dolinnych z wyjątkiem rygli poprzecznych, które swemi wypukłościami łączą częstokroć obustronne terasy i mogą skutkiem tego być zaliczonemi w poczet szczątkowych poziomów glacjalnych. Cyfry wysokościowe tarasów podawane w skorowidzu przy końcu pracy *), częstokroć różnią się do kilkudziesięciu m. pomiędzy sobą, pomimo, że są zaliczone do jednego poziomu; zauważyć tu należy, że tak różny wygląd i różne wysokości terasów lodowcowych stały w związku ze zwężeniami lub rozszerzeniami się dawnych lodowców. Cyfry tarasów poziomów I-go, II-go i III-go są poziomami karów trzech zlodowaceń (patrz fotografja: Poziomy doliny Pięciu Stawów); a jako takie, różnice wysokościowe, występujące pomiędzy poszczególnemi poziomami, związane są z przesuwaniem się linji wiecznego śniegu. Różnice tych samych poziomów, zależnemi są od wysokości i masywności gór w poszczególnych dolinach. Łączenie i wyszukiwanie terasów: wymagają nietylko badań kartograficznych, ale, co najważniejsze, wszechstronnej znajomości terenu i obserwacji tychże terasów z różnych punktów terenu, łączność ich bowiem, kształt, wielkość z rozmaitych punktów widziane, rozmaicie się przed-

*) Na str. 90, 91 i 92.

stawiają. Jako takowe punkty analizy w obszarze Białki najlepiej się nadają: Turnia Kołowa 2104 m, Góra ryglowa 1719 m, położona na N. od Wielkiego Stawu, Ostroga Świstówki 1774 m, Miedziane 2238 m, Terasy pod Mnichem około 2000 m, Kazalnica u stóp „Przełęczy pod Chłopkiem", Młynarz 2168 m, pierwszorzędny punkt widoków

23

Fot. dr. A. Gadomski.

Poziomy doliny Pięciu Stawów.

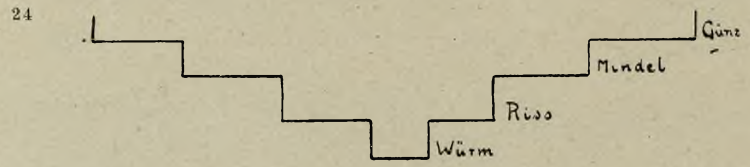
Przedni, Mały i Wielki Staw, widziane ze Świstówki, odpowiadają I-mu poziomowi, w głębi Walentkowa 2158 m, Gładki Wierzch 2072 m, po lewej stronie zbocza Miedzianego 2239 m, z doskonale widzianym II-gim poziomem, stanowiącym terasę skalną u stóp przestromych ścian Miedzianego. Za ścianą Miedzianego widać wgłębienie dolinki Szpiglasowej, w której pod tej nazwy przełęczą, mieści się kar, wyznaczający poziom III-ci.

dla obszaru Białej Wody, dalej Hruba Turnia 2096 m i ewentualnie Szeroka Jaworzyńska 2221 m.

2. Chronologja form korytowych. (Żłobów tatrzańskich.)

Praca, mająca na celu odtworzenie chronologji korytowej, wymaga bardzo ostrożnego postępowania. Jakkolwiek bowiem zasadnicze formy morfologiczne są bardzo

proste, to połączenie zaobserwowanych spostrzeżeń i ich tłómaczenie co do wieku jest niezmiernie trudnem. W każdym razie żłoby lodowcowe są głównemi świadkami zlodowacenia i z form widocznych pozwalają na odcyfrowanie okresów lodowcowych. Chronologję korytową do nauki pierwszy wprowadził Hess *), przyjmując w Alpach 4 koryta glacjalne, a pomiędzy niemi zawarte 3 terasy, wciśnięte jedne w drugie. Terasy, jako poziomy erozji glacjalnej odpowiadają okresom lodowcowym, zaś zbocza strome pomiędzy niemi zawarte odpowiadają okresom między lodowcowej erozji rzecznej.



Koryta Hessa.

Komplikują jednak ten alpejski schemat trzy późniejsze stadja. Bühlu-Gschnitzu i Daunu, utrudniające odcyfrowanie czasu i wprowadzające zatarcie śladów dawniejszych zlodowaceń. Formami erozyjnemi młodszych 3-ch faz lodowcowych zajął się w Alpach Lucerna **), odnajdując koryta wszystkich, a nawet jeszcze jedno młodsze, nazwane (Altrezende Stad.). Śladów dawniejszych zlodowaceń nie znalazł w terenie, sądzł przeto, że formy starsze od Würmu uległy zniszczeniu całkowitemu. Z tego zestawienia widzimy rozbieżność poglądów na chronologję żłobów glacjalnych. W Tatrach problemem tym pierwszy zajął się ten sam Lucerna ***), znajdując w terenie koryta jedne w drugie wpuszczone, a łącząc je z utworami morenowemi przeprowadza paralelizm for merozyjnych z akumulacyjnemi. Chronologja koryt według Lucerny przedstawia się następująco: na profilu doliny Bystrej na południowych zboczach Za-

*) Hess. Alte Talboden im Rohngebiet. Zeitschrift für Gletscherkunde. 1908.

**) Luzerna. Morphologie der Montblancgruppe. Ergänzungsheft zu Peterm. Mitteil. Nr. 181. — 1914.

***) Luzerna. Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen. Wien 1908.

chodnich Tatr, jako jedynem miejscu, gdzie Lucerna znajduje cztery koryta, w przeważnej jednak ilości wypadków ma on doczynienia z trzema korytami (patrz rys. 42, 42 a: Koryta Zachodnich Tatr), gdyż — jak sam zauważa na stronie 72-giej, — koryto Mindel jest bardzo rzadkiem i słabo zaznaczonem, albo ukrytem w ścianach

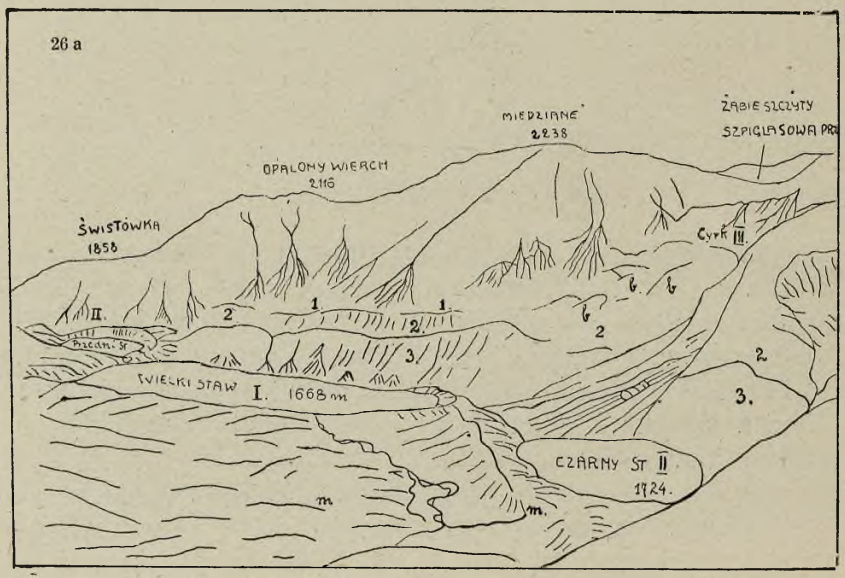
25

Profil doliny Bystrej.

koryta Günz. We wszystkich innych przekrojach wyróżnia 3 koryta, oznaczając najgórniejsze jako Günz, środkowe Riss, dolne Würm i w ten sposób wyjaśnia dla Tatr schemat alpejskich 4-ch koryt. Co do wyglądu koryt, to koryto Würm ma wygląd zboczy skalistych, koryto Riss zbocza skaliste i przetykane trawą, koryto Günz zbocza całkiem zatrawione.

W W. Tatrach w terenie doliny Białki stosunki koryt przedstawia się następująco: koryta dolne odpowiadające zawsze O-mu poziomowi (1300, 1400 m) erozyjnemu, są jak najdoskonalej zachowane i rozwinięte w przykładach obszaru doliny Białki, a więc koryta Roztoki, Rybiego Potoku i samej Białej Wody. Są to wedle analizy krajobrazu glacjalnego częściowe żłoby lodowcowe, gdyż nie wypełniają całkowicie dolin tatrzańskich. Powyżej przegłębionych w kształcie literu „U“ tych żłobów, wznoszą się jeszcze wysoko, aż do szczytów głównych zbocza już nie tak przestrome, od 1700, 1800 m w górę począwszy, do 2-ch tysięcy kilkuset metrów sięgające. Stwierdzamy więc fakt istnienia dolnych koryt, o przegłębieniu, wykazującem jeszcze cechy młodości, czego dowodzą ścięte i wygładzone ściany skalne żłobów. Koryta te w czasie rzeczno-lodowcowych roztopów były wypełnione wodami topniejącemi, a i obecnie stanowią one dna dolin potoków dzisiejszych.

Ślady koryt wyższych. Oprócz podanych głównych żłobów, o formach dobrze zachowanych, można w obszarze Białki wyróżnić ślady dawnych. Łączy się to do pewnego stopnia z poziomowaniem i wyróżnieniem trzech wybitnych terasów glacjalnych. Dolina Pięciu Stawów Polskich wykazuje w profilu poprzecznym 3 baseny (poziomy erozyjne), wpuszczone jedne w drugie, tworzą-

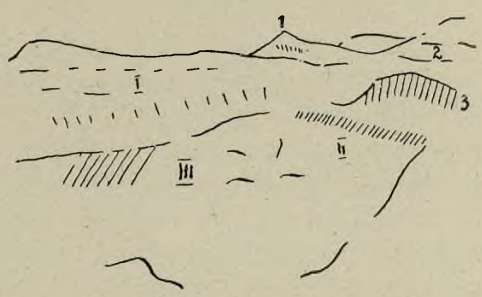


1. 2. 3. Ślady trzech koryt w dolinie Pięciu Stawów Polskich. I. poziom, II. poziom, III. poziom.

ce razem jeden wspólny basen o szerokiem dnie, a flankach stromych (patrz rys.). Zatem poszczególne linje załamań spadku, wskazują na dawne zbocza korytowe. I tak w obrębie Pięciu Stawów III-ci poziom najwyższy dolinek wiszących (2000—1900 m) opada ku II. poziomowi wybitnym załomem spadku, wynoszącym do 100 m, a tworzącym przy ujściu dolinek wiszących stopnie dolinne — to samo II-gi poziom również opada załomem ku I-mu (n. p. listwy i ścianki wzdłuż stoku Miedzianego). Stwierdzamy więc istnienie 2-ch linij załamania spadku wznoszących się powyżej I-go załamania spadku żłobów dolnych. W dolinie Rybiego Potoku, tworzącego wraz z basenem Morskiego Oka

dolny żłób lodowcowy, robiąc przekrój poprzeczny od Morskiego Oka ku E. aż do szczytów Żabiego, spotykamy powyżej żłobu dolnego 2 charakterystyczne załomy spadku, gdyż schodząc n. p. z Żabiego szczytu Niźniego 2101 m, dwa razy natrafiamy na linję przepaścistych ścian, w których żleby ulegają zawieszeniu (patrz rysunek 32). Dla uzupełnienia tych obserwacyj dodam, że w sąsiedniej dolinie Suchej Wody nie należącej już do obszaru Białki również można było stwierdzić istnienie trzech koryt lodowcowych, wpuszczonych jedno w drugie. Dowodzą tego: 1) załamanie spadku poniżej przełęczy Liljowego 1960 m, w poziomie około 1900 m; 2)

26 b



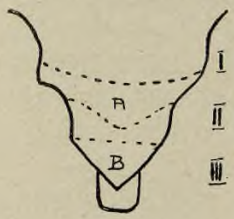
Dolina Suchej Wody.
1. Kopa Magóry. 2. Morena lodowa Suchej Wody. 3. Grań od Kościelca. I, II i III są brzegami koryta lub samem korytem lodowca od najstarszego ku erom młodszym.

załamanie spadku zachodniego zbocza Kościelca 2159 m, tworzące wybitny stopień i listwy skalne w poziomie 1800 m; 3) wreszcie dno Stawów Gąsienicowych (1672) do (1657 m), odpowiadającemu dolnemu korytu glacjalnemu w źródłowych górnych piętrach doliny Suchej Wody.

Na podstawie tych i innych danych stwierdzamy istnienie 3-ch koryt dolin półn. tatrzańskich. Koryta 1) i 2) górne zaznaczają się ściankami i listwami skalnemi i są odsunięte od dzisiejszych poziomów erozji wodnej potoków, podczas gdy trzecie koryta dolne najlepiej zachowane, są żłobami lodowcowemi, wpuszczonemi w starsze koryta. Mamy więc do czynienia z obniżaniem poziomów erozyjnych den lodowcowych, a skutkiem tego z wcinaniem się

koryt jedne w drugie. Wedle tego chronologja żłobów glacjalnych półn. stoków Tatr przedstawiałaby się tak, że im więcej ku dołowi, tem młodsze mamy formy (przy profilu poprzecznym przedstawiałoby się to następująco:

27



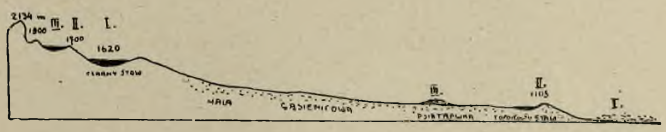
Schematyczny rozwój żłobów glacjalnych tatrzańskich I-go, II-go i III-go i koryt erozyjnych interglacjalnych A B.

3. Chronologja form karowych.

Kary, jako źródła wogóle zlodowacenia, nietylko są ograniczonemi do początków dolin, lecz równocześnie wskazują wszystkie inne obszary źródłowe, dawnego zlodowacenia, starszepierwotne formy, związane z przesuwaniem się linji śnieżnej ku górze. Stopień więc zachowania danego karu najlepiej mówi nam o jego wieku, i dlatego też przy analizie form glacjalnych, kary tatrzańskie wyróżniano jako zupełne, częściowo zniszczone i całkiem zniszczone. Kary zupełne znajdujemy z małemi wyjątkami przeważnie wśród III-go poziomu erozyjnego, a więc w najgórniejszych piętrach walnych dolin i w wiszących dolinkach pobocznych; kary częściowo zniszczone utrzymują się przeważnie na II-gim poziomie (1700, 1800 m), tworząc kotły i baseny jeziorne o tylnych tylko ścianach; wreszcie kary zupełnie zniszczone zaznaczają się glacjalnemi wannami przegłębienia, zajętemi przeważnie stawami typu ryglowych, a odnoszą się głównie do I-go poziomu (1500, 1600 m). We wszystkich dolinach północno-tatrzańskich spotykamy się z takiemi formami, dowodzącemi 3-krotności zlodowacenia, związanego naturalnie z przesuwaniem się linji wiecznego śniegu. Nie wschodzimy naturalnie w to, jakie były poprzednie formy tegoż zjawiska, przed początkiem cofania się linji śnieżnej ku górze, gdyż w obecnym krajobrazie się nie zaznaczają. Przykładami tych trzech form karowych n. p. w Dorzeczu Suchej Wody, jako walnej do-

liny są Kar Czarnego Stawu pod Kościelcem, poziom I-szy 1620 m, Kar Zmarzłego Stawu pod Zawratem (patrz fotografja 14-ta tegoż stawu), poziom II-gi 1785 m, Kar Koziej Dolinki, poziom III-ci 1900 m. Wygląda to w profilu następująco:

28



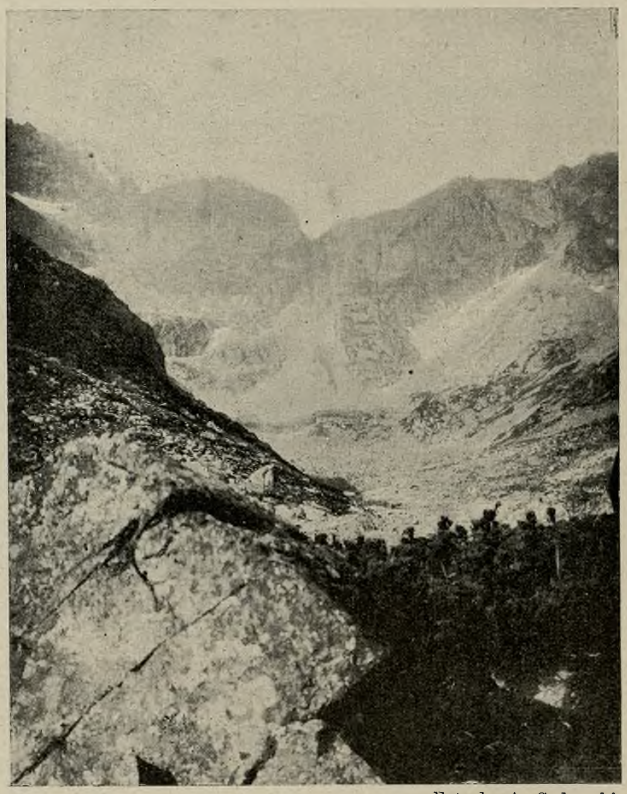
W obszarze Białki — w dolinie Pięciu Stawów Polskich: Basen ryglowy Wielkiego Stawu, jako zniszczony kar. Poziom I-szy. Częściowo zniszczony kar Czarnego Stawu. Poziom II-gi. Kar Stawu pod Kołem. Poziom III-ci, albo znowu w dolinie Rybiego Potoku, Kar pod Mnichem (patrz fotografja 5), poziom I-szy. Kocioł Doliny za Mnichem (patrz fotografja 29), poziom II-gi. Kar pod Liptowskiemi Murami, poziom III-ci. To samo powtarza się w dolinie Białej Wody, że wspomnę tylko przykładami. Zniszczony częściowo kar Czeskiego Stawu, poziom I-szy. Kar Zmarzłego Stawu w dolinie Czeskiej, poziom II-gi. Kar pod Czeską Turnią, poziom III-ci.

O ile więc chodzi o ustalenie wieku tych form, to kary zniszczone, przeważnie występujące w I-szym poziomie, najniższym, można uważać jako najstarsze formy, występujące w danym krajobrazie. Kary te skutkiem następnych zlodowaceń uległy odkształceniu, tworząc obecnie przeważnie miski glacjalnego przegłębienia.

II-gi poziom występywania karów, o 100 m wyższy, odpowiada podniesieniu się linji wiecznego śniegu i drugiej fazie erozji glacjalnej. III-ci wreszcie poziom, najwyższy 1900—2000 m, odpowiada ostatniej fazie erozji glacjalnej, stwarzającej kary i dalszemu cofnięciu się granicy wiecznego śniegu ku górze. W związku więc z podnoszeniem się linji wiecznego śniegu ku górze i tworzeniem się karów wyższych, dolne kary ulegały odkształceniu i przegłębieniu glacjalnemu. Żłoby zaś, związane również z nowymi kara-

mi, wpuszczały się w stare żłoby, znacznie je przegłębiając. U dołu więc dolin glacjalnych działało silne obniżanie terenu ku górze, natomiast w związku z przesuwaniem się linji wiecznego śniegu i tworzeniem się wyższych karów

29



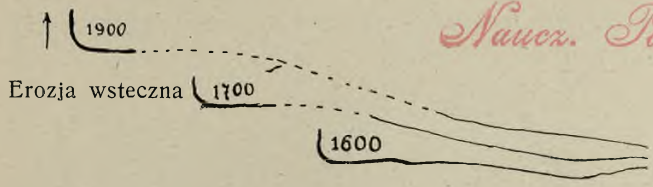
Fot. dr. A. Gadomski.

Dolina za Mnichem; w głębi Wrota Chałubińskiego, przełęcz wiodąca w dolinę Ciemnosmereczyńską. Genetycznie nasza dolina jest zawieszoną w stosunku do Morskiego Oka. Przełęcz Wrot Chałubińskiego odpowiada miejscu występywania mniej odpornych petrograficznie wkładek wśród krystalinikum tatrzańskiego. Śniegi, oraz poniżej nich leżąca linja ścianek odpowiada zasypanemu piargami karowi pod Liptowskiemi Murami.

erozja wsteczna zyskiwała dla doliny coraz to wyższe tereny Doliny, więc tatrzańskie okazywały w dolnych częściach procesy wgłębne, natomiast w wyższych piętrach procesy ku górze. Wygląda to w rysunku następująco:

W związku z wiekiem form karowych stoi również kwestja wieku rygli poprzecznych i grobli karowych, stwarzających w profilu podłużnym dolin tatrzańskich spadki

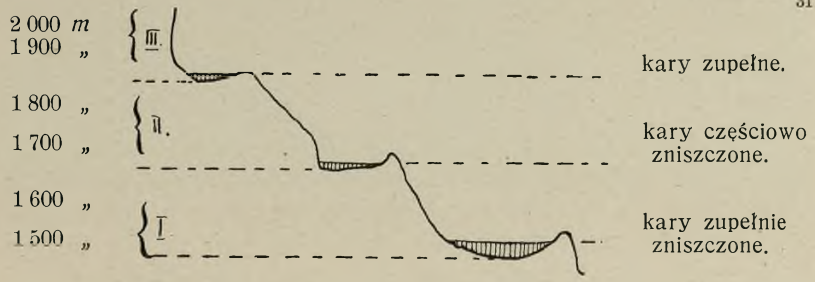
30



Naucz. Paweł Cichy

odwrotne. Tutaj podobnie, jak przy karach, dolne są starszemi, górne młodszemi. Formy te uzupełniają 3-krotną rzeźbę glacjalną, tworząc we wszystkich dolinach, w przekroju podłużnym, 3 linje wystąpienia tychże form w terenie.

31



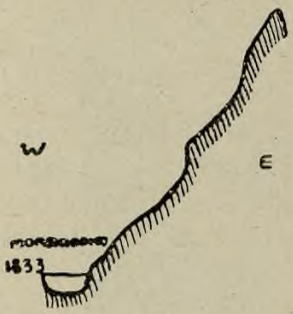
Występywanie karów tatrzańskich.

4. Ślady interglacjalnych (międzylodowcowych) poziomów erozji.

Stwierdzenie kilkukrotności faz erozji lodowcowej wyrażającej się w korytach wpuszczonych jedne w drugie i karach położonych jedne nad drugiemi, pozwala przypuszczać, że istniały także fazy międzylodowcowe, gdy tylko pracowały intenzywnie erozja wodna interglacjalna. Ponieważ lodowce zostawiają w korytach ślady „U“, a rzeki „V“, należy więc obie formy ze sobą porównać, gdyż w rezultacie w profilu poprzecznym doliny lodowcowej, będą występywały odcinki stoków mniej spadziste, jako poziomy pracy wód międzylodowcowych, oraz przepaściste

ściany skalne, żłobów lodowcowych. A więc stosując te zasady do Tatr, sądzimy, iż wymienione przy korytach linje 3-ch załamań spadku, w profilu poprzecznem dolin tatrzańskich, odpowiadają trzem wcięciom lodowcowym, rozpołożone zaś pomiędzy niemi stromizmy, ale nie ściany, odpowiadają fazom interglacjalnym.

32



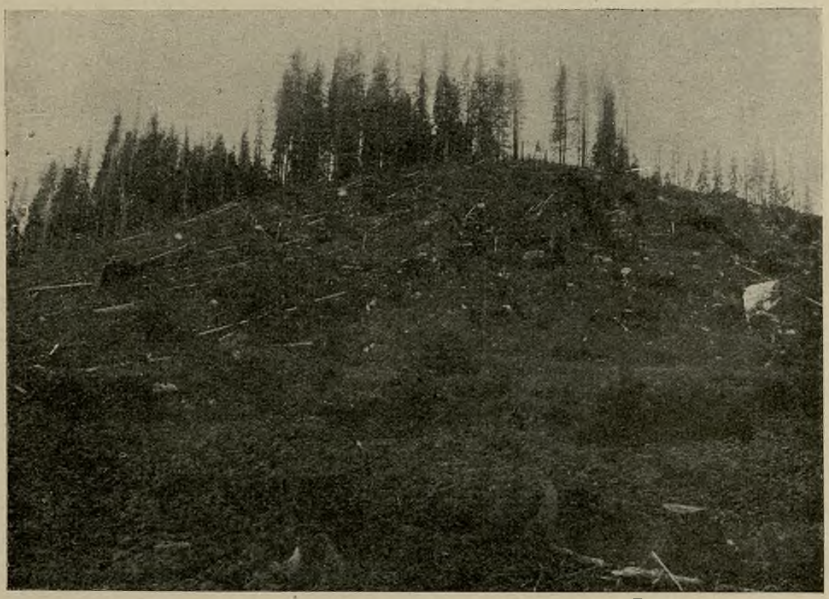
Schematyczny rozwój żłobów glacjalnych tatrzańskich w poprzecznym przekroju od Żabiego Szczytu niżniego 2101 m wykazuje w profilu 3 linje załamań w spadku, odpowiadające żłobom lodowcowym (najdolniejszy żłob zalany Morskiem Okiem). Pomiędzy niemi zawarte stromizmy, odpowiadające fazom interglacjalnej erozji.

5. Chronologja form morenowych.

Utwory morenowe najstarsze (I. fazy akumulacji lodowcowej). Na północ od wylotu przeważnej części dolin tatrzańskich znajdujemy pas moren bardzo już zniszczonych, nie tworzących ani wybitnych wałów moren czołowych, ani też nie zaznaczających się fizjograficznie. Utwory te, przeważnie obecnie mocno zalesione borem podtatrzańskim, zaznaczają się występywaniem wielkiej ilości pokaźnych eratyków, tkwiących w lasach, łąkach, bagnach i t. d. Pas ten ciągnie się poprzez Olczę, Mursasichlę, Małe Ciche, leśniczówkę w Zasadniej, a przecina go w przeważnej części droga jezdna do Morskiego Oka, dalej występuje on poniżej Łysej Polany na wzgórzach Hurkotu i Porońca. Przy budowie drogi jezdnej do Morskiego Oka przecinano te utwory morenowe, co widać na wkopach gościńca w materjale wybitnie morenowym, a co zatem idzie, naruszono pierwotny wygląd tychże moren. Pas ten więc utrzymuje się przeważnie na wzgórzach międzydolinnych, wzniesionych do przeszło 200 m ponad dnami dzisiejszych dolin, wskazując więc swym rozpołożeniem na znacznie wyższy

ówczesny poziom akumulacji lodowcowej. Moreny czołowej tej fazy akumulacji w tym labiryncie form zniszczonych nie da się wyróżnić, gdyż utwory te zostały przeważnie na-

33



Fot. dr. A. Gadomski.

Morena Toporowych Stawów.

Morena czołowa II-go okresu akumulacji lodowcowej, zamykająca miskę końcową Toporowego Stawu 1095 m (obszar doliny Suchej Wody). — Zdjęcia dokonano z gościńca do Morskiego Oka, w punkcie leśniczówki na Brzezinach u wejścia do Capowskiego Lasu. Morena ta wznosi się na 50 m ponad gościńcem, otaczając Toporowy Staw, którego zwierciadło rozpościera się zaraz poniżej sterczących na szczycie drzew. Staw jest miską końcową, obecnie będącą w stanie zatorfienia, wypełnioną trzema małemi zbiornikami wodnemi, wskazującemi na znacznie większy pierwotny wodostan. — Morena czołowa w stronę południowo-zachodnią ciągnie się ku szczytom Kopienca 1334 m, tworząc wybitny wał nad doliną Olczyską, dociera do Hali Gąsienicowej; zamykając z tej strony obszar glacjalny doliny Suchej Wody. W stronę natomiast wschodnią w odległości paruset metrów przedziera się poprzez moreny potok Sucha Woda a morena ciągnąc się przez wzgórza zwane Kobyłą zamyka obszar Suchej Wody i Pańszczycy od wschodu.

ruszone erozją rzeczno-lodowcową, której osady również leżą bardzo wysoko (n. p. poziom Antołówki), wzniesiony na 130 m ponad Zakopanem. Na południe natomiast od drogi jezdnej do Morskiego Oka natrafiamy już na pas mo-

renowych wałów, należących do młodszego okresu akumulacji lodowcowej.

Utwory morenowe młodsze (Faza II). Pas ten, należący do II-go cyklu mniejszego, ale lepiej zachowanej akumulacji lodowcowej, jest już związany genetycznie z dolinami. O ile więc w poprzedniej fazie akumulacja utworzyła u stóp Tatr jeden wielki amfiteatr morenowy, to w fazie II-giej mamy już do czynienia z amfiteatrami morenowemi, ale ściśle dolinnemi. A więc także amfiteatry morenowe dolinne wytworzyły się w obszarze dolin Suchej Wody, Białki i Jaworowej, jako walnych północnych stoków W. Tatr.

W obszarze Suchej Wody tworzą one piękny wieniec moren czołowych (fotografja: Morena Toporowych Stawów), okalających resztki wysychających stawów Toporowych, postępując ku E. poza przełomem Suchej Wody, zaznaczają się wałem morenowym, zwanym Kobyłą, zamykając w ten sposób czołami moren całą dolinę Suchej Wody. W obszarze doliny Białki odpowiednikiem tej fazy akumulacji są moreny czołowe, zalegające Czerwone Brzeżki — eratyka Rusinowej Polany, dalej w okolicy Gołego Wierchu na wysokości 1180 m i Łysej Skałki, utwory, tworzące pewnego rodzaju wał morenowy, z którego od czasu do czasu sterczą starsze warstwy skałek mezozoicznych. Utwory te są wzniesione dzięki zachowanym kształtom swych wałów, stwarzających formy wybitne, do 250 m nad dna dzisiejszych dolin.

Utwory morenowe III-ciej fazy. Serja tych utworów tworzy zwłaszcza w obszarze Suchej Wody piękne linje krajobrazowe, natomiast w reszcie dolin ograniczoną już jest do akumulacji o stosunkowo niskim poziomie dennym, albowiem do utworów moren czołowych, zamykających już dzisiejsze dna dolinne. Do fazy tej należy n. p. w dolinie Kondratowej morena czołowa Kuźnicka, zauważona już od czasów prof. Altha *), gdzie zamyka wałem

*) Alth. Sprawozdanie z badań geologicznych. Spraw. Kom. Fizjogr. Kraków. XIII. r. 1879, str. 260.

wprawdzie bardzo zniszczonym w poprzek doliną Kuźnicką w poziomie 950 m (patrz rysunek 40). W obszarze doliny Suchej Wody utwory tej trzeciej fazy znajdujemy już nieco zróżniczkowane w amfiteatrze morenowym, zgrupowanym dookoła poszczególnych dolin. N. p. idąc drogą na Polanę Waksmundzką z Jaszczurówki, utwory tej fazy spostrzegamy w okolicy na południe od Polany Psiej Trawki, gdzie łączą się ze sobą moreny lewe i prawe Suchej Wody, tworząc długi wał po lewej stronie, ciągnący się jak wiadukt od Kopy Królowej 1630 m dół ku Toporowym Stawom (fotografja: Widok z Nosala). Również oddzielnie występujące utwory

34

Fot. dr. A. Gadomski.

Widok z Nosala 1215 m, ku (S. E.) południ.-wschodowi. Na dole, na pierwszym planie, rozciąga się dolina Olczyska, poza nią długa ciemna linja zalesiona, to obszar morenowy Suchej Wody. Jest to morena boczna lewa IIIgo okresu zlodowacenia, biegnąca od Hali Gąsienicowej w kierunku północno-wschodnim, aż do czoła moreny pod Psią Trawką 1175 m. W głębi szczyty widoczne to Koszysta 2193 m, wgłębienie Krzyżnego 2110 i Buczynowe Turnie.

doliny Pańszczycy, a zaznaczone morenami czołowymi w lasach nad Potokiem Pańszczyckim, na odcinku drogi turystycznej pomiędzy Polaną Psiej Trawki, a Waksmundzką, należą do tej fazy. Wreszcie w obszarze doliny Białki przy Łysej Polanie 967 m, znajdujemy wybitną morenę czołową, ciągnącą się w poprzek doliny od podnóża Łysej Skałki, aż po zbocza Spiskiej Skałki, a przebitą małym wyłomem dzisiejszej Białki i rozkopem drogi jezdnej. Morena ta wznosi się do wysokości 10—20 m ponad poziom wody i stanowiła swego czasu zakończenie się lodnika Białki w miejscu bramy dolinnej, położonej u wylotu Tatr w wysokości 950 m.

(Ślady dawnego stawu w nasypach doliny i meandrowaniu *) odnogi Białki pomiędzy poszczególnymi głęboczkami), t. j. miejscami głębszemi.

Moreny faz stadjalnych. Posuwając się w głąb dolin tatrzańskich, napotykamy już w górnych ich częściach pasy moren czołowych, bocznych, dobrze zachowanych a zgrupowanych w bezpośrednim prawie sąsiedztwie w liczne wały, początkowo w poprzek zamykające doliny korytowe (n. p. moreny Rybiego Potoku, a w związku z tem tarasującą jezioro Morskiego Oka), potem jednak już w górnych partjach nałożone na ryglach form glacjalnych (rygiel Czarnego Stawu, przykryty moreną). Z zestawienia ich liczby i występywania w dolinach północnych sądzić można o ilości faz tej stadjalnej akumulacji. Dolina Suchej Wody w odcinku Czarnego Stawu pod Kościelcem wykazuje 3 takie wały morenowe, biegnące w poprzek doliny.

1) Morena poniżej schroniska na Hali Gąsienicowej 1400 m.

2) Morena w pobliżu Kamienia Karłowicza, wysokości około 1540 m, ze śladem stawu wyschniętego powyżej.

3) Morena, przykrywająca w wys. 1690 m rygiel skalny Czarnego Stawu pod Kościelcem. Dolina Roztoki i Pięciu Stawów wykazuje następujące moreny:

1) Moreny przy szałasach na Hali Roztoki 1289 m.

2) Morena czołowa w dolinie Roztoki w wysokości 1357 m, położona powyżej Hali 1289 m, z typowym kamieńcem, wyżej położonym, a świadczącym o czasowym spiętrzeniu się tutaj wód w jezioro (analogja co do położenia do Morskiego Oka, jako jeziora położonego w żłobie glacjalnym, a zatamowanego morenami).

3) Utwory morenowe, nałożone na wewnętrznej stronie gór ryglowych Siklawy, sięgające do 1700 m.

---

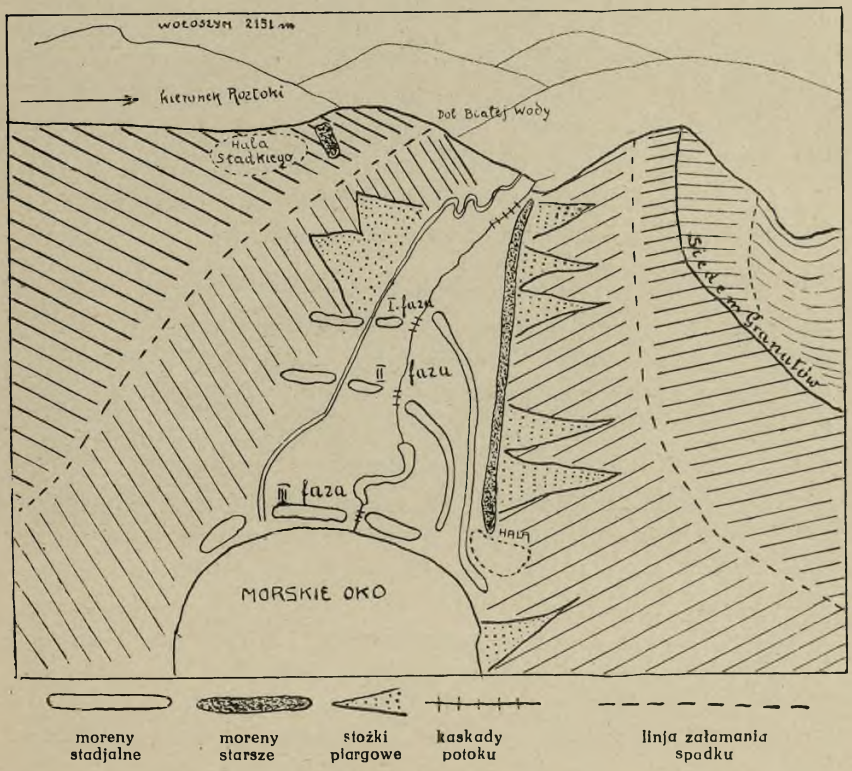
*) Meandrowaniem nazywamy tworzenie zakoli przez rzekę.

4) Utwory morenowe, przykrywające rygiel Czarnego Stawu pod Kotelnicą (1742 m), wysokość 1734 m.

5) Morena czołowa, przykrywająca rygiel, a właściwie stopień doliny Kołowej 1910 m pod Zawratem.

Dolina Żabich Stawów Białczańskich wykazuje również istnienie 4 faz akumulacji stadjalnej, zaznaczonej 2 mo-

34a



Dolina Rybiego Potoku, widziana z drogi na przełęcz pod Chłopkiem.

renami czołowemi samodzielnemi i 2 morenami przykrywającemi rygle skalne stawów karowych. To samo odnosi się do doliny Rybiego Potoku, gdzie formy te są bardzo typowo rozwinięte w 4 fazach moren czołowych i bocznych: 1) faza w odległości 1000 m w dół od Morskiego Oka; 2) morena w odległości 600 m (ślady jeziora morenowego po-

niżej Morskiego Oka); 3) morena czołowa Morskiego Oka 1393 m; 4) morena przykrywająca rygiel Czarnego Stawu pod Rysami 1587 m. Wreszcie dolina Białej Wody wykazuje: 1) wał morenowy poniżej Polany pod Wysoką 1306 m, ze śladem jeziora korytowo-morenowego, obecnie zupełnie już nieistniejącego; 2) moreny nałożone na stopniach dolin wiszących, n. p. morena zamykająca rygiel Stawu Czeskiego 1612 m. Tyle co do dolin walnych, co zaś do małych bocznych wiszących dolinek znajdujemy w nich także nałożone moreny faz stadjalnych, n. p. dolinki Opalona 1770 m, Buczynowa 1799 m i inne. Sumując te wszystkie dane, wynikłe z obserwacji moren stadjalnych, możemy na ich podstawie stwierdzić obecność powtarzającego się kilkakrotnie zjawiska akumulacji stadjalnej (cztery fazy).

Utwory morenowe szczątkowe. Fakt znalezienia resztek moreny na Uboczy Opalonego w wysokości około 1500 m naprowadził mnie na wydzielenie specjalnego typu moren szczątkowych, należących do starszych faz a zachowanych tylko w pewnych wysoko położonych punktach, dzięki izolowaniu i odsunięciu tychże miejsc od działań późniejszych erozji i denudacji. Morenę tą zauważył jeszcze Uhlig, umieszczając ją na swej mapie geologicznej w miejscu Uboczy Opalonego na grzbiecie, dzielącym dolinę Roztoki od doliny Rybiego Potoku. Utwory te składają się z głazów morenowych, noszących wybitne ślady lodowcowe, a które osiadły w tem miejscu, jako moreny brzeżne. Tak wysoko położona boczna morena, leżąca do tego na dziale wodnym pomiędzy dwoma żłobami lodowcowemi, dowodzi czasowego przepływu lodowca poprzez obecny ten dział i łączenia się obu lodowców w pobliżu tego miejsca. Czas tego przepływu może być odniesiony tylko do najstarszej I. fazy lodowcowej, dającej się odczytać z krajobrazu, do lodowca najzasobniejszego w miąższość i posiadającego wyższe dno, odpowiadające I-szemu żłobowi lodowcowemu. Zatem utwory te możemy zaliczyć do utworu morenowych najstarszych I. fazy akumulacji lodowcowej (patrz rys. 34 a).

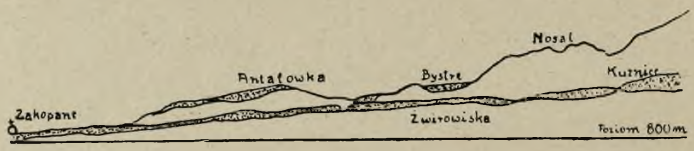
6. Formy fluwjoglacjalne (Chronologja i podział tychże).

Formy te pierwszy opisał Alth w roku 1881 *), zajmując się tatrzańskiemi żwirowiskami Dunajca, które ciągną się z Dunajcem aż po przełom w Pieninach, dalej znajdują się w dolnym biegu potoków spływających z pogórza Gubałowskiego ku Dunajcowi, dalej na Orawie. Te tak daleko sięgające żwirowiska nasuwały Althowi myśli, że są chyba morenami i że w takim razie lodowce schodziły z Tatr daleko na Podhale. Alth więc nie odróżnił pojęcia utworów fluwjoglacjalnych od moren i zajmując się żwirowiskami, uważał je za moreny. Uhlig **) wyróżnia utwory te, oznaczając je na swej mapie geologicznej ***) jako terasowane piaski i żwiry i umieszczając je wzdłuż odpływów z Tatr. Na północnych stokach tatrzańskich wyróżnia materjały rzeczno-lodowcowe, Studziennego potoku, Orawicy, Czarnego Dunajca, Zakopiańskiej dol. Olczyskiej, Suchej Wody, p. Filipki, Białki i Jaworowej. Partsch ****) zajmuje się żwirowiskami okolic Zakopanego i segreguje je w następujący sposób: Zakopane leży w obszarze żwirowisk lodowcowych i tworzy wielką płaszczyznę, sięgającą od Gubałówki aż na południe po Kuźnicę, gdzie płaszczyzna ta przytyka do moreny czołowej Kuźnickiej. Płaszczyzna ta usypaną jest we wcięciu dolinnem pomiędzy Nosalem i Krokwią, a przerzyna ją potok Bystry. Otóż płaszczyzna ta stanowi dla Partsch'a I-szy poziom (powierzchnię fluwjoglacjalną) i nazywa ją dolnemi żwirowiskami terasowemi. Dalej wydziela on 2 powierzchnię, wznoszącą się na 10 m terasie doliny Bystrego u stóp Nosala (w miejscu osady Bystre). 3-cią zaś powierzchnię, wznoszącą się do 60 m ponad doliną a zaznaczoną występowaniem bloków eratycznych, umiejscowia na Antołówce 962 m. Badania te wykazały istnenie 3-ch poziomów, z zachowanymi na nich osadami polodowcowymi, najstarszy poziom Antołówki

*) Alth. Sprawozd. z badań geologicznych.
**) Uhlig. Geologie des Tatragebirges. Wien 1897.
***) Uhlig. Mapa geologiczna Tatr. Atlas Geologiczny Galicji.
****) Partsch. Die Eiszeit in den Gebirgen Europas. Wrocław 1904.

zachował się tylko jako izolowany, II-gi poziom Bystrego, III-ci poziom Zakopanego 837 m, wypełniający dno dolinne, wcięte w poziom II-gi (patrz rys. 35). Lucerna w roku 1908 *) zajmuje się jeszcze szerzej utworami rzeczno-

35



Rok 1908. Pogląd Partscha.
Morena w Kuźnicach się kończy. W jej przedłużeniu ku Pn. są starsze od niej żwirowiska, na Bystrem jeszcze starsze, na Antołówce najstarsze.

lodowcowemi, gdyż osobny ustęp swej pracy omawianiu tych form poświęca. Na południowych stokach wyróżnia następujący szereg utworów, zgodnie ze swym schematem alpejskim.

1) Żwirowiska niższej terasy.

2) Żwirowiska wyższej terasy.

3) Osady młodszych żwirowisk lodowcowych wyżynnych.

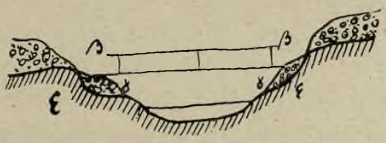
4) Osady starszych żwirowisk wyżynowych.

Przechodząc do żwirowisk strony północnej, podaję opis wielkiego trójkąta pola zakopiańskiego i również podobnie jak Partsch wyróżnia tylko 3 powierzchnie rzeczno-lodowcowe. Badania te bardzo szczegółowo wyróżniają miąższość terasy zakopiańskiej, wynoszącą 8 m, podczas gdy na W. od Zakopanego nad brzegami Cichej Wody terasa ta spada do teras stadjalnych od 1-go m do pół metra grubości, zaś ku E., licząc od kościoła, wynosi około 6 m. Ze swojej strony dodaję tutaj uwagę, że różnice tej grubości pomiędzy zachodem a wschodem spowodowane są kierunkiem głównej osi, dawnego odpływu wód rzeczno-lodowcowych, z doliny Kuźnickiej przez Zakopane w stronę Poronina, podczas gdy od strony Zachodu jedynie tylko

*) Luzerna. Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen. Wien 1908.

szczupłe utwory rzeczno-lodowcowe dol. Małej Łąki, ewentualnie Strążyskiej, układały się w terasę o małej miąższości. Rozważając dalej rozwój utworów dol. Zakopiańskiej, wyróżniono w niej wcięcia młodsze od moreny w Kuźnicach, bo odpowiadające wedle Lucerny przedostatniej Gschnitz i poprzedniej Bühl fazie stadjalnej. Poniżej 1 m terasy Bühlu znaleziono wybiegający 20 cm występ eocenu ponad 1 m terasę Gschnützu, której żwiry znowu spoczywają na 60 cm warstwie eocenu (35 a, po-

35a



Rok. 1908. Pogląd Lucerny.

gląd Lucerny). Ten profil stadjalnej terasy wskazuje, że są one nasypowemi, a czas tej akumulacji przedzielonym był czasem erozji interstadjalnej. W dalszej części opisał Lucerna żwirowiska dolin Kościeliskiej, Lejowej, Chochołowskiej, które to doliny tworzą trójkąt żwirowisk analogiczny do Zakopiańskiego. Reasumując te wywody, stwierdzamy na północnych stokach tatrzańskich niewątpliwie istnienie 3 powierzchni rzeczno-lodowcowych, a przenosząc stosunki zakopiańskie na żwirowiska Suchej Wody, stwierdzamy tylko potężniejszy rozwój żwirowisk tej ostatniej doliny tak, co do miąższości, jak i zasięgu na północ. I tak n. p. pas utworów morenowych najstarszych, zaznaczonych na północ od gościńca do Morskiego Oka w linji Olcza Murzasichle, wyznacza swą powierzchnią płaszczyznę rzeczno-lodowcową. Spód bowiem tejże powierzchni to są niewątpliwie utwory morenowe najstarszej fazy akumulacji lodowca podgórskiego (liczne olbrzymie głazy, tkwiące w całym tym pasie), natomiast zniszczenie tych utworów morenowych przypisujemy erozji rzeczno-lodowcowej, co zaznacza się właśnie brakiem wałów morenowych i pewną wyrównaną płaszczyzną, opadającą jednak statecznie ku północy. Byłaby to górna powierzchnia

rzeczno-lodowcowa, odpowiadająca izolowanej płaszczyźnie Antołówki w Dolinie Zakopiańskiej (żwirów górnych). Górnej terasie Bystrego odpowiada poziom rzeczno-lodowcowy doliny Chowańcówki (Toporowego Potoku), stojący w związku z dawnem łożem lodowcowem poprzez Budzową. Wreszcie terasie Zakopiańskiej dolnej, a więc najniższemu poziomowi odpowiada powierzchnia doliny Suchej Wody przy Capowskim Lesie. Obszar natomiast rzeczno-lodowcowy dolin Białki i Jaworowej ciągnie się żwirowiskami daleko na N. aż ku skalicom pod Białką na Spiszu. Rzeczka bowiem Białka po wyjściu z obrębu Tatr poza Łysą Polaną, płynie pomiędzy otaczającymi je utworami fliszowemi pogórza Gubałowskiego z lewej strony, a Spiskiej Magóry z prawej poprzez Jurgów, Czarną Górę, Białkę, poniżej której opuszcza fliszową dolinę i uchodzi w kotlinę nowotarską. Tam w pobliżu Nowej Białej przełamuje się krótkim, wąskim przejściem poprzez skałki pasu Dursztyńskiego i poniżej miejscowości Frydman uchodzi do Dunajca. Skalicowy przełom Białki stoi w związku prawdopodobnie z olbrzymiemi nasypiskami rzeczno-lodowcowemi, tworzącymi między innemi olbrzymi stożek napływowy przy ujściu do Dunajca. W pobliżu bowiem przełomu skalicowego mamy dwie doliny, jedną wąską a krótką, obecnej rzeki, wciętej pomiędzy dwoma skalicami, a z lewej strony szeroką, starą doliną, położoną na wyższym terasie pomiędzy skalicą 670 m, a Cisową Skałą 686 m, zasłaną utworami rzeczno-lodowcowemi. Obecność dwu dolin obok siebie zdradza epigenezę. W pewnym okresie prawdopodobnie cała dolina była zasypaną utworami rzeczno-lodowcowemi, które przykrywały sobą dość niskie skalice (wys. obecnie 30 m nad Białką); w tej dolinie płynęła rzeka swobodnie meandrując. Wcinając się z biegiem czasu w miękkie utwory nasypowe, odgrzebała skalicę i przepiłowała obecnym przełomem. Żwiry tatrzańskie wymiarów 5—10 cm, znajdują się po obu stronach dość wysoko nad Białką, jak również i znajdujemy je powyżej skalic. Natomiast dolina Suchej Wody wykazuje brak stożków rzeczno-lodowcowych z III-go zlodowacenia, a

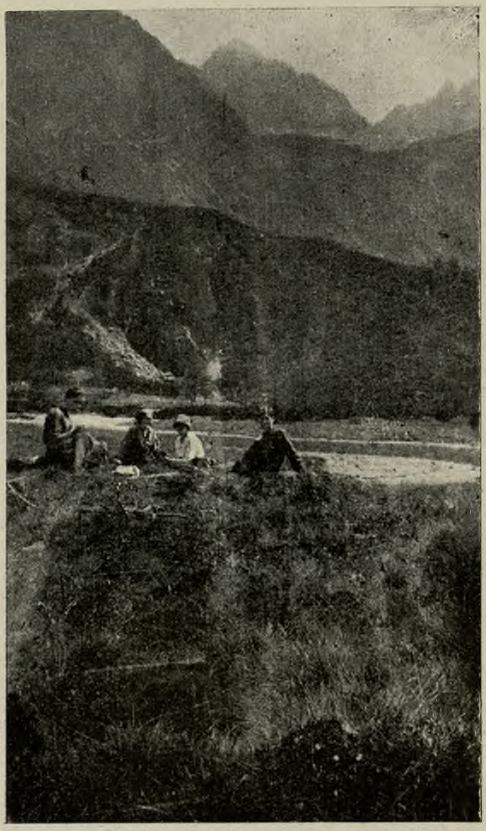
więc stożka, odpowiadającego powierzchni trójkąta zakopiańskiego. Do utworzenia tego stożka nie przyszło z przyczyn strukturalnych. Przepuszczalność bowiem wapieni i dolomitów, otaczających północne zbocza doliny Suchej Wody (Kopa Magury, Kopy Królowe, Kopieniec Wielki i grupa Kopek Sołtysich) uniemożliwiła trwały, powierzchniowy odpływ wód i transport morenowego materjału.

III. Zlodowacenie północnych stoków Tatr.

1. Przegląd morfologicznych form tatrzańskich daje nam możność ocenienia znamion, będących bezpośrednim lub pośrednim wynikiem zlodowacenia, które Tatry przebyły w czasie dyluwjalnym. Budowa geologiczna daje nam tylko wgląd w zaburzenia, które się tam poprzednio w związku z ruchami skorupy ziemskiej odbywały, natomiast wszystko, to, co nadaje główny urok Tatrom, stwarza ich alpejski wygląd, tak różny od Beskidów czy innych gór średnich, jest wynikiem i świadectwem epoki lodowcowej w Tatrach. Przechodząc skalę form, widzimy, iż przewagę mają formy erozyjno-glacjalne, potem idą formy akumulacji lodowcowej, rzeczno-glacjalne, periglacjalne i tworzące się ciągle formy poglacjalne. Dawnych natomiast form przedlodowcowych znajdujemy już nie wiele i tylko na peryferjach gór. Jakież możemy wysnuć wnioski co do zlodowacenia, obserwując poszczególne formy. Analiza poziomów (terasów glacjalnych), pozwala na stwierdzenie 4-ch poziomów erozyjnych, z których 3 górne są terasami wobec najniższego poziomu stanowiącego dolny poziom erozyjny obecnej hydrografji tatrzańskiej. Przechodząc teraz do związanych z temi poziomami form erozyjno-glacjalnych, stwierdzamy na podstawie analizy i chronologji istnienie trzech żłobów lodowcowych, wpuszczonych jeden w drugi, a odpowiadających I, II i III-mu poziomowi erozyjnemu. Formy znowu karowe, związane z poziomami I, II i III-cim, stwierdzają istnienie trzech poziomów tejże erozji od najstarszej, najdolniejszej do najwyż-

szej, najlepiej zachowanej. Ślady wreszcie interglacjalnych wcięć pozwalają przypuszczać o 2-ch fazach tejże erozji, przedzielającej sobą 3 fazy erozyjno-glacjalne (fotografja. Trójkrotność fenomenu erozji glacjalnej). Ślady aku-

36



III poziom

II poziom

1490 *m* I poziom Czarny Staw Jaworowy

Fot. dr. A. Gadomski.

Charakterystyczna trójkrotność fenomenu erozji glacjalnej w progowej budowie doliny Czarnej Jaworowej. W głębi Szczyt Czarny, Przełęcz Stolarczyka i Baranie Rogi. Czarny Staw Jaworowy odpowiada pierwszemu poziomowi erozji glacjalnej, a więc był punktem wyjścia dla pierwszego zlodowacenia, dawny kar zamieniony na basen jeziorny.

mulacji lodowcowej pozwalają na stwierdzenie trzech faz starszych tejże akumulacji i 3—4 faz akumulacji stadjalnej zanikania lodowców. Fazy stadjalne ograniczone są tylko do wnętrza gór, zaznaczając się w głównych do-

linach 3, 4-ma formami moren, w dolinkach zaś bocznych zwłaszcza wiszących 1, lub 2 morenami nasadzonemi na litych formach erozji glacjalnej w miejscu progów, rygli i stopni. Studjum wreszcie terasów rzeczno-lodowcowych doprowadziło do wyróżnienia 3-ch powierzchni rzeczno-lodowcowych. Wreszcie formy periglacjalne dają genezę ostrego reliefu szczytów a w paralelizacji z formami moren i eratyków mogą nam dać sprawdzian materjału skalnego, wyniesionego z Tatr w czasach glacjalnych. Formy poglacjalne zacierają sobą rzeźbę glacjalną, utrudniając poprzez to odczytanie wielu problemów glacjalnych, a formy preglacjalne pozwalają na odtworzenie wyglądu Tatr przed zlodowaceniem tychże.

2. Paralelizacja form dolin głównych.

By odtworzyć stosunki poszczególnych okresów i faz lodowcowych, należy przeprowadzić paralelizację wszystkich poprzednio zaobserwowanych form, zwłaszcza, że ilościowo i jakościowo się ze sobą zgadzają. Ponieważ kary były źródliskami zlodowaceń, przeto najstarsze wyznaczą nam linję źródliskową pierwszego okresu zlodowacenia, dalej najstarsze żłoby i najstarsze moreny, uzupełnią obraz erozji i akumulacji tego okresu. Znajdujące się poniżej najstarszych żłobów stromizny odpowiadają pierwszej fazie interglacjalnej obszaru górskiego erozyjnego, a najstarsze powierzchnie rzeczno-lodowcowe I-szej fazie fluwjoglacjalnej obszaru, akumulacji lodowcowej. To samo odnosić się będzie do paralelizacji form młodszych i najmłodszych, gdyż wszędzie w stosunkach naszego terenu zyskujemy zgodność pomiędzy jednymi a drugiemi formami, pozwalającemi na tej podstawie sądzić o 3 głównych zlodowaceniach. Natomiast ślady stadjalnej akumulacji lodowcowej we wnętrzu gór nie mają już tej paralelizacji z formami erozyjno-glacjalnemi, ze względu na zbyt małą przestrzeń, dzielącą te stadjalne moreny od obszarów erozji glacjalnej. Poprostu najmłodsze fazy cofania się lodowców, nie zaznaczyły się intenzywną erozją glacjalną, zostawiając jedynie tylko formy akumulacyjne w postaci moren w górnych

częściach dolin, kotłach lodowcowych, ewentualnie przerabiając nieco i odmładzając dawne formy erozyjno-glacjalne. W każdym razie fazy te stoją w ścisłym związku z formami 3 poprzednich okresów, umiejscowiając się w karach, korytach i składając tamże swe osady. Częstokroć stadja te można n. p. z karów otrzymać, gdyż przynależne do nich moreny leżą w pobliżu poniżej grobli karowych. W szczegółach, zaczerpniętych z obszaru doliny Białki, Suchej Wody i doliny Zakopiańskiej paralelizacja ta przedstawia się następująco.

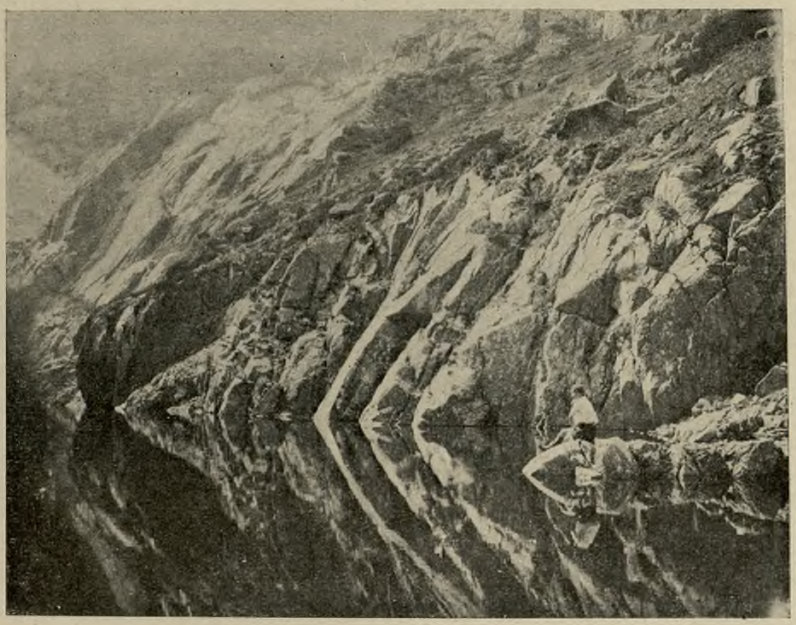
I-sze, najstarsze zlodowacenie *), sięgało na północ po linję Olcza, Mursasichlę-Poroniec, wychodziło więc poza właściwe Tatry, tworząc u stóp tychże lodowiec Podgórski (Piedmontgletscher). Koniec położenia trudno określić, ze względu na późniejsze obniżenia terenu, skutkiem procesu denudacji. W każdym razie zniszczone ślady kończyn tej akumulacji wznoszą się do 200 m ponad dnem dolin dzisiejszych, wskazując swym rozpołożeniem na znacznie wyższy ówczesny poziom dna akumulacji końcowej lodowca. Tą akumulację najstarszą paralelizujemy z najstarszem stadjum erozji glacjalnej, zaznaczonym w zniszczonych karach poziomu I-go (1600—1500 m), a tworzącego poziom basenów jeziornych, które występują następująco: Dolina Suchej Wody, Czarny Staw pod Kościelcem 1620 m dno 1573 m — Czerwony Staw w Pańszczycy 1650 m.

Dorzecze Białki: Dolina Pięciu Stawów, Wielki Staw 1669 — dno 1609 m, Przedni Staw 1672 — dno 1642 m, Dolina Rybiego Potoku, Czarny Staw 1584 — dno 1500 m, Dolina pod Mnichem 1620 m, Dolina Żabich Stawów Białczańskich dolny Staw 1676 m, Dolina Białej Wody, Czeski Staw 1612 m, Kaczy Staw 1577 m. Poziom tych stawów stanowi pas basenów glacjalnego przegłębienia, na które pierwotne kary przemieniły się skutkiem następnych procesów zlodowaceń. Ściany karowe uległy zniszczeniu a pozostały tylko pierwotne zagłębienia miedniczkowate, w postaci obecnych obszernych basenów. Żłoby lodow-

*) Patrz Mapa I-szy okres lodowcowy.

cowe tego I-szego okresu zaznaczone są pierwszą linją ścianek, licząc od góry (n. p. ściany Żabiego Szczytu Niźnego (patrz rys. 32). Były to szerokie glacjalne doliny, o wysokiem dnie, a wpuszczone w preglacjalne doliny tatrzańskie. Górne części tych żłobów tworzące powyżej linji ścianek, tylko pochyłe stromizmy podszczytowe są częściami preglacjalnych zboczy, które to potem skutkiem me-

37



Fot. dr. A. Gadomski.

Zmarzły Staw pod Wysoką, przykład wpuszczonego w skalny kocioł jeziorka karowego.

chanicznych procesów wietrzenia spotęgowanego bezpośrednim sąsiedztwem lodowców, uległy przemianie z preglacjalnych form na peryglacjalne formy podszczytowe i szczytowe. II-gi okres lodowcowy (patrz mapa. Drugi okres lodowcowy), zaznaczony akumulacjami pasu moren Toporowego Stawu i Hurkotu, łączymy z pasem karów częściowo zachowanych a trzymających się II-go poziomu erozyjnego 1800, 1700 m. Karom tym odpowiadają w obszarze Suchej Wody:

Zmarzły Staw pod Zawratem (patrz fotografja 14-ta) 1785 m.

W obszarze Białki w Dolinie Pięciu Stawów Polskich: Czarny Staw pod Kotelnicą 1724 m.

W dolinie Rybiego Potoku: Dolina za Mnichem (patrz fotografja 29-ta) (poziom stawków Staszica) 1810 m.

W dolinie Białej Wody: Zmarzły Staw pod Wysoką (fotogr. 37-ma: Zmarzły Staw pod Wysoką) 1779 m. Litworowy Staw 1840 m. Dolina Świstowa (taras) 1818 m. Dolina Rówienki (kar dolny) 1775 m. Dolina Waksmundzka 1737 m.

Dolina Żabich stawów Białczańskich Wyżni Staw 1702 m.

Żłoby lodowcowe tego okresu zaznaczone są 2-gą linją ścianek.

III-ci okres*) akumulacji moren czołowych, zamykających ujścia dolinne w poziomie 900 m, łączymy z karami III-go poziomu 1900—2000 m. Pas karowy doskonale zachowany występuje: w Suchej Wodzie — Kar Koziej Dolinki 1900 m; w Pięciu Stawach — Kar Stawu pod Kołem 1890 m; w Rybim Potoku — Kar pod Liptowskiemi Murami 1895 m (patrz fotogr. 29); w Żabich Stawach Białczańskich — tarasy w poziomie około 1890 m; w Białej Wodzie — Kar pod Czeską Turnią 1898 m; kar Doliny Kaczej 1950 m; kar pod Hrubą Turnią 1920 m; kar Rówienki górny 1960 m; kar górny Dol. Waksmundzka 1890 m.

Okresowi temu odpowiadają najdolniejsze i najwspanialsze żłoby lodowcowe O-wego poziomu, a więc żłoby Roztoki, Rybiego Potoku i Białej Wody pod Młynarzem. Paralelizm faz stadjalnych, zaznaczonych morenami, cofającego się lodowca, z formami erozyjnemi można odnieść tylko do poprzedniego poziomu erozyjnego, wyżej bowiem wciętych karów nie napotykamy. Dowodzi to, że fazy te nie zaznaczyły się własnemi formami erozyjnemi; jedynie ograniczając się do wykorzystania form poprzedniego okresu i na coraz bliższem składaniu utworów swej akumulacji,

*) Patrz Mapa III-ci okres lodowcowy.

tak, że w końcu utwory te leżą wprost na utworach erozyjnych (moreny na groblach karowych) III-go okresu zlodowacenia.

Boczne doliny.

Te same zjawiska, zaobserwowane w czasie zlodowaceń dla głównych dolin, można odnieść do bocznych z tą różnicą, iż w tych ostatnich, dzięki ich krótszemu rozwojowi, formy są więcej ścienione, a więc mamy kary schodowe, albo nawet wcięte jedne w drugie — koryta, o ile mogły się rozwinąć, są korytami niedostosowanemi i opadają stopniami ku walnym. Odpada paralelizm z utworami akumulacji przy 3-ch starszych okresach lodowcowych, gdyż moreny tych lodowczyków powędrowały z głównemi lodowcami, nie mogąc się w fazach dopływowych osadzić. Natomiast w fazach stadjalnych, gdy w walnych dolinach nie było już lodowców, moreny te w zalodzonych jeszcze bocznych dolinkach mogły się osadzić — (nasadzone na stopniach i groblach karowych dol. Opalona, Buczynowa (patrz rys. 7) i inne).

Naucz. Paweł Cichy

3. Problem granicy wiecznego śniegu.

A. Granica wiecznego śniegu w teraźniejszości.

Pola wiecznych śniegów, związane z teoretyczną granicą, występują tylko w W. Tatrach w pasie od Mięguszowieckich szczytów ku wschodowi, aż po szczyt Kieżmarski, w innych natomiast miejscach występujące wieczne śniegi są już zjawiskiem orograficznem. Granicę obecną wiecznych śniegów obliczono dla Tatr w sposób teoretyczny; jeżeli wysokość tych linij dla Alp Oetztalskich i Wysokich Turni pod 47° szerokości oznaczono z wielką dokładnością na 2800 m, a dla Norwegji (Jostedal) w szerokości 61° na 1600 m, to linja ta obniża się z każdym stopniem geograficznym o 160 m. Jeżeli wysokość tej linji dla wschodnich Alp pod szerokością 47° wynosi 2800 m, to dla

Tatr w szerokości 49.25° wyniesie 2440 m. Ponieważ zaś w pasie W. Tatr, licząc jedynie wierzchołki osobne, mamy 9 szczytów ponad 2500 m, powinnyby więc one pokryte być wiecznym śniegiem, a mimo tego w czasie późnego lata szczyty te są wolne od śniegów. Śniegi jednak wieczne nie mogą się na szczytach tych utrzymać z powodu ich odosobnienia, ich ograniczonej powierzchni i nadzwyczajnej stromości. Spadają więc w lawinach w dół, reszta zaś ulega w lecie wytopieniu, wyparowaniu i spłukaniu przez deszcze, tak, że warunki morfologiczne stoją na przeszkodzie wytworzenia się stałej pokrywy firnowej. Natomiast w zacienionych kotłach poniżej linji wiecznego śniegu zachowują się zwłaszcza w W. Tatrach liczne pola wiecznych śniegów, razem około 40 pól, które z nastaniem każdorazowego lata silnie szczuplejąc, jednak potrafią przetrwać aż do zimy. Linję tych śniegów obliczyli *) na wysokość 2100 m i 2200 m. Przy wytyczaniu jednak tej problematycznej linji autorzy nie liczyli się z właściwą budową Tatr, gdzie w tej wysokości znajduje się szczupła ilość obszernych kotłów skalnych, gdzie śniegi te mogłyby znaleść przytułek. I tak należy granicę tą obniżyć razem z wystąpieniem kotłów, które tylko najwyżej sięgają do 2000 m. Wieczne śniegi poczynają się więc po północnej stronie tatrzańskiej w wysokości 1600 m, po południowej zaś w wysokości 1800 m, a ustają razem z kotłami w wysokości 2000 m. Partsch **) obliczył granicę wiecznych śniegów dla Tatr w wysokości 2300 m, a otrzymał tą cyfrę przez porównanie płatów śnieżnych tatrzańskich ze szwajcarskiemi w grupie Pilatusa (granica bowiem taka leży wedle niego zawsze nie wyżej, aniżeli o 1—200 m ponad dolnemi kończynami małych pól wiecznych śniegów). Partsch zaś uważał za najniższe pole wiecznego śniegu pole północne stoków Łomnicy w wysokości 2050 m. Reasumując te wy-

---

*) Wahlenberg. Flora Carpotorum principalium. Göttingen 1824, p. 53 i Fr. Fuchs: Die Zentral-Karpathen mit den nächsten Voralpen. — Pest 1863.

**) Partsch. Die Gletscher der Vorzeit in den Karpathen. Wrocław 1882.

wody i próby ustalenia tejże granicy, możemy powiedzieć, że obecna granica wiecznego śniegu przebiega dziś w Tatrach na wys. 2300—2450 m, natomiast t. zw. Ratzlowska dolna granica orograficzna wiecznego śniegu, określająca dolną granicę odosobnionych płatów przebiega na stokach południowych w wys. średniej 1930 m, na stokach północnych pomiędzy 1600 a 2000 m.

B. Granica wiecznego śniegu w Tatrach w czasie dyluwjalnym.

Przegląd glacjalnych form, pozwala niezbicie sądzić, że Tatry w czasie epoki lodowej pokryte były w zupełności całunem wiecznego śniegu, czyli, że dzisiejsza granica musiała ulec bardzo znacznym obniżeniom. Potem największym zlodowaceniu jeszcze 2-krotnie powracała w Tatrach faza zlodowacenia, ale coraz słabsza. Granica wiecznego śniegu posuwała się stale w górę, lodowce były coraz krótsze i słabsze, a skutek ich pracy coraz mniejszy. W każdym razie 3 starsze fazy pozostawiły po sobie ślady tych samych typów, a tylko końcowe fazy cofania się, nie zdołały się już wciąć głęboko w kadłub górski, pozostawiając jedynie moreny. A więc z obserwacji faz glacjalnych możemy wnioskować o wysokości położenia tejże granicy raz na podstawie form erozyjno-glacjalnych, 2-do ze zjawisk akumulacji lodowcowej. Z form erozyjno-glacjalnych wysuwają się na I-szy plan obserwacji kwestje zmienności poziomu dna karów, jako związane z podnoszeniem się tejże linji. Na tem się opierając, możemy przyjąć, iż dna karów poszczególnych faz odpowiadają mniej więcej przebiegającej granicy śnieżnej danej fazy. Granica bowiem wiecznego śniegu odpowiada tej wysokości, w której miąższość lodu była największą tak, że mogła wytworzyć zagłębienia karów. Kary jednak jednej i tej samej fazy nie leżą w jednych i tych samych poziomach, a wzrost poziomów dna karów jest następstwem wysokości gór. Zatem, by otrzymać ścisłe dane, należy przyjąć, iż najniższy kar danego masywu wyznacza granicę firnu ze względu na proces erozji lodow-

cowej. A więc w dorzeczu Białki na podstawie dna najniższego karu Czarnego Stawu pod Rysami, leżącego w wys. 1507 m, a przynależnego do I-szej fazy erozji glacjalnej, możemy przypuszczać, iż wysokość linji wiecznego śniegu w czasie pierwszego zlodowacenia wynosiła około 1500 m. W 2-giem zlodowaceniu 1650 m (poziom denny karu Żabiego Stawu Białczańskiego Wyżnego 1680 m. W 3-cim okresie około 1800 m (kar stawu pod Kołem dno zasypane piargami 1860 m). Dlatego bierzemy nieco niższe cyfry, aniżeli rzeczywiste dna karów, ponieważ, jak tego uczą obliczenia, dokonywane na lodowcach, linja wiecznego śniegu leży zawsze nieco poniżej dna karów. Zjawiska znowuż akumulacji lodowcowej oparte na obserwacji dzisiejszych lodowców pozwalają przypuszczać, że granicę wiecznego śniegu wyznacza wysokość, do której dochodzą moreny brzeżne, wyżej bowiem musiał opad śniegu przewyższać rozmiary tajania, a tem samem tworzenie się moren brzeżnych było wykluczonem. Moreny jednak tatrzańskie brzeżne starszych faz są przeważnie zniszczonemi i tylko w rzadkich wypadkach się zachowały. N. p. z faktu znalezienia moreny bocznej na Uboczy Opalonego w wys. około 1500 m *) możemy wnioskować o przebiegającej w pobliżu granicy dyluwjalnej wiecznego śniegu, zwłaszcza, że wyżej już śladów takiej moreny nie znajdujemy. Tak więc dla I-go zlodowacenia i metoda najniżej położonego dna karowego i najwyżej położonych moren bocznych **) w zupełności się ze sobą pokrywają dla wyznaczenia linji wiecznego śniegu. Dla II-go i III-go zlodowacenia nie znajdujemy odpowiedników w postaci najwyższych moren bocznych, pozostać więc musimy tylko przy poziomach najniższych karów. Wysokości linji wiecznego śniegu w fazach stadjalnych na podstawie metody najniżej położonych karów, nie można obliczyć. Nie znajdujemy już bowiem powyżej karów 3-go okresu zlodowacenia wcięć, związanych z tworzeniem się nowych wyższych karów, czyli, że w rezultacie lodowce

---

*) Utwory mornowe szczątkowe patrz str. 60 i rys. 34 a.

**) Penck-Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter (stosują obie metody dla obszarów dawniej zlodowaconych). Lipsk 1903.

faz stadjalnych nie zaznaczyły swego pobytu w górach własnemi formami karowemi, ograniczając się tylko jedynie do wykorzystywania form 3-go zlodowacenia. Natomiast fazy te zaznaczyły się wybitnemi utworami morenowemi, świadczącemi o 4-krotności etapu cofania się lodowców, a z niemi linji wiecznych śniegów ku górze. O ile utwory te jako czołowe moreny doskonale się w krajobrazie zaznaczają, o tyle w wypadku moren bocznych brak jest tej konserwacji, skutkiem przysypania tychże utworów w I-szym rzędzie piargami stożków nasypowych, tak, że tylko w rzadkich wypadkach można ocenić wysokość maksymalną tychże utworów (morena boczna w dolinie pod Kołem w wys. 2000 m, przy Zmarzłym Stawie pod Polskim Grzebieniem 2200 m, powyżej Kaczego Stawu 2100 m — pozwalają przypuszczać, iż podniesienie linji wiecznego śniegu odbywało się równomierną skalą aż do dzisiejszej *). W I-szej fazie stadjalnej linja wiecznego śniegu przebiegała w wysokości 1900 m, w 2-giej podniosła się o dalsze 100 m na 2000 m, w 3-ciej podniosła się o dalsze 100 m na 2100 m, w 4-tej podniosła się o dalsze 100 m na 2200 m, w aluwium wznosiła się na 2300 m, a obecnie wynosi około 2400 m.

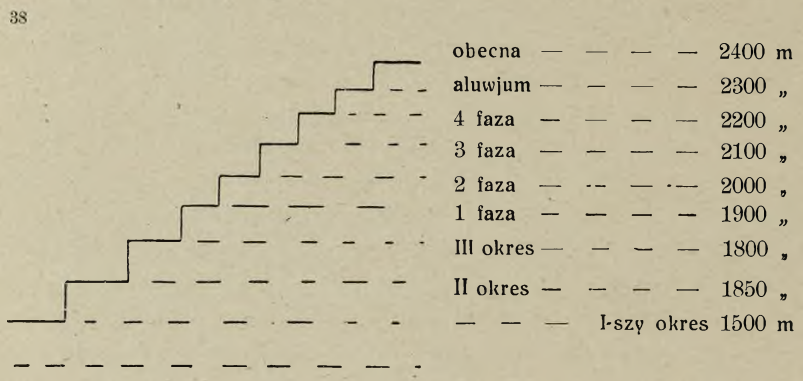
Cały proces wznoszenia się granicy wiecznego śniegu w Tatrach przedstawia się następująco (rys. 38-my):

Dane co do granicy wiecznych śniegów w poszczególnych zlodowaceniach odnoszą się tylko do centrum W. Tatr jako masywu najwyżej wzniesionego i o poziomach karów w stosunku do reszty gór nieco wyższych. W Zachodnich bowiem Tatrach i Zakopiańskich kary wykazują o wiele niższe poziomy, na północy na peryferji schodzą nawet bardzo nisko do 1300 m, a zatem granica wiecznego śniegu musiała tam w czasie dyluwjalnym sięgać niżej. Zjawisko to powtarza się i w innych masywach górskich, n. p. kary wyżłobione w północnych stokach Świdowca **) mają o przeszło 100 m niższy poziom, niż kary Bliźnicy, która

*) Cyfry wedle metod Kurowskiego i Pencka są zbliżonemi do tych liczb zaokrąglonych.

**) Prof. Romer. Epoka lodowa na Świdowiu. 1908, str. 52.

o ten sam wymiar przewyższa najwyższe szczyty stoku północnego. Wyższy poziom karów, a z niemi wyższą granicę wiecznych śniegów w W. Tatrach, tłómaczymy tem, że górna granica lodowca musi się podnosić w miarę wzrostu gór ponad granicę firnu, przeto wzrost poziomu dna karów jest koniecznem następstwem wzrostu wysokości gór. Rezultatem tego jest, że granica wiecznego śniegu w Tatrach podnosiła się od peryferji ku wnętrzu gór, względnie wraz z masywnością gór, co stało w związku z ich in-



tenzywniejszem rozgrzaniem w godzinach południowych. Dla uzupełnienia wartości liczb granicy wiecznego śniegu otrzymanych metodami, opartemi na zjawiskach akumulacji i erozji lodowcowej, podam cyfry dla stadjalnych faz na podstawie metody empirycznej Pencka *), która to metoda daje wyniki bardzo zbliżone do metody Kurowskiego **). Wedle tej metody granica wiecznego śniegu w danym dorzeczu lodowcowem znajduje się w pośrodku między najdolniejszym zasięgiem lodowca, a średnią wysokością głównego obramienia lodowca.

---

*) Penck. Die Alpen im Eiszeitalter.

**) Kurowski. Die Höhe der Schneegrenze. Pencks Geografische Abhandlungen. Bd. V. Heft I. 1891.

Granica wiecznego śniegu faz stadjalnych.

Średnia absolutna wysokość szczytów wynosi 2357 m *). Dolna granica lodowa I fazy stadjalnej odtworzona na podstawie szczątków moreny w dolinie Roztoki wynosi 1289 m. Granica wiecznego śniegu, odtworzona empiryczną metodą Pencka, wynosi 1283 m. Dolna granica lodowca II-giej fazy stadjalnej, odtworzona na podstawie szczątków moreny czołowej w dolinie Roztoki wynosi 1350 m. Granica wiecznego śniegu 1854 m. — Faza III-cia. Średnia wysokość ta sama. Dolna granica lodowa (moreny nałożone na ryglu Siklawy od strony W. Stawu) 1700 m. Granica wiecznego śniegu 2026 m. — Faza IV-ta. Dolna granica lodowa (morena na ryglu Czarnego Stawu pod Kotelnicą) 1736 m. Granica wiecznego śniegu 2047 m. — Faza V-ta. Dolna granica lodowa (morena na ryglu Stawu pod Kołem) 1910 m. Granica wiecznego śniegu 2134 m.

IV. TRANSFLUENCJE LODOWCOWE.

Lodowiec doliny Białej Wody i jego transfluencje w dolinę Roztoki i Filipek.

Na podstawie dokładnie zebranych form erozyjno-glacjalnych i akumulacyjnych można przystąpić do próby odtworzenia dawnego lodowca tejże doliny. Analizując i syntezując amfiteatr dolin wiszących tejże doliny, można uważać za rzecz pewną, że główny lodowiec wyszedł z dolin Kaczej i Litworowej. Dowodzą tego boczne dolinki (patrz fotograf. ryc. 6-ta) Czeska i Świstowa, uchodzące do walnej, progami niedostosowanej erozji glacjalnej. Tutaj w miejscu dzisiejszego zamknięcia korytowego, nastąpiło połączenie się lodowczyków: Czeskiego, Kaczego, Litworowego i Świstowego w lodowiec Białej Wody (próg

*) Holle. Einteilung und Orometrie des Tatragebirges. — Abhandl. d. k. k. Geogr. Gesellsch. in Wien. 1900, str. 92. Tabl. 17.

konfluencyjny dolin walnych Kaczej i Litworowej). Po tem złączeniu się lodowiec płynął już korytem dolinnem o dzisiaj widocznym typowym kształcie „U“, w starszych fazach w korytach wyżej położonych, w młodszych w niższych i wciętych w starsze. Na wielką miąższość lodowca, wskazuje doskonale zachowane podcięcie ściany Młynarza (patrz fotograf. ryc. 17) w punkcie 1825 m, wykazujące 500 m różnicę z dzisiejszem dnem, położonem w poziomie 1282 m. Koniec górny korytowego „U“ oznacza linję szczytową zasięgu lodowcowego, powyżej bowiem tej linji ogładzenia mamy już do czynienia z załamaniem spadku zboczy dolinnych. Prostopadła bowiem ściana zboczy korytowych przechodzi w li tylko pochyłe zbocza, sięgające aż po szczyt. Zbocza te o charakterystycznem wcięciu „V“ erozyjnem, odpowiadają prawdopodobnie interglacjalnej erozji wodnej i starszej dolinie, w którą wciętą została dzisiejsza dolina glacjalna. To charakterystyczne załamanie linji podcięcia, obniża się statecznie ku północy, zgodnie ze spadkiem dna koryta glacjalnego, a więc wskazuje dobitnie na równoległość linji podcięcia z linją dna dolinnego. Natomiast linja podcięcia w dolnej części doliny staje się coraz bliższą szczytu Młynarza i jego żebra półn. Skoruśniaka, co stoi w związku z gwałtownem obniżaniem się tych szczytów ku północy, tak, że wreszcie obniżenia te Skoruśniaka znajdują się poniżej problematycznej linji w ten sam sposób przeciągniętej dalej ku N. Wskazuje to dobitnie na wylewanie się lodowca za swego koryta, skutkiem obniżenia się flank korytowych, a nie stosującej się do tychże, wielkiej miąższości rzeki lodowcowej. Przelew ten wedlę moich obserwacyj miał w rzeczywistości miejsce, gdy lodowiec Białej Wody, sięgający w czasie maksimum miąższości pod Młynarzem do wys. 1825 m, a którego podstawę tworzyły znacznie wyższe poziomy erozyjne, przelewał się przez Skoruśniaka 1681 m, spiętrzał skutkiem tego boczny lodnik Żabich Stawów Białczańskich, a w dolnej części lodowiec Rybiego Potoku, co wszystko razem wywołało transfluencję w dolinę Roztoki, popartą — znalezieniem śladów nierównomiernej erozji lodowcowej na

Opalonem „Hala Gładiego ‘ (patrz rys. 34 a), a poniżej śladów morenowych na uboczy Opalonego w wysokości 1500 m i wreszcie wyznaczeniem granicy maksymalnej miąższości walnego lodowca, sięgającego linją ogładzenia do 1825 m (linja bowiem pochyła poprowadzona od U. 1825 m. Młynarza, przykrywa sobą Skoruśniaka, Siedm Granatów, Halę Gładkiego i Ubocz Opalonego. Znalezienie śladów nierównomiernej erozji lodowcowej na Hali Gładkiego przedstawia się następująco. Hala ta znajduje się na NE. stokach kończyn Opalonego Wierchu 2116 m, a prowadzi przez nią ścieżką z dol. Pięciu Stawów Polskich przez Świstówkę do Morskiego Oka. Otóż maszerując od W. Stawu w godzinę i kwandrans minąwszy Świstówkę i wiszącą dolinę Opaloną, stajemy na upłaziastem zboczu, zwanem Opalonem, skąd roztacza się niezwykle piękny, prawdziwie alpejski widok na dol. Rybiego Potoku, Morskiego Oka i t. d., poniżej zaś roztacza się Hala Gładkiego, po przejściu której ścieżka wkrótce, kierując się w dół, doprowadza do Morskiego Oka. Zbocza Opalonego jakoteż Hala Gładkiego, położone przecież znacznie wysoko, bo 1683 m, wykazują wyrównanie poziomu, zajęte bujną halą trawiastą, w której sama już nazwa Gładkiego, nadana przez górali, wskazuje dobrze na to wyrównanie denne. Wyrównanie to wykazuje wszelkie cechy upłazów, a więc terenów nierównomiernej erozji lodowcowej, gdy lodowiec w czasie przelewu, pnąc się właściwie w górę, traci na miąższości, a więc słabo eroduje, natomiast wyrównuje i ogładza, stwarzając równie przelewowe (transfluencyjne). Przechodząc wreszcie do śladów moreny na Uboczy Opalonego dodam, że już Uhlig *) w swej mapie, nie wglądając bliżej w genezę tego faktu, zaznaczył tą morenę, wyróżniając ją w postaci białego prostokątu wśród czerwonego masywu granitowego Miedzianego, Opalonego i Czuby, które to boczne żebro granitowe rozdziela doliny Roztoki i Rybiego Potoka. Morena ta składa się z luźnych głazów granitowych, eratyków, złożonych na uboczy Opalonego,

---

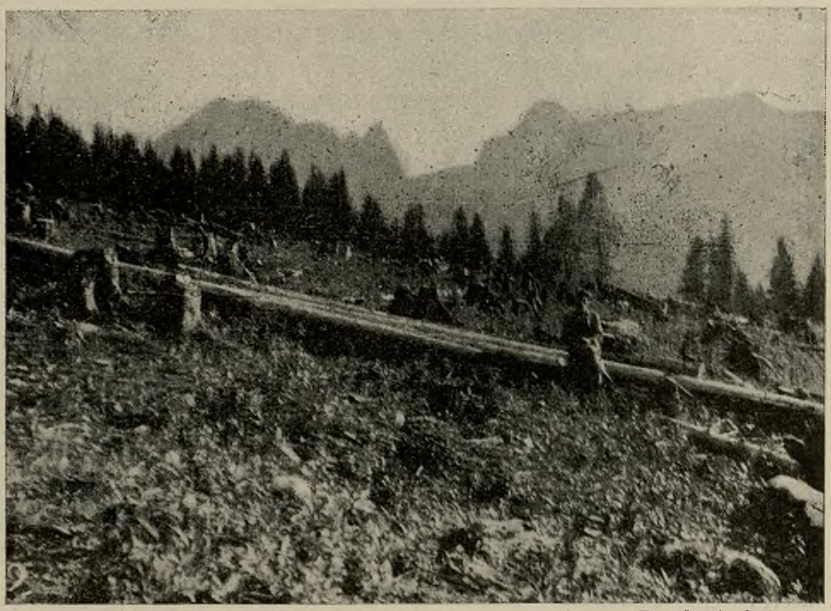
*) Uhlig. Mapa geologiczna Tatr. 1900.

na dziale pomiędzy Roztoką a Rybim Potokiem, w miejscu nieco niższym, aniżeli równia transfluencyjna, co wskazuje na morenę, osadzoną w czasie tego przepływu. Że głazy te nie są miejscowe, wskazuje ich wyraźne ogładzenie, dalej materjał luźny, nie przemieszany, wybitnie morenowy. Dowodów jakichkolwiek na to, że utwory te są wytworem lokalnego zlodowacenia, nigdzie nie znalazłem, połączyć zaś tych form ze zlodowaceniem wiszącej dolinki Opalonej nie można ze względu na odwrotny kierunek spadku tej dolinki. Leżący nieco dalej ku N. wierzchołek Czuby 1419 m, wskazuje również formy zrównania szczytowego, mamy więc do czynienia z całym bocznym żebrem górskim, omutonowanem przez lodowiec. Spostrzeżenia moje stawiają kwestję miąższości lodowca Białki na wyższym poziomie, aniżeli dotychczas takowy uważano, że wspomnę tu tylko choćby zdanie Dra Wiktora Kuźniara *), dla którego Opalone stanowiło przeszkodę i zmuszało lodowiec do obchodzenia tegoż. Spostrzeżenia moje wyjaśniają skutkiem stwierdzenia transfluencji przez Opalone kwestję, zaciemnioną dotąd progu Siklawy w dolinie Roztoki, którą postaram się podać w osobnym rozdziale. Analizując prawe zbocza korytowe Białej Wody, nie stwierdzamy nigdzie w tym kierunku tendencyj przelewowych. Maksymalną miąższość lodowca wskazuje linja załamań spadku, wyrażona w Średniej Turni 1819 m i Wierchu nad Kolibą 1878 m, a więc linja, zgadzająca się z podcięciem flank korytowych lewych. W stosunku do potężnych dopływów lodowcowych strony lewej Żabich Stawów Białczańskich (fotografja ryc. 39-ta: Wylot doliny Żabich Stawów Białczańskich), Rybiego Potoku i Roztoki, strona prawa odznaczała się szczupłymi lodowczykami doliny Rówienek i Spis Michałowej. Poniżej ujścia lodowca Roztoki rozpoczynał się już wspólny potężny lodowiec Białki, płynący szerokiem korytem, którego wybitne ślady morenowe znalazłem w lewej bocznej morenie na polanie pod Wołoszynem w wys. 1263 m. Lodowiec poniżej przyjmował również znaczny

*) W. Kuźniar. Z przyrody Tatr. Kraków 1910.

dopływ z doliny Waksmundzkiej, a po ujściu tejże doliny znajdujemy ślady jego pobytu na Rusinowej Polanie 1229 m, a więc 240 m nad dnem doliny. Obszar ten wyznacza nam 2-gą transfluencję lodnika Białki w dolinę Filipek. Rzecz przedstawia się następująco: Dolina Filipek jest ostatnią doliną z grupy pasu regli Kopek Sołtysik ku wschodowi

39



Fot. dr. A. Gadomski.

Charakterystyczny wylot w kształcie litery U wiszącej doliny Żabich Stawów Białczańskich. Dolinka ta otoczona od strony lewej Młynarzem 2108 m, a z prawej Żabim Szczytem 2262 m, jest genetycznie bocznym żłobem lodowcowym, opadającym do walnego Białej Wody progiem. Na pierwszym planie wyrębisko leśne położonem jest na prawej bocznej morenie Białej Wody. Zdjęcia dokonano od wylotu dolinki Rozpadliny.

wysuniętą, genetycznie należąc do tego typu dolin erozyjnych, jak Strążyska, Białego, Olczyska i inne. Początek bierze ona z kilku stromych żlebów pomiędzy Kopą Sołtysią Zadnią 1488 m, Przysłopem 1589 m, a Gęsią Szyją 1493 m. Żleby te, razem schodząc się, dają początek już samej dolinie Filipki i potokowi tej nazwy. Górna więc część doliny jest dość wąskim wąwozem czysto erozyjnym, o stromych zboczach, środkowa poniżej zetknięcia się wszyst-

kich żlebów w miększych nieco materjałach rozszerza się (Hala), by potem w twardych ławicach dolomitowych znowu zwężyć się w wąski kanion (zbocza zwężają się, potok spada w licznych kaskadach). Po wyjściu z wąwozu tego p. Filipki, przyjmuje dopływ z pod Rusinowej Polany, dolina rozszerza się i biegnie poprzez dość niskie wzgórza lesiste ku leśniczówce w Zasadniej, a dalej poprzez wieś Małe Ciche ku dolinie Suchej Wody. Część ta doliny, począwszy od potoku z pod Rusinowej Polany, zasłaną jest licznymi głazami granitowymi, zaznaczyłem zaś poprzednio, że cała dolina wyżłobioną jest pośród skał osadowych facji reglowej. Głazy te dostały się w naszą dolinę, z pobocznym dopływem od Rusinowej Polany i kierując się tym potokiem w górę, znajdujemy rzeczywiście łączność tychże głazów z głazami polany. Sama Rusinowa Polana oprócz głazów morenowych wykazuje również charakterystyczne wyrównanie lodowcowe, towarzyszące przelewom. Idąc więc zasięgiem eratyków, stwierdzamy tutaj przelew już do innej doliny, a więc wychodzący poza obszar dorzecza Białki (analogja do transfluencji lodowca Suchej Wody w dolinę Olczyską). W zjawisku tym widać tendencję do wytworzenia się u stóp północnych stoków Tatr lodowca podgórskiego, powstałego z połączenia się kilku rzek lodowcowych, które to zjawisko na południowych zboczach rozwinęło się w bardzo wielkich rozmiarach, obejmując ujścia wszystkich dolin, a na północnych stokach zaznaczyło się tylko w I-szej fazie zlodowacenia. Minąwszy obszar transfluencyjny (patrz mapę I-go okresu) z jego językiem lodowcowym w dolinie Filipek, możemy po zasięgu moren odtworzyć dolną część głównego koryta walnego. Biegło ono główną osią doliny, wznosząc się ponad obecne dno, a zalegając sobą t. zw. zbocza Hurkotu 1171 m w obrębie odcinka drogi jezdnej pomiędzy Zasadnią a Łysą Polaną. Minąwszy obszar Łysej Polany, znajdujemy na północ od tejże ślady starszej fazy lodowcowej. Obserwując jednak głazy narzutowe stwierdzamy, iż przy Łysej Polanie sięgają one tylko do 106 m ponad dno doliny, czyli, że poniżej już Rusinowej Polany miąższość lodowca spadła, skoro na

przestrzeni 2-ch km pomiędzy Rusinową Polaną, 1229, a granicą bloków nad Łysą Polaną zasięg spadł o 134 m. Stało to w związku z większą szerokością doliny poniżej już Rusinowej Polany, z rozstąpieniem się wysoczyzn na boki od doliny, co zezwoliło lodowcowi na szersze rozwinięcie się, kosztem zmniejszenia się miąższości. Ten nagły ubytek miąższości lodowca pozwala przypuszczać, że koniec tegoż wypadał w dolinie na wysokości około 900 m. Cyfra ta jednak odnosi się tylko do 3-ciej fazy lodowcowej, w poprzednich bowiem 2-ch, koniec lodowca wypadł znacznie wyżej, jak tego dowodzą wzniesione do 250 i 200 m ślady starszych moren ponad dnem obecnej doliny.

Geneza progu Siklawy (patrz fotografja 19).

Lodowiec Doliny Pięciu Stawów, stanowiący największy dopływ wielkiego lodowca Białki, liczył w fazie dopływowej około 7 km długości. Punktem wyjścia w czasie 3-ch starszych zlodowaceń, były kolejno powstające kary, skutkiem podnoszenia się linji wiecznego śniegu: a to najstarszy kar W. Stawu, potem Czarnego Stawu i wreszcie stawu pod Kołem, jako odpowiedniki 3-ch faz erozji karowej. Od tych punktów wyjściowych, rzeka lodowcowa płynęła w kierunku północno-wcshodnim w miejscu dzisiejszego koryta Roztoki, gdzie w pobliżu wodogrzmotów Mickiewicza następował wpływ do lodowca Białej Wody. Siła przegłębiająca musiała być w dolinie Roztoki słabszą, skoro efektem tejże było ujście lodowca w niedostosowanym poziomie do Białej Wody (dawny stopień doliny bocznej w miejscu gardzieli wodogrzmotów). W następnych fazach zlodowacenia wraz z podniesieniem się linji wiecznego śniegu kar dolny W. Stawu ulegał przerobieniu i pogłębianiu ściany karowe uległy zniszczeniu tak, że obecnie dawny kar stanowi tylko wielką glacjalną wannę przegłębienia. To samo odnosi się do karu Czarnego Stawu pod Kotelnicą z tą różnicą, iż jako wyżej położony i przynależny do 2-giej fazy erozji karowej uległ mniejszemu przerobieniu, stanowiąc dzisiaj jeszcze częściowo zachowany kar z zagłębieniem i jedną tylną ścianą. Przyszło wreszcie 3-cie zlodowacenie, a z niem wytworzenie się karu w miejscu

obecnego stawu pod Kołem, a więc rzeźba glacjalna doliny po 3-cim zlodowaceniu była już zbliżoną do dzisiejszej. Wzdłuż osi głównej doliny, ciągnie się po obu stronach szereg dolinek wiszących, które wyznaczają miejsce postoju lodowczyków bocznych, uchodzących do głównego lodowca. Po stronie lewej północnej uchodziły lodniki z dolinek Pustej i Buczynowej, po prawej zaś z pod Szpiglasowej przęłeczy, z północnych stoków Miedzianego (kary boczne, należące do III-go poziomu najwyższego) i lodowiec z dolinki Opalonej, uchodzący już w rejonie Roztoki. W związku z temi bocznemi przypływami lodowcowemi należy rozumieć terasową budowę dolinek, gdyż oprócz podnoszenia się poziomu erozyjnego karów, działały tu procesy przegłębień konfluencyjnych, czego dobitnym dowodem są baseny przegłębienia Wielkiego i Przedniego Stawu. Baseny te, jak wiadomo, zamknięte są progami o odwrotnym spadku od dalszej części doliny, wykazującej w korycie Roztoki niebywałe przegłębienie, bo wynoszące 240 m różnicy pomiędzy górną częścią a dolną tej samej doliny glacjalnej. Przegłębienie to, stwarzające w walnej dolinie poprzeczny próg Siklawy, było dotąd kwestją ciemną teorji lodowcowej *).

Wprawdzie powstanie progu w tym miejscu było już z góry predysponowanem dzięki konfluencji lodowczyków Buczynowego i Opalonego, jednak te lodowe strumienie o skromnej stosunkowo powierzchni, nie mogły wpłynąć na tak niebywałe przegłębienie koryta Roztoki. Dopiero znalezione ślady transfluencji lodowca Białej Wody, a pośrednio Rybiego Potoku w dolinę Roztoki, stawiają tą kwestję inaczej i zrozumiałem się staje tak wielkie przegłębienie. Dzięki bowiem temu przypływowi mas lodowych nastąpiło w miejsce zetknięcia się tychże, a więc w korycie Roztoki wzmożenie erozji glacjalnej do wielkich rozmiarów, co w rezultacie doprowadziło: 1) do wielkiego przegłębienia koryta Roztoki; 2) do niedostosowania się górnej części doli-

*) W. Kuźniar. Tatry w epoce lodowcowej. (Szkic rozwoju poglądów na morfologiczną stronę zagadnienia. Str. 77—96. Pam. Tow. Tatrz. 1911.)

ny uboższej w lód, a więc pośrednio wystawionej na słabszą erozję glacjalną (eworsję strumieni podlodowcowych, modyfikowaną przez lód, a zwolnioną od ogromnej części transportu przez wynoszenie moren wierzchnich na barkach lodowca), co w rezultacie doprowadziło do zawieszenia jej i wytworzenia się progu, a raczej gór wyspowych poprzecznych Siklawy. Próg ten znajdował się początkowo nieco dalej ku wschodowi, obecne zaś jego położenie cofnięte od miejsc transfluencji, związanem jest po części z odbywającą się również konfluencją wiszących lodowczyków Opalonego i Buczynowego, która to czynność niszczyła już wtedy górną część powstającego progu Siklawy. Drugą przyczyną jest stwierdzona również intensywna erozja wsteczna interglacjalna i poglacjalna, spowodowana obniżeniem się poziomu erozyjnego w dolnej części, skutkiem przepiłowania się potoku Roztoki przez dawniejszy stopień dolinny w miejscu gardzieli wodogrzmotów Mickiewicza. Erozja ta wstecznie atakuje próg Siklawy, który też zwolna cofa się ku górze w dwóch etapach (progi dolnego i górnego wodospadu). Dowodem tego cofania się jest brak utworów morenowych w obrębie Siklawy, a które to utwory zalegają przecież wewnętrzną stronę tegoż progu, zwróconą do Wielkiego Stawu.

V. Długości lodowców północno tatrzańskich we wszystkich fazach na przykładzie największego lodowca doliny Białki.

Lodowiec Doliny Białki w I-szej fazie zlodowacenia wynosił około 16 km długości, licząc od zaczątków pól firnowych aż po czoło (wliczając już w liczbę tą 5 km długości wspólnego dla wszystkich dolin lodowca podgórskiego u stóp północnych stoków Tatr, w tym wypadku lodowca Białki i lodowca Jaworowego) — (patrz mapa I-sza). W II-giej fazie zlodowacenia liczył około 12 km długości i nie łączył się już w podgórski lodowiec, okazując jednak jeszcze tendencje przelewowe, n. p. język lodowcowy w doli-

nę Filipek (patrz mapa II-ga). Połączenia jednak z lodowcem Suchej Wody już nie było. W III-ciej wreszcie fazie liczył tylko 10 km długości, będąc już skutkiem znacznego obniżenia poziomu erozyjnego w dolnej części typowym lodowcem dolinnym, trzymającym się ściśle swego koryta silnie przegłębionego. W miarę więc coraz silniejszego obniżania się den dolin walnych, lodowce tatrzańskie zyskiwały coraz większą liczbę lodowców wiszących licznych dolinek, nie mogących się dostosować do tak szybkiego przegłębienia walnych dolin, a uchodzących do tychże lodospadami. Lodowce faz stadjalnych ograniczały się, jak to wynika z obserwacji ich form, tylko do górnych części dolin walnych i zajmowały w całości doliny poboczne. W I-szej więc fazie stadjalnej mieliśmy następujące oddzielne lodowce, powstałe na terenie obszaru lodowca dawnego Białki: 1) lodowiec Roztoki około 4 i pół km długości; 2) Rybiego Potoku, długości około 3 km; 3) Żabich Stawów Białczańskich, długości około 1 i pół km; 4) Główny Białej Wody, długości przeszło 4 km; 5) lodowiec doliny Rówienek, długości około 2 km; 6) Waksmundzki, długości około 1 km.

W II-giej fazie: lodowiec Roztoki, a właściwie już lodowiec doliny Pięciu Stawów 3 km; Rybiego Potoku 2 i pół km; Żabich Stawów Białczańskich 1 i pół km, — natomiast lodowiec doliny Białej Wody rozpada się na wiszące lodowczyki swego amfiteatru, a to Czeski, Kaczy, Świstowy i Rówienek.

Faza III-cia: Pięć Stawów 2 km; Rybi Potok 2 km; Żabie Stawy 1 km.

Faza IV-ta: Pięć Stawów 1 km; Rybi Potok 1 km; Żabie Stawy 500 m.

Do tych lodowców większych należy dodać lodowczyki wiszące bocznych dolin, a to w obszarze Pięciu Stawów: Pustej dolinki, Buczynowej, Szpiglasowej i Pod Miedzianem, w dolinie Rybiego Potoku dolinki za Mnichem, w Białej Wodzie Zmarzłego Stawu nad Czeskim, Żelaznych Wrót, Świstowej, Litworowy, Rówienek i Waksmundzki. zestawiając to wszystko powiemy, że w miarę zmniejszania się zlodowacenia liczba lodowców zwiększała się, al-

bowiem dawne jednolite lodowce poczęły się różniczkować i dzielić na mniejsze, ale samodzielne. Dopływy boczne walnego lodowca Białki, a to lodowce Roztoki, Rybiego Potoku i Białej Wody w czasie 3-ch starszych faz wzdłużały swe długości. Ujścia bowiem wciąż pozostawały tam niezmienionemi, natomiast źródła tychże wraz z podnoszeniem się linji wiecznego śniegu cofały się wstecz, znacząc etapy karami wyższymi, a tem samem lodowce zyskiwały na długości (patrz mapki faz stadjalnych).

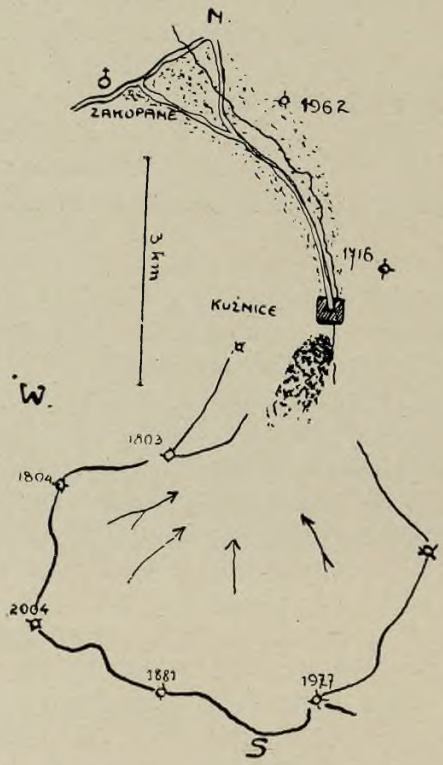
VI. Wielokrotność zlodowacenia w Tatrach północnych.

Problemem tym zajął się pierwszy Partsch *) i na podstawie form morenowych niezniszczonych i zniszczonych lodowca Suchej Wody, sądzi o 2-ch zlodowaceniach. Stadjum młodsze wskazują wały morenowe naokół Toporowego Stawu, dobrze zachowane; stadjum starsze ślady zburzonych moren na północ od tegoż stawu. Drugi przykład cytuje z obszaru Białki, gdzie na Łysej Polanie po prawej stronie widać niski wał morenowy, po lewej zaś stronie znajdują się wysoko sięgające do 300 m nad dno doliny bloki eratyczne. Są to ślady dwóch zlodowaceń. W I-szej fazie, gdy lodowiec sięgał dalej, 2-giej, gdy mniej. Natomiast badania powierzchni rzeczno-lodowcowej okolic Zakopanego (patrz rys. 35, 1) (3 terasy rzeczno-lodowcowe), przekonywują Partscha o trzykrotnym powrocie zjawiska glacjalnego. Ostatecznie autor sądzi o 2—3 zlodowaceniach głównych i 3-ch faz cofania się i próbuje te fazy paralelizować ze schematem alpejskim. Lucerna **) dla Tatr Zachodnich przyjmuje w zupełności schemat alpejski 4-ch zlodowaceń i 3-ch faz powrotnych. Czterem starszem zlodowaceniom odpowiadają w rzeźbie zboczy dolin charakterystyczne koryta, w rzeźbie grzbietów zaś w górnym końcu wszystkich dolin kotły lodowcowe. 3 natomiast stadja wyróżniają się tylko jako moreny w górnych czę-

*) Partsch. Die Eiszeit in den Gebirgen Europas. 1904.
**) Luzerna. Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen.

ściach dolin w kotłach lodowcowych. Badania te przeważnie zajmujące się stroną południową Zachodnich Tatr, a mniej północną, należy co do strony tejże o tyle uzupełnić, co do 4-ch zlodowaceń, że choć wprawdzie autor przytacza nieliczne dane 4 koryt wgłębionych jedne w drugie i 4

40

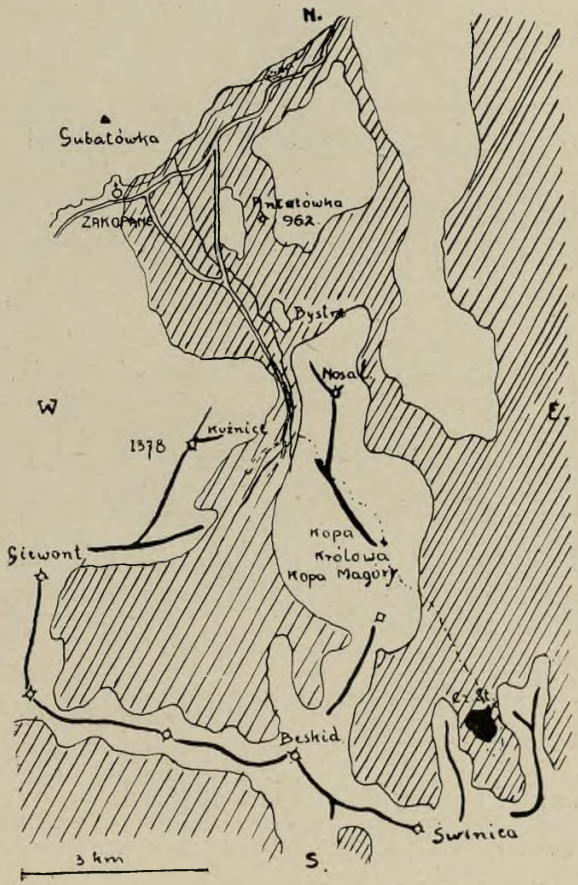


Rok 1846. Pogląd Zejsznera na zlodowacenie doliny Białego Dunajca koło Kuźnic (morena) i Zakopanego (żwiry).

karów wgłębionych jeden w drugi (str. 72, profile korytowe doliny Bystrej *), to jednak we wszystkich innych wypadkach może wykazać tylko 3 koryta i 3 kary, zaznaczając również na stronie 72, że formy okresu Mindel są bardzo rzadkie, słabo zaznaczone, albo też ukryte w ścianach form okresu Güntz (patrz tabl. 42 a, b: Koryta Zachodnich

*) Luzerna. Glazialgeologische Untersuchung d. Lipt. Alpen.

Tatr). W badaniach zaś utworów rzeczno-lodowcowych strony północnej Lucerna zgadza się z Partschem, przyjmując 3 powierzchnie rzeczno-lodowcowe, świadczące



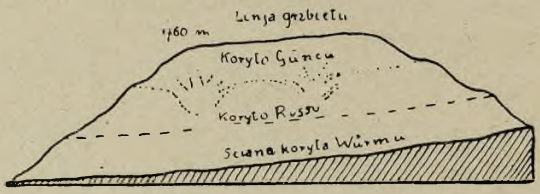
Rok 1893. Pogląd Rehmana. Płaszczyzny pokryte kreskami skośnemi były wedle tego badacza pokryte lodowcem.

przecież o 3-ch zjawiskach zlodowacenia. Kuźniar *) wreszcie wyraża się o 3-ch zlodowaceniach (ślady 3 koryt w cyrku stawów Gąsienicowych i 3 linje powierzchniowe w profilu od Goryczkowej po Beskidy). W rezultatach tych co

*) Kuźniar. Z przyrody Tatr.

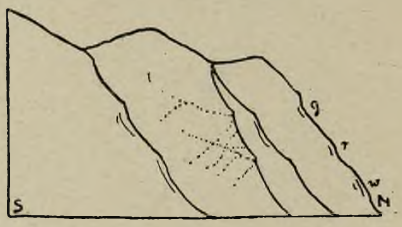
do liczby zlodowaceń widzimy więc niezgodność pomiędzy poszczególnemi zapatrywaniami, sprawa bowiem jest trud-

42 a



ną do uchwycenia w momencie wieku i okresu zlodowacenia ze względu na wzajemne zazębianie się form jednych z drugiemi. Badania w niniejszej rozprawie, oparte na para-

42 b



lelizacji wszystkich form wskazują na 3 okresy intensywnego zlodowacenia północnych stoków tatrzańskich i 3 lub 4 fazy cofania się lodowców.

SKOROWIDZ POZIOMÓW.

Poziom III. (1900—2000 m).

Dolina Roztoki i Pięciu Stawów Polskich.

1) Dolinka pod Kołem, wysokość stawu . 1890 m.
wysokość dna stawu . . . . . 1860 „
2) Pusta Dolinka . . . . . 1900 „
3) Buczynowa, górny poziom . . . 1935 „
4) Kar pod Szpiglasową przełęczą . . 1890 „
5) Kar wyżny w dolinie Opalonej . . . 1900 „
6) Kar pod Miedzianym, górny . . . 1850 „

Dolina Rybiego Potoku.

7) Kar w dolinie za Mnichem pod Liptowskimi Murami . . . . . 1900 „

8) Upłaz u stóp północnej ściany Mnicha . 1900 m.
9) Kocioł (kar) firnowy u stóp przełęczy pod Chłopkiem . . . . . 1900 „
10) Kocioł pod Rysami . . . . . 1920 „

Dolina Żabich Stawów Białczańskich.

11) Listwa skalna, ciągnąca się w półkole dookoła Wyżnego Stawu . . . 1890 „

Dolina Białej Wody.

Dolina Czeska (kar pod Czeską Turnią) . 1890 „
(Kar pod Rysami) . . . . . 1950 „
Dolina Kacza (kar zachodni) . . . . 1950 „
(Kar wschodni) . . . . . 1945 „
Dolina Litworowa (kocioł skalny pod Hrubą Turnią) . . . . . 1920 „
Dolina Świstowa
Upłaz Świstowy . . . . . 1957 „
Dolina Rówienki (kar) około . . . . 1900 „
Dolina Waksmundzka
(kar górny pod Krzyżnem) . . . 1890 „

Poziom II. (1700—1800 m).

Dolina Roztoki i Pięciu Stawów.

1) Czarny Staw pod Kotelnicą . . . 1724 m.
2) Punkt morfometryczny w pobliżu małego zbiornika wodnego, położonego u stóp (E.) Kołowej Turni . . . . 1771 „
3) Buczynowa (dolny kar) . . . . 1799 „
4) Szczyt góry ryglowej (wyspowej) . . 1719 „
5) Kar pod Miedzianym niższy . . . 1780 „
6) Kar dolny w dolinie Opalonej . . . 1750 „

Dolina Rybiego Potoku.

7) Szałas na upłazie pod ryglem . . . 1784 „
8) Dolina za Mnichem (poziom Stawku Staszica) . . . . . 1810 „

Dolina Żabich Stawów Białczańskich.

Poziom Wyżnego Stawu . . . . . 1702 m.
Poziom nad Jeziorem . . . . . 1750 „

Dolina Białej Wody.

Czeska, Zmarzły Staw . . . . . 1779 „
Kacza, Litworowa.
Dno Stawu Litworowego . . . . . 1840 „
Świstowa, taras . . . . . 1818 „
Rówieńki (podłoże zniszczonego karu dolnego przy stawkach) . . . . . 1775 „
Waksmundzka, poziom niższego karu . . 1737 „

Poziom I. (1600—1500 m).

Dolina Roztoki i Pięciu Stawów.

1) Wielki Staw . . . . . 1669 m.
2) Dno Stawu . . . . . 1609 „
3) Przedni Staw . . . . . 1672 „
4) Dno Stawu . . . . . 1642 „

Dolina Rybiego Potoku.

1) Czarny Staw . . . . . 1584 „
2) Dno stawu, maksym. głębokość . . 1500 „
3) Wysokość rygla . . . . . 1590 „
4) Dolina „karu pod Mnichem“ . . . 1620 „

Dolina Żabich Stawów Białczańskich.

1) Dolne Jezioro . . . . . 1676 „

Dolina Białej Wody.

Czeska Dolina, Czeski Staw . . . . 1612 „
Kacza. Poziom Stawu . . . . . 1577 „
Poziom progu . . . . . 1595 „
Litworowa. Wspólny Próg z doliną Kaczą . . . . . 1595 „
Świstowa. Wysokość I. tarasu za stopniem ku Białej Wodzie . . . . 1538 „
Rówienki. Taras poniżej I. stopnia . . 1557 „
Waksmundzka. Wyżnia Rówień . . 1578 „

Tabela większych stawów tatrzańskich.

Nazwa	Zbocze	Wysokość n. p. m.	Wielkość w hektarach	Największa głębokość m	Położenie w Tatrach	Typ	Geneza powstania
Wielki Staw w Pięciu Polskich	północne	1669	34.84	78	Tatry Wysokie Zachod.	ryglowy	erozyjno-glacjalny
Morskie Oko	„	1393	33.20	49	„ „ „	międzygórski morenowy	erozja glacjalna posiłkowana akumulacją
Czarny Staw Gąsienicowy	„	1620	22.87	50	„ „ „	ryglowy i karowy	erozyjno-glacjalny (na ryglu nałoż. stadjalno-morena)
Czarny Staw nad Morskiem	„	1584	21.32	84	„ „ „	karowy	„ „ „ „
Szczyrbskie Jezioro	południowe	1350	20.40	20 7	„ „ „	morenowy podgórski	erozja-glacjalna i akumulacja
Hinczowy Staw Wielki	„	1965	19.10	55 1	„ „ „	karowy	erozyjno-glacjalny
Czarny Staw w dol. Pięciu Polskich	północne	1724	13.05	37	„ „ „	„	„ „
Ciemnosmereczyński Niżni	połud.-zach.	1674	12.25	41.3	„ „ „	„	„ „
Przedni w Pięciu Polskich	północne	1672	7.7	30	„ „ „	ryglowy	„ „
Popradzki Staw	południowe	1513	6 88	16.4	„ „ „	międzygórski morenowy	erozja-glacjalna i akumulacja
Zadni pod Kołem	północne	1890	8.75	29	„ „ „	karowy	erozyjno-glacjalny
Terjański Niżni	połud.-zach.	1947	6.09	22	„ „ „	„	„ „
Furkotny Wyżni	południowe	2154	5 09		„ „ „	„	„ „
Żabi Białczański Wyżni	północne	1702	4.36	22	„ „ „	„	„ „
Batyżowiecki	południowe	1898	3 84		„ „ „	„	„ „
Zielony staw pod Pośrednią Turnią	północne	1672	3.45	15.5	„ „ „	„	„ „
Żabi Białczański Niżni	„	1676	2.8	17	„ „ „	„	„ „
Zmarzły nad Czeskim	„	1774	2.59		„ „ „	„	„ „
Litworowy Staw	„	1859	2.66	19	„ „ „	„	„ „
Zmarzły pod Polskim Grzebieniem	„	2047	2.53	12.5	„ „ „	„	„ „
Wielki Furkotny Niżni	południowe	2060	2.2		„ „ „	„	„ „
Ciemno-Smereczyński Wyżni	połud.-zach.	1723	2.13		„ „ „	„	„ „
Zielony Ważecki	południowe	2026	2.13		„ „ „	„	„ „
Czeski Staw	północne	1612	2.07	4.5	„ „ „	„	„ „
Capi w dol. Młynicy	południowe	2069	2		„ „ „	„	„ „
Żabi Jaworowy	północne	1887	2		Tatry Wysokie Wschod.	„	„ „
Największy z 5 stawów Spiskich	południowe	2032	2		„ „ „	„	„ „
Niżni Staw Rohacki	północne	1590	2		Tatry Zachodn.	upłaziański	„ „
Kurtkowiec (Gąsienicowe)	„	1691	1.74		Tatry Wysokie Zachod.	międzygórski morenowy	erozja glacjalna i akumulacja
Kaczy	„	1577	1.61	2.25	„ „ Wschod.	karowy	erozyjno-glacjalny
Wielicki środkowy	południowe	1678	1.5		„ „ „	międzygórski morenowy	erozja-glacjalna i akumulacja
Dwoisty wschodni	północne	1656	1.2		„ „ Zachod.	„ „	„ „ „
Długi Staroleśny	południowe	1886	1.16		„ „ Wschod.	ryglowy	erozyjno-glacjalna

Źródła

[1]) Sprawozdania Polskiego Związku Karpackiego. Tom IV. VII. Kraków. 1879 — 1882 (podają wyniki badań nad głębokością niektórych większych jezior po stronie galicyjskiej.) — [2]) Prof. Birkenmajer. O stosunkach temperatury głębokich jezior tatrzańskich. Rozprawa Akad. Umiej. 1901. — [3]) Chmielowski. Przewodnik po Tatrach Lwów 1912. — [4]) Halbfass. Zur Kenntnis der Seen der Hohen Tatra. (Mitteil. der Geograph. Gesellschaft zu Jena 1910.) — [5]) Prof. Sawicki. Okólnik Rybacki 1900 — 11.

Objaśnienie tabeli:

Tabela nasza operuje przykładami 33-ch większych stawów.

Z tych 19-cie leży po stronie północnej, a zatem strona ta wykazuje przewagę ilościową, jako też wielkościową. Niektóre stawy wykazują w naszej tabeli brak pewnych danych co do największej głębokości, gdyż stawy te nie doczekały się jeszcze gruntowniejszych pomiarów. Rubryka położeń w Tatrach ma nam podać regjonalne położenie tychże, a mianowicie pod nazwą Tatry Wysokie Zachodnie rozumiemy część od Polskiego Grzebienia po Liljowe, w której to części na mapie można znaleźć zwartą strefę jezior większych, podczas gdy Tatry Wysokie Wschodnie po przełęcz pod Kopą nie mają takiej zwartej strefy jeziornej.

W rubryce tej jeszcze przy stawach Rohackich figurują „Tatry Zachodnie" jako część od Liljowego po przełęcz Palenicką. Typ wreszcie daje nam krótkie określenie morfologiczne stawu w związku z jego genezą.

Geologiczny i prehistoryczny podział tatrzańskiego dyluwjum w paralelizacji z alpejskim[1]) i niżowym.

Geologiczny podział			Tatry[2])	Alpy utwory akumulacyjne	Niż	Podział prehistoryczny Azylien	
Dyluwjum	Górne	Faza poglacjalna (Ancylus)					Epoki lodowe skandynawskie (Centrum zlodowacenia przesunęło się z zachodu ku wschodu tak, że dla stosunków polskich, przeto wchodzą w rachubę jedynie trzy ostatnie epoki L. 3 do L. 5.
		Faza późnoglacjalna [Joldia]	Morena Stawu pod Kołem	Młodszy Löss	Młodszy Löss	Magdalenien	
		Daun	Morena Czarn. Staw. p. Kotelnicą	Żwiry dolnej terasy	Górne margle	Solutrien Aurignacien Mousterien II zimny	L. 5. Piąta epoka lodowa i ostatnia nie sięgnęła poza ujście Drwęcy i wyżynę Pojezierza Mazurskiego.
		Gschnitz	Morena rygla Siklawy 1700 m				
		Bühl	Morena Roztoki 1350 m				L. 4. Czwarta epoka lodowa. doszła tylko do wyżyny Małopolskiej i lewego brzegu Prypeci.
		Achenschwankung	Dolna terasa (dol. Białki dol. Zakopiańska)				
		III-epoka lodowa [Würm]	Kar Stawu pod Kołem, koryto Roztoki, moreny Łysej Polany				L. 3. Trzecia epoka lodowa, największa, zalała całą Polskę po krawędź Podolską, sięgała po Karpaty i Sudety śląskie, a nawet stwierdzono obecność skandynawskich eratyków w samych Karpatach, koło Izdebnika na wysokości przeszło 400 m nad p. m. Naziom morenowy słabozachowany.
	Środkowe	Młodszy interglacjał	Górna terasa (dol. Filipek terasa Bystrego)	Węgle łupkowe z Unzmarkt		Mousterien I ciepły	
		II-epoka lodowa [Riss]	Kar Czarnego stawu p. Kotelnicą, drugie koryto pas moren Gołego Wierchu	Starszy Löss Żwiry górnej terasy	Starszy Löss Dolne margle	Acheulien	
		Starszy interglacjał	Żwiry górne Olsza — Antołówka — Poroniec			Chellien	
	Dolne	I-epoka lodowa [Mindel]	Kar W. Stawu, ślady koryta najstarszego w dol. Pięciu Stawów — moreny Hurkotu Porońca	Stare żwiry		Prechellien	L. 2. Druga epoka lodowa pokryła całe północne Niemcy i Pomorze po ujście Wisły.
		Faza preglacjalna	Regle obszaru Kopek Sołtysich ślady erocji pod moreną szaflorską				L. 1. Najstarsza epoka lodowa pokryła Anglję, Półn. Francję i Holandję.

[1]) Dr. Emanuel Kayser, Abriss der Allgem. Geologie, Stuttgart 1922. (Na str. 475 wyraża się tak: Neuere Untersuchungen lassen die Tatsächlichkeit der Günzvereisung immer zweifelhafter erscheinen. Fällt sie fort, so würden in den Alpen, ebenso wie in Norddeutschland, nur 3 Vereisungen stattgefunden haben.

[2]) Przy Tatrach podaję przykłady danych form.

UPŁAZ ROHACKICH STAWÓW W ZACHODNICH TATRACH.

Wstęp.

Do rzędu form glacjalnych (pochodzenia lodowcowego) pośrednich pomiędzy zboczami górskiemi a dolinami tatrzańskiemi należą t. zw. przez górali upłazy. Są to wysoko położone terasy górskie, które z jednej strony opadają stromemi, nawet przepaścistemi ścianami ku obecnym dnom dolinnym, z drugiej zaś wznoszą się ponad ich płaszczyzny ściany właściwych grzbietów górskich. Płaszczyzny tych upłazów wykazują wszelkie cechy odkształcenia lodowcowego, tworząc typowy kraj garbaty, który w szczupłych granicach pionowych, bo czasem dochodzących tylko do kilkunastu metrów, wykazują ogromne bogactwo i zmienność form, ogładzone wzgórza i wypukłości (t. zw. mutony) wśród wklęsłości, także oszlifowanych przez lód.

Do rzędu tego rodzaju form, występujących w Tatrach stosunkowo rzadko, należy upłaz u stóp północnych ścian Mnicha z maleńkiemi stawkami, dalej upłaz Świstowy, również z maleńkiemi stawkami u stóp Hrubej Turni w dolinie Białej Wody, upłaz tak zwanych Strzeleckich Pól w dolinie Staroleśnej, upłaz Szyndlowiecki w pobliżu Łatanej Doliny i niedaleko leżący od tegoż, najwybitniejszy, będący wprost klasycznym przykładem, wielki upłaz Stawów Rohackich w Zachodnich Tatrach. Poza temi wybitnemi terasami glacjalnemi (lodowcowemi), którym najwięcej chyba należy się nazwa upłazów, tak zresztą często używana w Tatrach, reszta tychże określeń stosowaną jest do pochyłych trawników na skalistych zboczach górskich, które swemi zielonemi kobiercami stanowią poziome

FAZA STADJALNA I.

Dorzecza Białki.

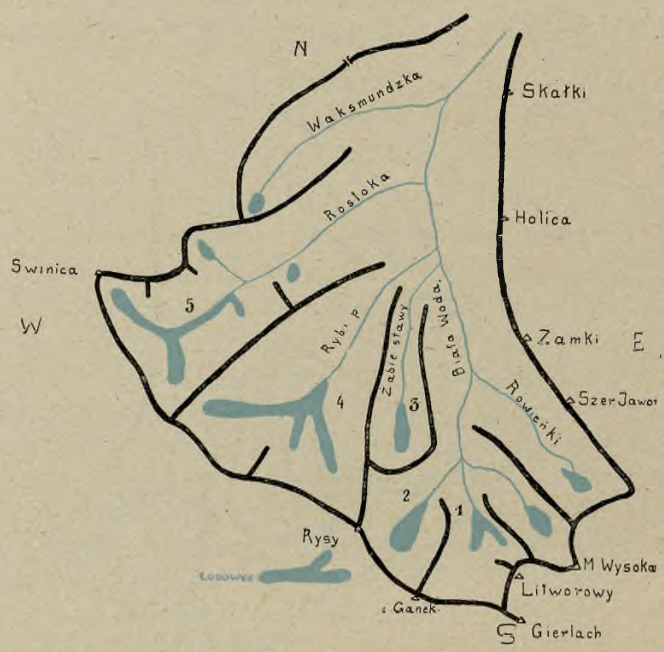
Podziałka: 1:150.000

1 Resztki moreny czołowej w punkcie 1550.
2 Morena czołowa w odległości 1000 m od Morskiego Oka.
3 Morena czołowa w odległości 800 m od Doln. Staw. Białczańsk.
4 Wał moreny czołowej poniżej polany pod Wysoką 1306 m.
I Nunatakr Hrubej Turni 2090 m.

Naucz. Paweł Cichy

FAZA STADJALNA II.

Dorzecza Białki.



Podziałka: 1:150.000

1 Morena Kaczego Stawu 1577 m.
2 Morena na ryglu Czeskiego Stawu 1612 m.
3 Morena czołowa 450 m poniżej Doln. Staw. Białczańskiego 1676 m.
4 Morena na 500 m od Morskiego Oka, zamykająca resztki małego stawku.
5 Utwory morenowe, nałożone na wewn. stronie góry wyspowej 1770 m.

FAZA STADJALNA III.

Dorzecza Białki.

Podziałka: 1:150.000

1 Utwory morenowe, przykrywającego rygiel Czarnego Stawu pod Kotelnicą 1734 m.
2 Morena Morskiego Oka 1423 m.
3 Morena na ryglu Stawu Białczańskiego Niżnego 1676 m.

FAZA STADJALNA IV.

Dorzecza Białki.

Podziałka: 1:150.000

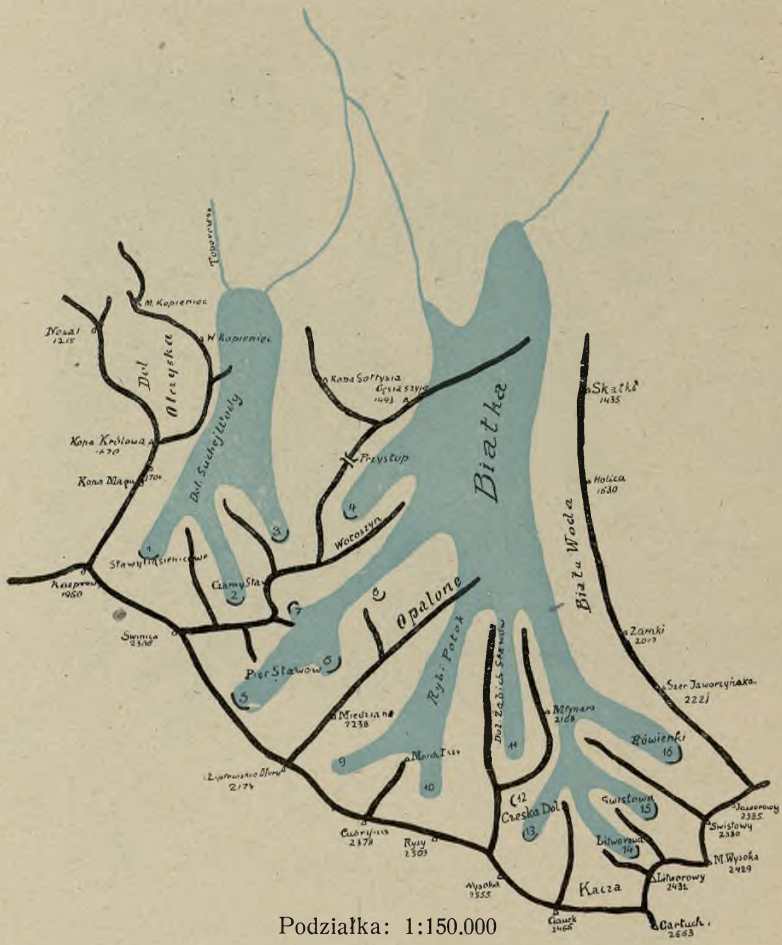
1 Morena czołowa, nałożona na ryglu doliny Kołowej 1940 m.
2 Morena czołowa, nałożona na ryglu Czarnego Stawu 1590 m.
3 Morena czołowa, nałożona na ryglu Stawu Białczańskiego Wyżniego 1715 m.
4 Koniec na ryglu doliny za Mnichem 1810 m.

PIERWSZY OKRES LODOWCOWY.

Podziałka: 1:150.000

1. Kar Stawów Gąsienicowych 1658 m.
2. „ Czarnego Stawu pod Kościelcem 1620 m.
3. „ Czerwonego Stawu 1660 m.
4. „ Wyżnia Rówień 1578 m.
5. „ Wielkiego Stawu 1609 m.
6. „ Przedniego Stawu 1642 m.
7. „ Pod Mnichem 1620 m.
8. „ Czarnego Stawu 1500 m.
9. „ W. dol. Żabich Stawów B.
10. „ Czeskiego Stawu 1612 m.
11. „ Kaczego Stawu 1577 m.
12. „ Świstowej Doliny 1538 m.
13. „ Dol. Rówienek 1557 m.

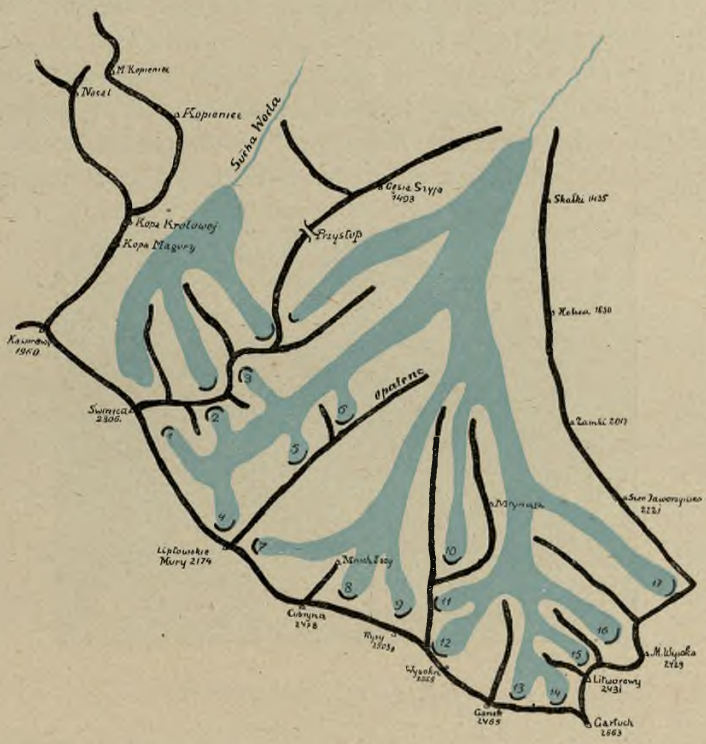
DRUGI OKRES LODOWCOWY.



Podziałka: 1:150.000

1. Kar Stawów Gąsienicowych 1780 m.
2. „ Zmarzłego Stawu 1785 m.
3. „ Pańszczycy.
4. „ Waksmundzki 1735 m.
5. „ Czarnego Stawu 1724 m.
6. „ Pod Miedzianem 1786 m.
7. „ Buczynowy 1799 m.
8. „ Opalony 1750 m.
9. „ Za Mnichem 1810 m.
10. Kar Czarnego Stawu (listwy) 1790 m.
11. „ Żabiego Stawu, Górny 1702 m.
12. „ Pod Czeską Turnią.
13. „ Zmarzłego Stawu 1779 m.
14. „ Litworowy 1840 m.
15. „ Świstowy (Taras) 1818 m.
16. „ Rówieńki 1775 m.

TRZECI OKRES LODOWCOWY.



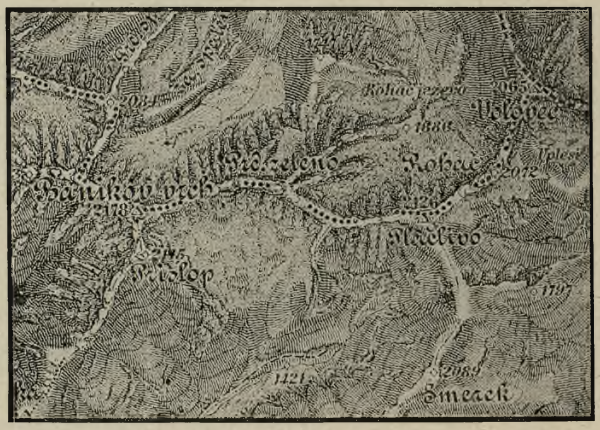
Podziałka: 1:150.000

1. Kar Pod Kołem 1890 m.
2. „ Pustej Dolin. 1900 m.
3. „ Buczynowy G. 1935 m.
4. „ Szpiglasowy 1890 m.
5. „ Pod Miedzianym II 1856 m.
6. „ Opalony 1900 m.
7. „ Pod Liptowskiemi Mur. 1900 m.
8. „ Pod Chłopkiem 1900 m.
9. „ Pod Rysami, W.
10. Kar Białczański 1890 m.
11. „ Pod Czeską Turnią 1890 m.
12. „ Pod Rysami, E.
13. „ Kaczy W. 1990 m.
14. „ Kaczy E. 1990 m.
15. „ Pod Hrubą Turnią 1920 m.
16. „ Upłaz Świstowy 1957 m.
17. „ Rówieńki 1900 m.
18. „ Pod Krzyżnem 1890 m.

przerwy wśród nagich, skalistych i przepaścistych ścian górskich. I te trawiaste upłazy, bardzo często zasłane głazami narzutowemi, wskazują na dawne wyżej położone dna dolin lodowcowych tatrzańskich.

Tego rodzaju trawiaste upłazy najwybitniej występują w obszarze doliny Białki w Wysokich Tatrach, gdzie występywaniem swem po obu stronach dawnego lodowcowego żłobu wskazują na profil starszej, wyżej położonej formy dolinnej. Patrząc n. p. z Rusinowej Polany wgłąb doliny Białki, możemy naocznie odtworzyć dawne dno, na

43



Plan sytuacyjny Zachodnich Tatr.

które wskazują po prawej stronie płaszczyzny Głodówki 1171 m i Gołego Wierchu 1209 m ponad Łysą Polanę przy drodze do Morskiego Oka, a dalej płasko ułożony dział Czuby 1419 m ku Opalonemu Wierchowi, po lewej natomiast szerokie brzeżne trawiaste upłazy pod Holicą 1630 m i Zadnią Kopą 1672 m położone w wysokościach 1379 m i 1415 m.

Z wymienionemi zaś upłazami i poziomami zgadzają się w górnej części doliny Białki wysokości poszczególnych wysoko położonych stawów górskich: Czeski Staw 1612 m, Zielony 1577 m i pięter dolinnych (Świstowa dolina 1538 m), które stanowią amfiteatr źródliskowy dorzecza

Białki. Dzisiaj te górne piętra znajdują się w zawieszonych dolinach i oddają one wody za pośrednictwem wodospadów do przegłębionego dna wielkiego żłobu glacjalnego Białej Wody.

Wreszcie trzecia nomenklatura upłazów odnosi się czasami do grzbietów, stanowiących na swej wierzchowinie linję zrównania (n. p. Skupniów Upłaz — Upłaz Kalacki, Gładkie Upłazańskie w Czerwonych Wierchach i t. d.).

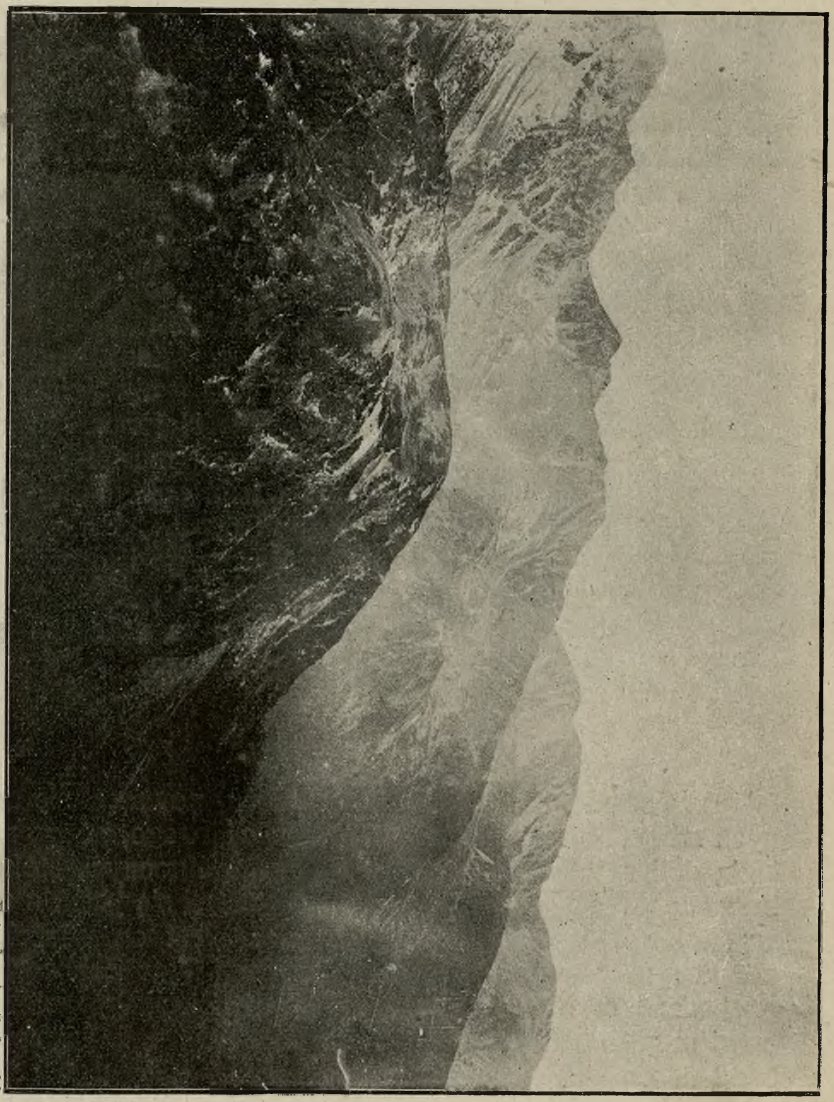
Na zakończenie wreszcie ustępu, mającego być objaśnieniem do artykułu, należy słów parę powiedzieć o stawach tatrzańskich, skoro wprowadzamy nowy typ tychże. Otóż zasadniczo wyróżnia się w Tatrach, jak i we wszystkich górach alpejskiego charakteru stawy erozyjno-glacjalne (a więc zawdzięczające swe powstanie wgłębieniom polodowcowym w litej skale) i stawy akumulacyjne, zatamowane przez moreny lodowcowe. Natomiast wśród obu kategoryj stawów są rozmaite typy morfologiczne i krajobrazowe. Innym jest przecież wśród erozyjno-glacjalnych wygląd takiego n. p. Czarnego Stawu nad Morskiem Okiem, jeziora typowo kotłowego (karowego i innych stawów tatrzańskich), otoczonych w każdym razie z trzech stron górami, od stawów, zalegających na upłazach, nie mających przecież tego zamknięcia górskiego.

Opis topograficzny.

W Zachodnich Tatrach w pobliżu powszechnie znanych szczytów Rohaczy, Ostrego i Płaczliwego, ponad rozległą doliną Zuberską (następna dolina północnych stoków ku zachodowi poza Chochołowską) wznosi się jeden z najwybitniejszych upłazów tatrzańskich. Jest on właściwie północnym odgałęzieniem głównej grani Tatr Zachodnich, odchodzącym od Przedniego Wierchu Zielonego, główna bowiem grań Tatr Zachodnich biegnie szczytami, następującymi począwszy od granicznej przełęczy Liljowego (1954 m), a mianowicie Beskidem, Kasprowym, Czubą Goryczkową, Kondratowym Wierchem, Czerwonemi Wierchami, Tomanową Polską, Smereczyńskim, Kamienistą, Bystrą

2250 m, najwyższym szczytem Tatr Zachodnich, dalej Starorobociańskim, Kończystą nad Jarząbczą, Jarząbczym

44



Widok na Zachodnie Tatry ze szczytu Rakonia (1879 m). Na pierwszym planie wysuwająca się wielka płaszczyzna upłazu Rohackiego w dole dolina Zuberska.

Fot. dr. A. Gadomski.

Wierchem, Wołowcem, Rohaczem Ostrym, Płaczliwym, Zielonym, Banówką, Spaloną, Salatyńskim aż po Ostry

Wierch, gdzie Tatry gwałtownie opadają, ku t. zw. Halom Liptowsko-Orawskim. Otóż cała ta wyżej wspomniana grań, począwszy już od Wołowca, zmienia zasadniczo swój krajobrazowy wygląd, charakterystyczny tak Zachodnim Tatrom. Miejsce stromych, ale trawami pokrytych szczytów (tych tak typowych a zwanych przez Luzernę *) Graskantengipfel), o kształtach kopic i łagodnych przełęczy Zachodnich Tatr (n. p. Tomanowa, Smereczyński, Bystra, Starorobociański), zajmują począwszy od zachodnich zboczy Wołowca, nagie skrzesane ściany, wąskie skaliste przełęcze, doliny wiszące i piargami zawalone, krajobraz zupełnie wysoko-tatrzański, jak gdyby wyspa Tatr Wschodnich, przeniesiona na ostatnie krańce zachodnie.

Tutaj to, w tym uroczym zakątku, mało odwiedzanym, znajdują się przepiękne stawy Rohackie, godne najpiękniejszych stawów Tatr Wschodnich, a umiejscowione są na szczytowej powierzchni opisywanego upłazu Rohackiego i rzecz charakterystyczna dla ich genezy, są jak gdyby w ten upłaz wpuszczone, czy wgłębione w jego litej skalnej powierzchni. Należą więc do kategorji nowej stawów, zwanych przezemnie upłaziańskiemi i tworzą może najbardziej charakterystyczny przykład tego rodzaju stawów w całych Tatrach.

Sam upłaz, jak już wspomniałem, jest orograficznie bocznem północnem odgałęzieniem głównej grani, które rozdziela najgórniejsze piętro doliny Zuberskiej na tak zwaną dolinkę Rohacką, położoną ku wschodowi u stóp skrzesanych szczytów obu Rohaczy i dolinkę zachodnią Zieloną poza Zielonym Wierchem. Otóż pomiędzy temi dolinkami wsuniętym jest potężny upłaz Rohacki, szerokości 2—3 km, a 1 i pół km długości. Z góry n. p. z Wołowca, Rakonia i t. d. widziany przedstawia jedną terasową płaszczyznę, pewnego rodzaju górę stołową, w trzy strony ściętą ścianami skalnemi ku zachodowi, północy i wschodowi, podczas gdy czwarta strona jest ścianą głównej grani Tatr Zachodnich i opada ku samej płaszczyźnie upłazu przepa-

*) Luzerna. Glazialgeologische Untersuchung der Liptauer Alpen. 1908.

ścią. Natomiast płaszczyzna upłazu zbliska widziana przedstawia wielkie bogactwo form krajobrazowych, wzgórza i zaklęsłości, w szczupłych jednak granicach pionowych, bo dochodzących do kilkudziesięciu metrów różnicy tylko. Formy te wszystkie są wyrobione na gruncie litej skały, przypominają wielce krajobraz moreny dennej, będący następstwem nierównomiernej akumulacji (osadów) pod dnem lodowca, podczas gdy formy, charakteryzujące się występywaniem dodatnich i negatywnych mutonów, wskazują znowu na dzieło nierównomiernej erozji lodowcowej *) (Rundhöcker Landschaft).

Otóż w zagłębieniach tych wpuszczone są przepiękne stawy Rohackie w liczbie pięciu, których geneza złączona jest właśnie z owym procesem nierównomiernej erozji lodowcowej, stwarzającej zagłębienia, pogłębione niegdyś jeszcze skutkiem dodatk. procesu marmitacji lodowcowej **), zaznaczającej się występywaniem lejków i miednic. Stawy więc obecne, pobierające wodę od topniejących śniegów, utrzymują swe cudne zwierciadła wśród nierówności gruntu w litej skale i dzięki izolowaniu i odsunięciu od miejsc energicznej erozji wodnej polodowcowej, co jest wynikiem specjalnego położenia naszego upłazu, odsuniętego wysoko na bok od dna obecnych dolin tatrzańskich. Odsunięcie to nastąpiło w czasie młodszych zlodowaceń, równocześnie z wcięciem się nowych koryt i obniżeniem poziomu dolinnego. Upłaz więc stanowi dawne dno dolinne lodowcowe, zachowane w relikcie wysoko, bo na 300—400 m ponad dnami obecnych dolin, a zachowane w nienaruszonym stanie dzięki odsunięciu od miejsc intenzywnej erozji poglacjalnej (polodowcowej) obecnych dolin Rohackiej i Zielonej, a w części dolnej Zuberskiej.

Do tak wielkiego urozmaicenia powierzchni upłazu, stwarzającego wybitny krajobraz nierównomiernej erozji lodowcowej przyczyniły się wielce warunki petrograficzne (odporność skał) Tatr Zachodnich, gdzie wśród granitów jest mnóstwo wtrąceń łupków krystalicznych (skał mniej

*) Żłobienia lodowcowego.
**) Czynność kłębujących wód podlodowcowych.

odpornych), zatem miejsca słabsze petrograficzne prędzej uległy wymyciu i pogłębieniu, obecnie tworząc zaklęsłości jeziorne.

Stawów na upłazie znajduje się pięć, a tworzą one rozdzielone nierównościami gruntu trzy oddzielne partje krajobrazowe. Dostęp całkiem dogodny z doliny Rohackiej z pod schroniska myśliwskiego, kierując się w górę kaskadami odpływowemi z jezior, które spadają z urwistego stoku upłazu *). Stanąwszy na szczycie upłazu, spostrzegamy pierwszą grupę stawów, którą tworzą Niżnie (1590 m), Jezioro Rohackie i „maleńki“ stawek, przedzielony tylko groblą kamienną od jeziora, a stanowiący za czasów większych wodostanów tylko jego część składową. Niżnie Jezioro Rohackie, liczące 2 ha powierzchni, jest największem jeziorem Tatr Zachodnich, a co do piękności może być zaliczonem do jednych z najpiękniejszych wogóle tatrzańskich jezior, dlatego też zyskało również nazwę „Orawskiego Morskiego Oka“. Położone na wschodnim skraju upłazu poza skalną groblą, poza którą odpływ jeziora w licznych kaskadach zlatuje na dół, uroku dodają mu odosobnione a bardzo wysokie położenie samego upłazu, dalej wspaniałe otoczenie sąsiednich ścian Wołowca, obu Rohaczy i Przedniego Zielonego Wierchu. Jezioro narażonem jest na zasypanie jedynie od strony południowej, t. j. od strony Przedniego Zielonego Wierchu, który wysyła w kierunku jeziora swą ostrogę skalną z wielkiemi piargami u stóp ściany skalnej, które to piargi suną w jezioro. Natomiast z innych stron nie zagraża jezioru żadne niebezpieczeństwo, co jest właśnie specjalną cechą otwartego położenia stawów. Odpływ znajduje się na jego brzegu północno-wschodnim, w którym to miejscu wody przedzierają się poprzez skalny wał, będący właśc. także już wschodnim ryglem upłazowym (progiem zamykającym). Jezioro pobiera wody od dwóch jezior wyżej położonych w środkowej części upłazu. Dopływ ten w postaci strumienia bystre-

*) Obecnie droga jest znaczona znakami biało-czerwonemi (w pół godziny od schroniska.

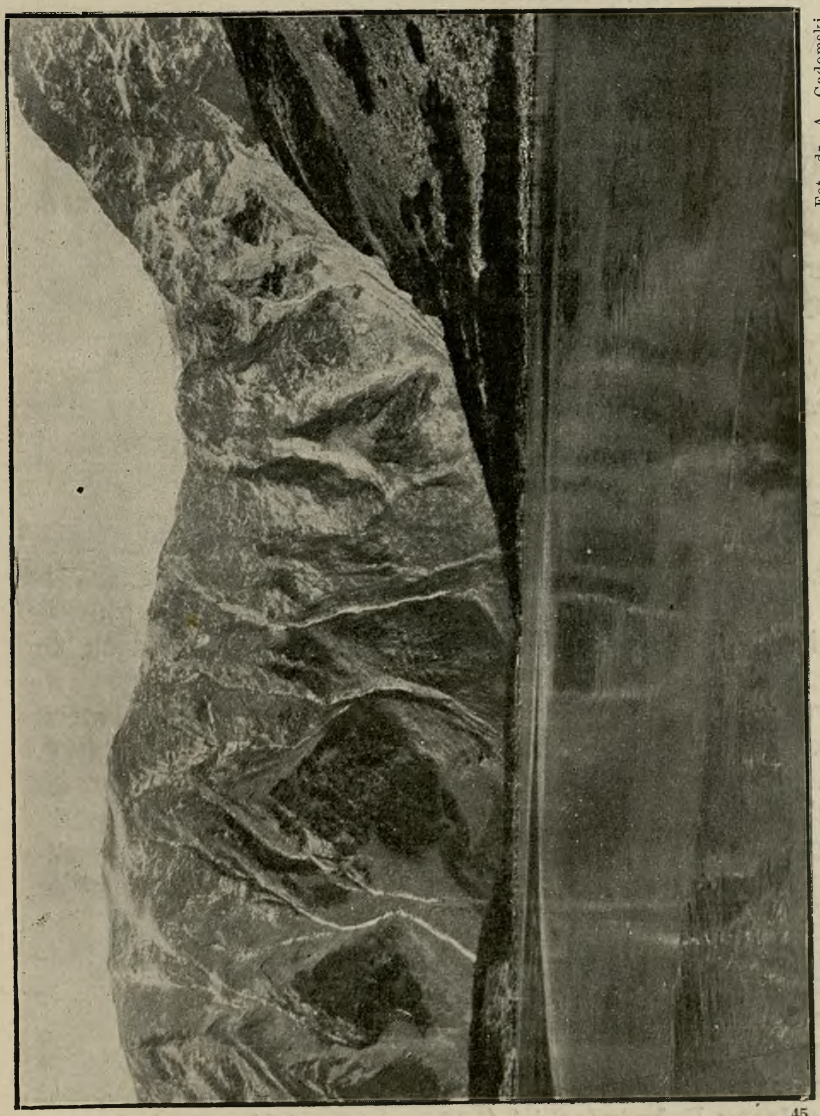
go z kaskadami wpada do jeziora na brzegu południowo-zachodnim.

Kierując się w górę biegiem tego dopływu, możemy w przeciągu kilku minut dostać się do dwóch środkowych stawów, położonych o 20—30 metrów wyżej ponad taflą „Niżniego jeziora". Stawy te położone są we wspólnym kotle, zagłębieniu, otoczonem trzema najwyższemi punktami upłazu, mamy tedy — morfologicznie rzecz biorąc — do czynienia z trzema wybitnemi mutonami i z jedną dość głęboką miednicą, wypełnioną obecnie dwoma jeziorkami szczątkowemi, które wskazują na dawne większe jezioro, obejmujące całą miednicę skalną.

Na prawo i lewo od kotła dwóch stawków znajdują się dwa punkty szczytowe upłazu, tworząc pewnego rodzaju odosobnione wzgórza skalne, a w tyle poza niemi trzecie wzgórze, poza którem znajduje się już na wysokości 1840 m „Wyżni Staw Rohaczowy", leżący w górnym końcu upłazu u stóp skrzesanych ścian Średniego Zielonego Wierchu (2163 m).

Staw ten nie stoi w żadnej łączności hydrograficznej z pozostałą resztą stawów, gdyż oddaje swe wody już na zachód w inną dolinę „Zieloną", leżącą pomiędzy Przednim Zielonym Wierchem a Banówką (2178 m), tak, iż przez nasz upłaz przebiega dział wód drugorzędny. Obniżenie jednak na wschodnim krańcu stawu, położone pomiędzy stromą ścianą Zielonego Wierchu a szczytem upłazu, wskazuje na drugi spływ w kierunku wprost przeciwnym, bo wschodnim, to jest ku reszcie Stawów Rohaczowych. Staw więc posiadał jakiś czas odpływy w dwie strony, a faza ta odnosiłaby się do czasu lodowca, zalegającego jeszcze powierzchnię upłazu. Wtedy to wody polodowcowe, stosownie do wysuwających się języków lodowcowych (charakter fjeldowy) wyrzeźbiły parę ujść dla topniejących wód. Po stajaniu lodów wody, zatrzymane w wannie jeziornej „Stawu Wyższego", w czasie wysokiego początkowo wodostanu spływały jakiś czas w dwie strony: na wschód i zachód. Potem jednak po spłynięciu wód a dla braku nowego przybytku tychże, odpływ wschodni przestał

fungować, a zachował się jedynie obecny odpływ zachodni, będący dawniejszą drugorzędną rynną polodowcową.



Fot. dr. A. Gadomski.

Jezioro Niżnie Rohackie, powierzchnia pokryta już cienką warstwą lodu, tworzącego się w czasie zimnych nocy jesiennych. Zdjęcia dokonano w październiku r. 1920. — W tyle skrzesane ściany Wołowca, pokryte żlebami, na prawo wznoszący się wybitnie Rohacz Ostry.

45

Wyżni Staw Rohacki pobiera wody tylko od topniejących śniegów i dlatego też wodostany jego są zmienne, zależne

od zimniejszych lub cieplejszych pór lata. Zadni (Wyżni) Staw Rohaczowy przedstawia na swym terenie obecnie dwie anomalje hydrograficzne:

1. że przez upłaz przebiega dział wód u stóp głównego grzbietu Tatr Zachodnich;

2. odpływ Wyższego Stawu stanowi spływ wód w kierunku przeciwnym (zachodnim) od głównego kierunku odwodnienia (wschodniego) upłazu.

Rysy krajobrazu upłazowego, jak wielka przestrzeń, niezależność spływu wód od orograficznych głównych kierunków, wododziały w samym upłazie, wszystko to cechy „zgrzybiałego wieku“ w myśl Davisa *), gdyby nie rozsiane jeziorne zagłębienia, strome ściany opadające z głównej grani i progi pomiędzy stawami, po których potok kaskaduje ku dołowi, nie przekonywały naocznie, że mamy do czynienia z krajobrazem w najwyższym stopniu młodzieńczym ,dopiero co odsłoniętym z pod pokrywy ostatniego płaszcza lodowca wiszącego.

Na zakończenie tego artykułu parę słów o stronie wycieczkowej w te, tak stosunkowo rzadko zwiedzane zakątki Zachodnich Tatr. Otóż poza opisanemi stawami, główne zainteresowanie wzbudza grupa górska Rohaczy, jak to zaznaczyliśmy na początku. Grupa ta o pięknie zarysowanych turniach, poszarpanych graniach, stromych ścianach granitowych, wśród których mienią się w słońcu stawy, nadaje temu odległemu zakątkowi charakter zbliżony do najpiękniejszych miejsc Tatr Wysokich. Z tego powodu można gorąco polecić zwiedzenie tych stron tym wszystkim, co w Tatrach Wysokich nic nowego dla siebie znaleźć już nie mogą.

Z Zakopanego udajemy się drogą jezdną aż do schroniska Towarzystwa Tatrzańskiego w dolinie Starorobociańskiej, dalej drożynką leśną na polanę Chochołowską, razem 3 i ćwierć godziny. Minąwszy Polanę z jej miastem szałasów, kierujemy się na półn. zachód ku granicznej Przełęczy Bobrowieckiej (1335 m), a z tejże granią bystro

*) Geograf amerykański.

ku górze za świeżo zrobionemi znakami czeskosłowackiemi na Długi Upłaz (1651 m). W miejscu, gdzie górne piętra doliny Łatanej przypierają do granicznych grzbietów, opuszczamy granicę i kierujemy się w prawo, trawersujemy w poziomej linji łuk doliny Łatanej po stoku Rakonia, by wkrótce dostać się na zbocze spadające już do doliny Zuberskiej i widzimy w dole schronisko pod Rohaczami. Ze schroniska w dolinie Rohackiej wiodą liczne znaki świeżo wykonane przez słowacki klub turystyczny w Św. Mikułaszu, a oko przybyszów z Polski mile wita napis na schronisku: „Budte nam vitani bratia Polaki". Znaki biało-czerwone prowadzą do stawów (½—¾ godz.), przez nie na szczyt Banówki (2148 m) 4 godziny.

Inne znowu odgałęzienie tychże znaków prowadzi przez tak zwaną Smutną dolinę na Rohacz Płaczliwy 3 godziny, Rohacz Ostry 4 godziny, Wołowiec 5 godzin.

3-cią turą będą za znakami biało-czerwonemi, jeziora, dalej za biało-żółtemi, dolina Spalona 1 i pół i za biało-zielonemi Banówka — 4 godziny.

4. Znaki biało żółte Rohacz 1 i pół godziny, biało-niebieskie Wołowiec — 2 godziny.

5. Biało-żółte Rohacz, biało-niebieskie Osobita — 4 i pół godziny.

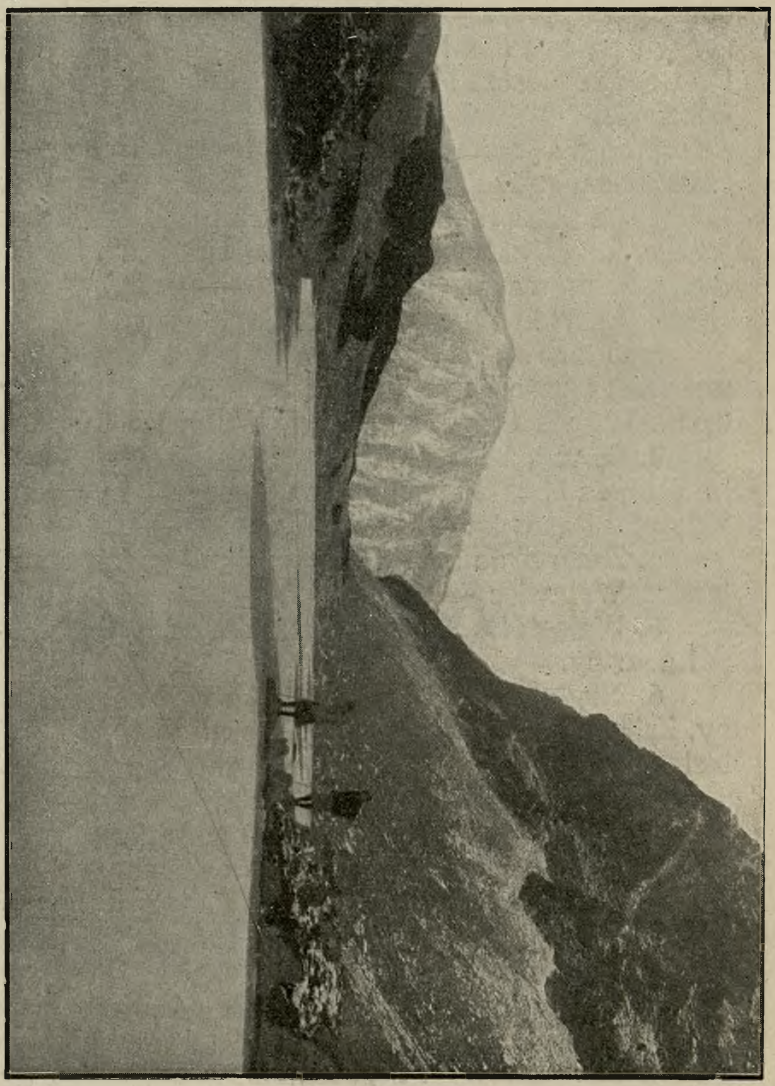
6. Biało czerwone, leśniczówka w Brestowie 3 godziny, Zuberzec 4 godziny, Biały Potok 5 i pół godziny, Podbiel, stacja kolejowa nad Orawą 7 godzin.

Do Św. Mikułasza droga znakowana prowadzi przez góry na południe i wynosi około 10 godzin marszu.

Znaki te wszystkie wykonane ostatnio, tak, że przyczynią się one do wzmożenia ruchu turystycznego w te zaniedbane strony. — Najciekawsza zaś pod względem widokowym i turystycznym grupa Rohaczy przedstawia się następująco a swój odrębny charakter od reszty Zachodnich Tatr przybiera zaraz od przełęczy między Wołowcem a Rohaczami. Trawiasta z początku grań poczyna się jeżyć od występów skalnych a w pobliżu wschodniego szczytu Rohacza Ostrego przechodzi w wąską postrzępioną grań, bardzo eksponową, która doprowadza do pierwszego

wschodniego szczytu. Szczyt wyższy zachodni oddzielony jest dość wąską przełączką i można się nań łatwo dostać,

46



Fot. dr. A. Gadomski.

Jezioro wyżnie Rohackie, całkowicie pokryte grubą warstwą lodu. W tyle widoczny szczyt Wołowca, — na pierwszym natomiast planie przepaścista ściana Przedniego Zielonego Wierchu z licznymi stożkami, usypującymi się w jezioro. Na tle Wołowca widoczne wzniesienie pokryte czarno (kosówką), to najwyższy punkt upłazu.

cofnąwszy się trochę granią i zsunąwszy po skale na półkę trawiastą, biegnącą po stronie doliny Jamnickiej, która do-

prowadza nas na przełączkę a z tej na szczyt stromym trawiastym kominem (szczyt wyższy 2055 m).

Grań od Rohacza Ostrego do Płaczliwego jest również dość urozmaicona, opada zaś do doliny Rohackiej w kilku miejscach wspaniałemi ścianami.

Przełęcz między Rohaczem Ostrym a Płaczliwym jest to pozioma długa i dość szeroka grań, zdobna w wielkie porozrzucane głazy. Wejście na Rohacza Płaczliwego (2126 m) nie nastręcza najmniejszej trudności, tak samo długa grań, ciągnąca się w stronę Przedniego Zielonego Wierchu (2163 m). Z przełęczy pomiędzy Płaczliwym a Zielonym można łatwo zejść do kotliny piarżystej (Smutna dolina), utworzonej przez ściany Płaczliwego a ramię Zielonego. By dostać się do stawu Niżniego Rohackiego, nie należy iść ciągle dnem tej kotliny, lecz w punkcie, który wyda się najdogodniejszym, przejść wspomniane wyżej ramię Zielonego i zejść do Niżniego Stawu.

Grupa Rohaczy od północy oddzielona jest od sadyb ludzkich olbrzymim pierwotnym borem, wypełniającym całkowicie dolinę Zuberską, a do podniesienia uroku tych okolic przyczynia się wspomnienie, iż groźne ściany Rohacza Ostrego posiadają swe ofiary. Na cmentarzu w Zubercu widnieje jasna tablica, rzucająca się przechodniom w oczy: Ludwig Koziczinski, 26. Juni 1911 vom Rohacz abgestürzt.

Naucz. Paweł Cichy

LODOWCE i WIECZNE ŚNIEGI TATRZAŃSKIE.

Tatry, te najpiękniejsze nasze góry, rok rocznie odsłaniają nam nowe swe powaby, leżące dotąd w ukryciu albo w zapomnieniu. I tak n. p. rok 1922 przyniósł ponowne odkrycie wielce ciekawej Groty Lodowej w Ciemniaku, tem charakterystyczniejszej, iż w głębi jej zimnych ścian mamy do czynienia z prawdziwym, coprawda ukrytym przed działaniem słońca, lodowcem, około 70 m długim, 13 m wysokim, a 8 m szerokim.

Rok 1923 znowu ukazał na światło dzienne zupełnie

analogiczną grotę z lodowcem (mniejszym od pierwszego) w dolinie Spis Michałowej w ścianach wapiennych Horwackiego Upłazu 1828 m. O obu grotach pisałem obszernie w artykule pod tytułem: „Nowe groty lodowe w Tatrach“ w numerze styczniowym „Orlego Lotu“ z roku 1924. Natomiast ostatnie ubiegłe lato, spędzone w Zakopanem, przyniosło prócz znalezienia jeszcze jednej groty lodowej w ścianach Krzesanicy, a w związku z tem, poznania wielce ciekawej anomalji hydrograficznej *) Czerwonych Wierchów, rzecz zupełnie nową, a mianowicie prawdziwy, nie ukryty w żadnej grocie, lodowiec tatrzański.

Rzecz zdawałaby się nie do wiary; przecież było już przesądzoną kwestją, iż Tatry nie posiadają lodowców, tylko je posiadały kiedyś i to bardzo potężne w czasie nawrotu kilkakrotnych faz epoki lodowej, czego świadectwem są potężne moreny, kotły lodowcowe, i inne formy, świadczące o tym procesie. Natomiast wiedziało się, iż w Tatrach są wieczne śniegi jako zjawisko związane z klimatycznemi i orograficznemi warunkami naszych gór. Ubytek bowiem ciepłoty wraz z rosnącą wysokością jest powodem, że na szczytach śnieg pada przez większą część roku. Ponieważ zaś opady śnieżne zimowe są bardzo obfite (2 do 3 m grubości), a od topnienia bronią się pewnego rodzaju pancerzem, t. zw. szrenią (śnieg nadtajały i zmarznięty), przeto krótkie a chłodne lata nie są w stanie wytopić doszczętnie masy śnieżnej i w ten sposób utrzymują się pola wiecznych śniegów. Pola te trwają z roku na rok, a miąższości tylko i kształty ich zmieniają się zależnie od więcej lub mniej gorącego lata.

Dotychczasowe obliczenia wykazały, że wieczne śniegi zajmują w Tatrach zaledwie 0‘9 m^2 a dla tej swej małej przestrzeni nie wystarczają na wytwarzanie się lodowców. Pola śnieżne, związane z teoretyczną granicą wiecznego śniegu, występują tylko w Tatrach w pasie od Mięguszowieckich Szczytów 2437 m ku wschodowi, aż po szczyt Kieżmarski 2558 m, w innych natomiast miejscach występujące wieczne śniegi są już zjawiskiem orograficznem, a więc

*) Zaburzenia w odwodnieniu.

związanem z terenami zacienionych kotłów skalnych, leżących poniżej teoretycznej granicy wiecznych śniegów.

Granicę obecną wiecznych śniegów obliczono dla Tatr w sposób teoretyczny: jeżeli wysokość tejże dla Alp Oetztalskich i Wysokich Turni pod 47° szerokości oznaczono z wielką dokładnością na 2800 m, a dla Norwegji (Joestedal) w szerokości 81° na 1800 m, to linja ta obniża się z każdym stopniem geograficznym o 180 m. Jeżeli tedy wysokość tej linji dla wschodnich Alp pod szerokością 47° wynosi 2800 m, to dla Tatr w szerokości 49,25° wyniesie 2440 m. Ponieważ zaś w pasie W. Tatr licząc jedynie wierzchołki osobne, mamy 17 szczytów ponad 2440 m, powinnyby więc one pokryte być wiecznym śniegiem, a mimo to w czasie późnego lata szczyty te są wolne od śniegów.

Śniegi wieczne nie mogą się na szczytach tych utrzymać z powodu ich odosobnienia, ograniczonej powierzchni i nadzwyczajnej stromości, spadają więc w lawinach w dół, reszta zaś ulega w lecie wytopieniu, wyparowaniu i spłukaniu przez deszcze tak, że warunki morfologiczne ukształtowania terenu stoją na przeszkodzie wytworzeniu się stałej pokrywy firnowej. Natomiast, jak to już na początku podkreśliliśmy, utrzymują się w Tatrach w zacienionych kotłach poniżej linji teoretycznej liczne pola wiecznych śniegów, tworzące razem około 40 wystąpień, których t. zw. Ratzlowska *) linja wiecznego śniegu, określająca dolną granicę odosobnionych płatów, przebiega na stokach północnych Tatr pomiędzy 1600—2000 m. Największe z tych pól znajdują się we wschodnich Tatrach, że wymienimy n. p. potężne pola Miedzianej Ławki pod Łomnicą, Dzikiej Doliny u stóp Baranich Rogów, Doliny Jastrzębiej pod Kołowym Szczytem, Lodowej Doliny na północnym stoku Lodowego Szczytu, Śnieżną Przełęcz i t. d. Zwłaszcza zagłębienie doliny kotła Zielonego Stawu Kieżmarskiego, jak wymieniona Miedziana Ławka, tworzy jedno z największych pól śnieżnych tatrzańskich. Pole to od ubiegłego roku dzięki swemu szczególnemu wyglądowi stanowi przedmiot mej specjalnej obserwacji, która dopro-

*) Ratzel, geograf niemiecki.

wadziła do stwierdzenia, że mamy tam już do czynienia z prawdziwym lodowcem.

Kocioł Zielonego Stawu Kieżmarskiego 1551 m jest bezsprzecznie jedną z najpiękniejszych dolin tatrzańskich, tak, że zwiedzenie tego lodowca połączone jest z wycieczką, dającą przepiękne górskie krajobrazy. Z Zakopanego najlepszy dostęp do tego stawu drogą jezdną, wiodącą ku Morskiemu Oku — do mostu granicznego na Białce, koło Łysej Polany (21¼ km 45 minut jazdy końmi i 4 godziny pieszo), stąd przez most na stronę czeską, a następnie gościncem do Jaworzyny Spiskiej doliną Jaworową z początku, a potem doliną Koperszadów Przednich na przełęcz pod Kopą 1758 m (około 8 km) 2¼ godziny pieszo, z przełęczy tej ścieżką za znakami niebieskiemi w Dolinę Białych Stawów (1 km ½ godziny) do nowo wybudowanego schroniska czeskiego, tak zwanej „Votrubovej Chaly".

Po okrążeniu stawów dochodzimy na ramię wschodnie, dalej za niebieskiemi znakami Koziej Turni, skąd już oglądamy dolinę Zielonego Stawu, nie widząc jego samego, bo się kryje poza groblą, porosłą kosodrzewiną i ścieżką, schodząc w dół, dochodzimy w pół godzinie do schroniska Towarzystwa Karpackiego (Karpatenverein) przy Zielonym Stawie. Tutaj dolina Kieżmarska zamyka się a dalszy pochód ku górom wstrzymują piętrzące się olbrzymy górskie. Rozpatrując się w przepięknej panoramie górskiej od lewej strony ku prawej, widzimy następujące szczyty, których szereg rozpoczyna naga, prostopadła ściana Kieżmarskiego Szczytu 2555 m, bezpośrednio wznosząc się nad dolinę 1005 m, a urozmaicona żlebem, częstokroć śniegiem wypełnionej t. zw. Niemieckiej Drabiny. Przedłużeniem grani Szczytu Kieżmarskiego są słynne Widły 2517 m i Łomnica 2634 m, które są widne dopiero z górnych pięter doliny. Dalej piętrzą się dzikie ściany Durnego 2625 m, w głębi Baranie Rogi 2538 m, Czarny Szczyt 2438 m, częściowo zasłonięty, Kołowy 2425 m, a na przedzie wznosi się ostra, śliczna Jastrzębia Turnia 2139 m, wreszcie całą serję tych szczytów zamyka silnie pozębiona Kozia Turnia 2110 m, będąca odgałęzieniem Jagnięcego Szczytu 2231

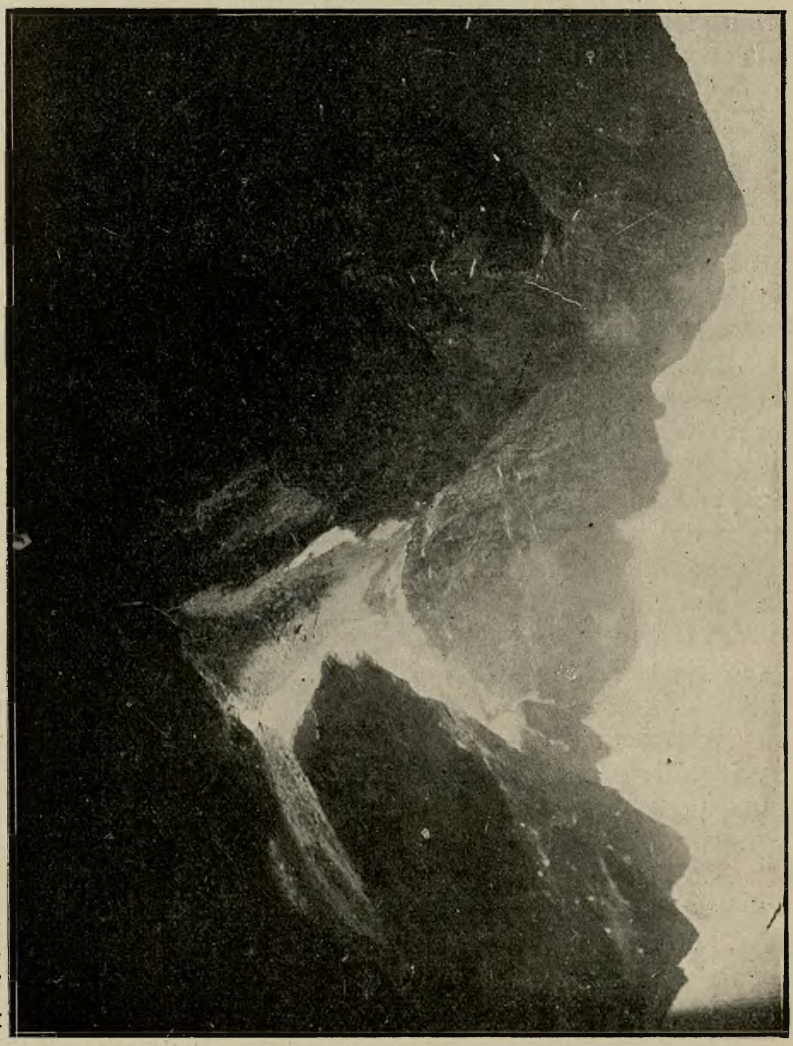
m. Pomiędzy znowu odgałęzieniami wymienionych szczytów rozsiadły się wiszące doliny, urywające się ku wspólnemu korytu doliny Kieżmarskiej urwistemi ścianami, po których suną wstęgi siklaw i wodospadów jako odpływy pól śnieżnych.

Górne te piętra wiszące, licząc od południa ku północy, noszą nazwę Miedzianej Ławki, Dzikiej Jastrzębiej i Jagnięcej Doliny. Morfologicznie rzecz biorąc, mamy tutaj do czynienia ze wspaniałem zamknięciem korytowem, do którego uchodzą progami 300-metrowymi wiszące doliny, tworzące w swych najgórniejszych piętrach typowe kary (kotły) lodowcowe. Kotły te wystawione na wschód i południowy wschód posiadają wielce dogodną dla utrzymania się śniegów ekspozycją słoneczną, dalej magazynują w zimie wielkie ilości śniegów, nawianych tutaj z dolin Pięciu Stawów Spiskich i Jaworowej. Wiadomem zaś jest przecież, iż w Tatrach przeważnie panują wiatry południowo-zachodnie i stąd pochodzi nawiewanie śniegów do dolin wschodnich. Wreszcie masywność i wysokość gór w łuku Kieżmarskiego Stawu, gdzie 5 szczytów wznosi się ponad teoretyczną linję wiecznego śniegu, 3 zaś prawie że tejże dosięga, wpłynęła w znacznej mierze na największe w całych Tatrach pola śnieżno-firnowe tych okolic. Zwłaszcza dolina Miedzianej Ławki ma wprost idealne warunki do utrzymywania się wiecznych śniegów; mianowicie ekspozycję północno-wschodnią tak, że śniegi w tej dolinie otrzymują przez krótki czas światło słoneczne, dalej największą masywność i wysokość szczytów otaczających (Kieżmarski 2568 m, Widły 2517 m, Łomnica 2634 m, Durny 2425 m) i wreszcie bardzo znaczną wysokość doliny od 2050 m do 2300 m, połączoną z dogodną predyspozycją dna; pozwalają na zbieranie się w niem i stagnowanie większych mas śnieżnych.

Wieczne śniegi, zalegające dolinę Miedzianej Ławki, poczynają się w górze od tak zwanej przełęczy Chmielowskiego, pomiędzy Łomnicą i Durnym, zalegając wielkim polem firnowym wszystkie żleby, sunąc w dół od tejże przełęczy, by potem wytworzyć jedno olbrzymie pole śnieżne

trójkątnego kształtu, wydłużające się potem w długi język. Razem długość wynosi 400 m, a szerokość maksymalna

47



Lodowiec Miedzianej Ławki. W głębi Łomnica, na lewo Kieżmarski i Widły, na prawo Durny.

Fot. dr. A. Gadomski.

około 200 m, natomiast szerokość zwężającego się języka jest ku dołowi coraz mniejszą.

Dostęp do naszego lodowca od schroniska przy Zielonym Stawie, odbywa się w następujący sposób: obchodzi-

my południowe brzegi stawu, poczem przesuwamy się ścieżką po piargach do podnóża przepaścistych ścian doliny Dzikiej i Miedzianej Ławki. W ścianach tych spostrzegamy dwa wodospady, lewy to odpływ naszego lodowca z Miedzianej Ławki, prawy zaś jest odpływem pól firnowych Dzikiej Doliny. Dojście wprost do Miedzianej Ławki jest b. trudne, korzystamy z drogi, zaopatrzonej w klamry i łańcuchy, a prowadzącej do Dzikiej Doliny. (Klamry te znajdują się w ścianie Małego Czarnego Szczytu, na prawo od kaskady Dzikiej Doliny.) Wspinając się przy pomocy rąk bardzo bystro po ścianie skalnej, wydostajemy się potem w górniejsze partje, już nie tak urwiste i w jednej godzinie od Zielonego Stawu stajemy w Dolinie Dzikiej. Dolinę tę jednak trawersujemy i po piargach dostajemy się w dolinę Miedzianej Ławki, wypełnionej prawie zupełnie na wierzchu przez śniegi i wkrótce stajemy u czoła naszego lodowca. — Podejrzenie, iż w wypadku śniegów doliny Miedzianej Ławki, mamy do czynienia z prawdziwym lodowcem, powziąłem jeszcze ubiegłego lata, gdy w sierpniu obserwując je z drogi do Zielonego Stawu, zastanawiałem się nad ich połyskiem w słońcu, różniącym się od połysku innych wiecznych śniegów. Dalej zastanawiały mnie „obfita siklawa“, wypływająca na podobieństwo potoków lodowych, zaraz poniżej kształt wielce charakterystyczny, wydłużonego języka, wybiegającego od górnych pól firnowych. Całość z daleka widziana przypomniała wielce obrazy małych lodowczyków alpejskich, typu Glacier des Bossons.

W roku tedy ubiegłym postanowiłem się na miejscu, przy samych śniegach, o tych przypuszczeniach przekonać. Stwierdziłem tedy, iż pod warstwą firnu, zalegającą z wierzchu nasze pola, znajduje się niewątpliwie lód, pięknie wstęgowany o miąższości u dołu paru metrów, a w części środkowej nawet do 10 m. Pod lodem tym znajdują się piękne jaskinie lodowcowe (Ryc. 3), pozwalające odbyć wędrówki, a równocześnie odsłaniające doskonale strukturę denną tych mas lodowych. W lodzie tym zamarznięte są głazy rozmaitej wielkości, jako głazy moreny środkowej. (Ryc. 2.) Wody topniejące płyną pod dnem lodu, jednak w

b. szczupłej ilości, tak, że nie utrudniają zupełnie zwiedzenia jaskiń lodowych.

Pozatem występuje tutaj rzecz szczególnie charakterystyczna. Oto na powierzchni znajduje się szereg szczelin

48

Fot. dr. A. Gadomski.

Pola śniegów wiecznych i piargów, zalegające z wierzchu lodowiec Miedzianej Ławki.

podłużnych i poprzecznych, sięgających aż do dna, a pozwalających z góry dostawać się (naturalnie przy asekuracji linowej) do wnętrza lodowych jaskiń. Szczeliny poprzeczne wytworzyły się w miejscu, gdzie lód spiętrza się na progach skalnych podłoża. Zwłaszcza w środkowej

partji, widne są duże równoległe do siebie partje szczelin, przebiegające w poprzek cały lodowiec.

Lodowiec nasz w całości pojęty składa się z górnych części firnowych, umieszczonych pod przełęczą Chmielowskiego, następnie w pobliżu środkowych szczelin poprzecznych, tworzy już wybitny lodowiec, z którym poniżej we właściwym kotle skalnym Miedzianej Ławki łączą się dwa boczne pola lodowe, a to jedno z pod Durnego, drugie z pod Łomnicy. W miejscu tem zajmuje największą przestrzeń i poniżej zwężając się, tworzy ową już zdala widną, długą wstęgę, typową łapę lodowcową, sięgającą aż do 2050 m w dół. Samo czoło lodowcowe jest silnie spękane i w przeciwieństwie do lśniących, białych, lodowcowych partyj górnych wielce brudne, gdyż wody, spływające po wierzchu, usadowiły tutaj cały zapas letnich brudnych nalotów. W czasie bowiem silnego nasłonecznienia płyną po wierzchu liczne strugi topniejącej wody, wpadając do szczelin, to znowu żłobiąc w pokrywie wierzchnej firnowej, selekcyjne wyrwy.

Ogółem charakteryzując w całości moje spostrzeżenia, powiadam, iż mamy do czynienia z prawdziwym lodowcem, przysłoniętym jednak z wierzchu osłoną wiecznych śniegów, doskonale się utrzymujących po każdej zimie. Dopiero bardzo gorące lato i silne deszcze, mogłyby uwolnić nasz lodowiec z pod tej przykrywy i ukazać naszym oczom błyszczące zwierciadło, ukryte pod spodem lodu. Dlatego też w późniejszych letnich miesiącach, przed spadnięciem jeszcze jesiennych śniegów, lodowiec nasz zaczyna tak charakterystycznie błyszczeć w słońcu i nabierać pięknych barw, zależnie od naświetlenia.

Obserwując go bowiem w ciągu całego jednego pogodnego letniego dnia, zauważyłem w rozmaitych godzinach zmiany w krajobrazie, i że się tak wyrażę, w życiu naszego lodowca. We wczesnych godzinach rannych, gdy dolina Miedzianej Ławki spowitą była w zupełnym cieniu, lodowiec nasz okazywał martwotę zamrożenia nocnego, spokój i koloryt ciemno szary. W południe jednak, gdy słońce zajrzało z góry i oświetliło dolinę, krajobraz się zmienił;

naświetlone masy śnieżno-lodowe poczęły gwałtownie jaśnieć, lodowiec dotąd martwy ożył, liczne strumienie topniejących śniegów poczęły płynąć po wierzchu, wpadając do szczelin, głazy zaś dotąd przymarznięte i jakby stężałe

49

Fot. dr. A. Gadomski.

Lodowiec Miedzianej Ławki. Na pierwszym planie czarne wejście do jaskiń podlodowcowych.

ruszyły, wywołując potężną kanonadę wśród ciszy gór. (Należy ostrzec przy tej sposobności turystów i zwiedzających, by w czasie ruszenia głazów nie znajdowali się na lodowcu, gdyż zlatujące olbrzymich wielkości kamienie sta-

nowią poważne niebezpieczeństwo dla życia. Również nie należy bez poważnej asekuracji schodzić w dół lodowcem, gdyż jak mi wiadomem, jedno towarzystwo ubiegłego roku, zmuszonem było przepędzić tamże na głazach całą noc, nie mogąc się wydostać z tej matni.)

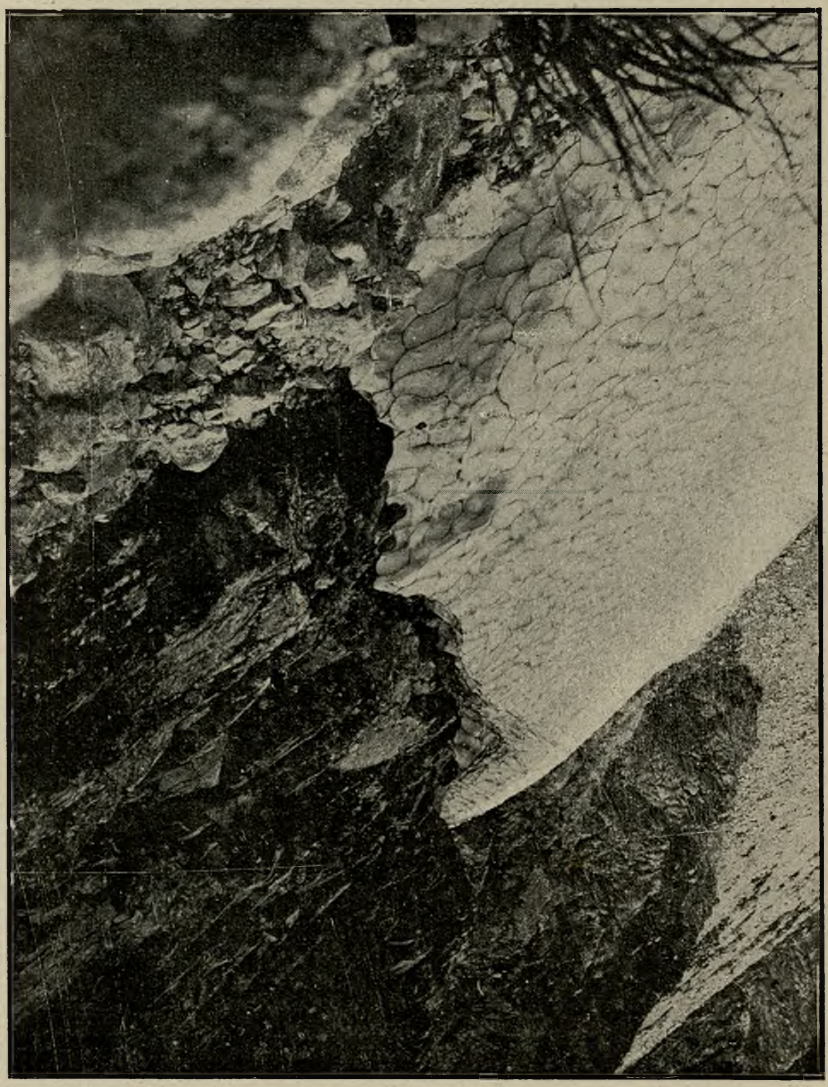
Po jakiej godzinie takiej kanonady, gdy spływające po wierzchu wody, wyrzeźbiły w wierzchnej warstwie firnu głębokie brózdy, lód zaczął błyszczeć tak silnie, że aż poprostu oślepiał. Refleksy te natychmiast ustały, gdy słońce schowało się za grań Durnego, a lodowiec nasz przybrał kolor sino-niebieski, szum potoków ustał, głazy przestały lecieć. Pod wieczór znowu zapadać począł w sen nocny, a ciało jego na wierzchu częściowo odtajałe, poczynało tężeć i marznąć, tworząc stalowego koloru masę ogromnie śliską.

Syt zadowolenia i ciekawych obserwacyj, wracałem po pięknym tym dniu na noc do gościnnego schroniska przy Zielonym Stawie Kieżmarskim, obiecując sobie jeczsze w innych porach roku powrócić, by poznać życie naszego lodowca w ciągu całego roku.

Rezultatem tej wycieczki było stwierdzenie naocznie, iż w Tatrach, pod polami wiecznych śniegów, ukrywają się dość znacznych rozmiarów pokłady lodu ze szczelinami poprzecznemi w miejscach nierównego podłoża i z pięknemi jaskiniami podlodowemi, które to masy lodu są właściwie nikłymi szczątkami dawnych potężnych lodowców tatrzańskich i mogą być uważane za prawdziwe lodowczyki. Zwłaszcza opisany poprzednio lodowiec Miedzianej Ławki, ma wszelkie warunki (długość, szerokość, masywność, kształt i t. p.), by był uważany za klasyczny wzór istniejącego jeszcze w Tatrach lodowczyka wiszącego. Chodziło teraz o to, czy ten lodowczyk jest odosobnionym reliktem i czy istnieją jeszcze w Tatrach Wysokich inne lodowczyki pod pokrywą pól śnieżnych. Zacząłem tedy robić dalsze poszukiwania pól śnieżnych, mogących mieć warunki, by ukrywały pod sobą lodowczyki. Zwłaszcza wielkie zainteresowanie wzbudziło we mnie wielkie pole śnieżne na północnych stokach Lodowego Szczytu (2630 m), w tak zwa-

nej Lodowej Dolinie. Pole to zdala, n. p. z Jaworzyny Spiskiej, widne jeszcze we wrześniu, ubiegłego roku, odzna-

50



Brzeg pola firnowego z charakterystyczną wstęgowością.

Fot. dr. A. Gadomski.

czało się imponującą wielkością jak na Tatry i typowym trójkątnym kształtem wydłużającego się języka. Udałem się tedy na miejsce, by się naocznie dowiedzieć, co się znaj-

duje pod śniegiem. Lodowa Dolina jest wysokogórskim karem (kotłem) o dnie położonem w wysokości 2100 m, na północnych stokach Lodowego Szczytu, a opadającą dwiema urwistemi ścianami do basenu Czarnego Stawu Jaworowego (1490 m). Droga prowadzi więc najprzód doliną Jaworową aż do mostku (1280 m), gdzie odchodzi w lewo ścieżka do Doliny Czarnej Jaworowej i do Czarnego Stawu. Podążając bystro ku górze ścieżką przez las, wydostajemy się poprzez próg doliny wiszącej do „Basenu Czarnego Stawu". Dzisiejszy staw wypełnia zaledwo połowę swego dawnego stanu 15 m wcięcie się odpływu bowiem w skalny próg zamykający, obniżyło silnie zwierciadło wody. By od stawu dostać się w Dolinę Lodową, należy pokonać dwie ściany skalne, któremi ów wysokogórski kocioł spada, jako wisząca dolina. Po ścianach tych spływają wstęgi siklaw, a dojście do doliny Lodowej należy do stosunkowo nawet trudnych przedsięwzięć turystycznych, jednakowoż pod względem krajobrazowym dających przewspaniałe scenerje wysokogórskie. Pola śnieżne wypełniające Lodową Dolinę, słusznie zresztą tak nazwaną w rzeczywistości, zakrywa sobą dość znacznych rozmiarów lodowczyk, o strukturze podobnej do lodowca Miedzianej Ławki.

Po tej pełnej turystycznych walorów wycieczce, udało mi się stwierdzić w Tatrach już drugi lodowczyk, pokryty śniegami. Ale na tych poszukiwaniach jeszcze nie koniec. W grudniu 1923-go roku otrzymałem za pośrednictwem p. Dürra, członka sekcji taternickiej A. Z. S., notatkę od p. Zaremby z Paryża, którą w oryginale załączam w jej brzmieniu: „Grota w lodzie pod Mięguszowieckim Szczytem Środkowym. Obok drogi z Morskiego Oka na przełęcz pod Chłopkiem wiodącej, leżą, jak wiadomo, dwa potężne kotły śnieżne. Do tego z nich, który leży niżej, pod ścianami Mięguszowieckiego Środkowego, zbliżyłem się tego roku (1924), schodząc w dniu 1 września z przełęczy, w towarzystwie pp. Leclerc z Paryża. Zauważyłem wówczas w dolnych, zlodowaciałych warstwach śniegu, otwór pokaźnej groty. Zwiedziliśmy ją przy świetle latarki. Stąpaliśmy po coraz stromiej podnoszących się do góry piargach, pod

ładnem, regularnem sklepieniem z mieniącego się zielonkawemi barwami lodu. Długość jaskini wynosiła około 55 m, szerokość 4—5 m, wysokość zaś była taka, iż można było iść cały czas, nie schylając się. Kształtem swoim przypominała ta jaskinia alpejskie groty lodowcowe. Może nią się kto zainteresuje.

Paryż, 6 grudnia 1924.

S. K. Zaremba."

Po mych doświadczeniach z lodowczykami Miedziawej Ławki i Lodowej Doliny, należy w myśl tego opisu sądzić, iż w kotle tym mamy również do czynienia z małym zwałem lodowym, przykrytym z wierzchu śniegiem. Kocioł ten pod Mięguszowieckim Środkowym osobiście znam, nie schodziłem tylko na jego dno, w każdym razie należy on do znaczniejszych wystąpień i zbiorowisk wiecznych śniegów tatrzańskich, a jak z obserwacji p. Zaremby wynika, ukrywają one pod sobą zwał prawdziwego lodu. Należy więc w Tatrach Wysokich odróżniać wieczne śniegi, samotnie zalegające zbocza od wiecznych śniegów, ukrywających pod sobą wielkie zwały lodowe. Z tych Miedzianej Ławki i Lodowej Doliny mają nawet typowy charakter lodowczyków na kilkaset metrów długich, podczas gdy inne pola śnieżne ukrywają pod sobą tego rodzaju lodowczyki, nawet jeszcze fungujące, albo też zwały lodowe z pięknemi jaskiniami pod spodem. A wszystkie te obserwacje, połączone nieraz ze znacznemi trudnościami terenowemi, wskazują, iż Tatry, te najpiękniejsze nasze góry, rok rocznie odsłaniają nam nowe swe powaby, leżące w ukryciu, a po drugie, iż w wielu wypadkach teorja nie zgadza się z praktyką. Dotychczas bowiem twierdzono, iż Tatry lodowców nie mają, ostatnie obserwacje na miejscu zadają jednak kłam temu.

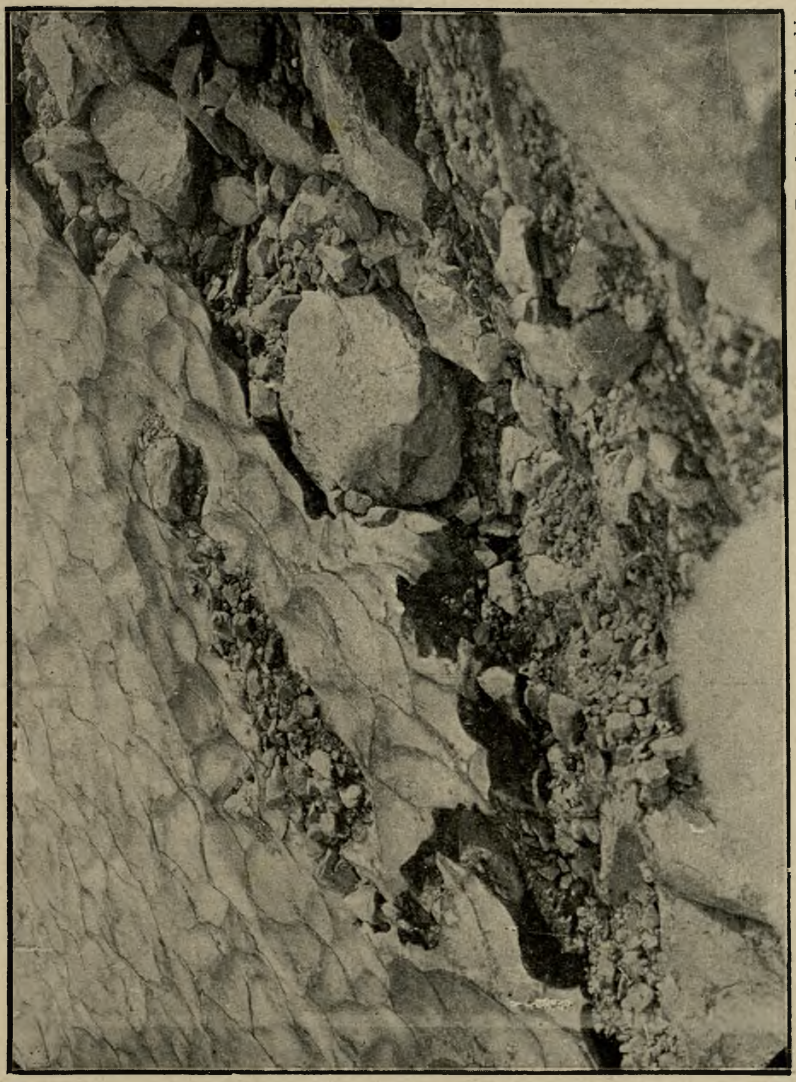
Przechodząc teraz do charakterystyki szczegółowej samych tylko wiecznych śniegów, zajmiemy się ich strukturą, gdyż o ich granicy na początku już mówiliśmy.

Wieczne śniegi tatrzańskie wykazują strukturę *),

*) Budowę wewnętrzną.

zbliżoną do firnowej w lodowcach, a mianowicie warstewki, oznaczające pokrywę śnieżną i brudny nalot letni tak,

51



Fot. dr. A. Gadomski.

Morena.

że można z nich wyczytać chronologję, a więc czas istnienia, na swej zaś powierzchni charakterystyczną wstęgowatość. Pozatem posiadają swoje moreny brzeżne (n. p. w źle-

bie śnieżnym w okolicy Czarnego Stawu nad Morskiem, a nawet moreny czołowe, wszystko naturalnie formy miniaturowe). Co do ich roli to pola śnieżne ułatwiają nad-

52

Szczyt Rysów z charakterystyczną, długą rysą wiecznych śniegów, od której szczyt wziął nazwę.

Fot. dr. A. Gadomski.

zwyczajnie transport większym odłamom skalnym, które oderwawszy się, mogą posuwać się po śniegu często bardzo daleko i układać u podnóża tychże zwały morenowe

(polodowcowe), których nie należy identyfikować z glacjalnemi, to jest z czasów epoki lodowej. Największa od-

53

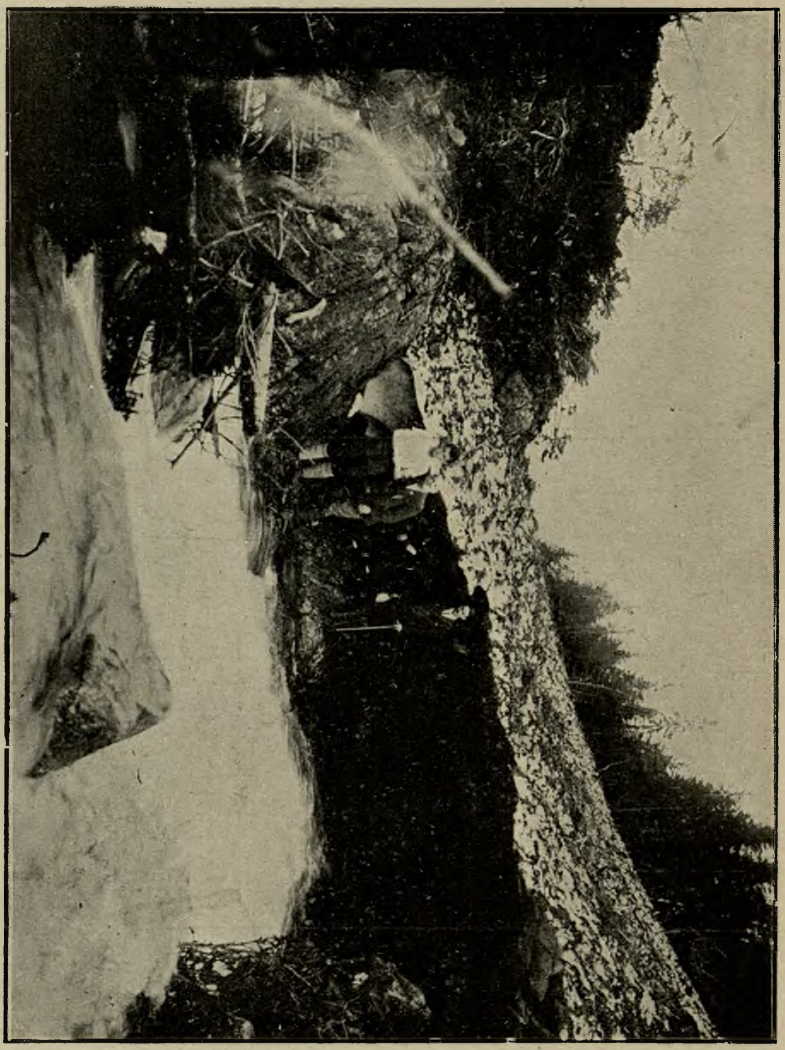
Fot. dr. A. Gadomski.

Pole firnowe w pobliżu Zmarzłego Stawu pod Zawratem.

ległość oderwanych a zjeżdżających w ten sposób głazów dochodzi do 1000 m, np. głazy zlatujące z Rysów (Ryc. 52).

Nad wiecznemi śniegami tylna ściana skalna, przylegająca do firnu, rumoszeje, wytwarzają się w niej szczeli-

54



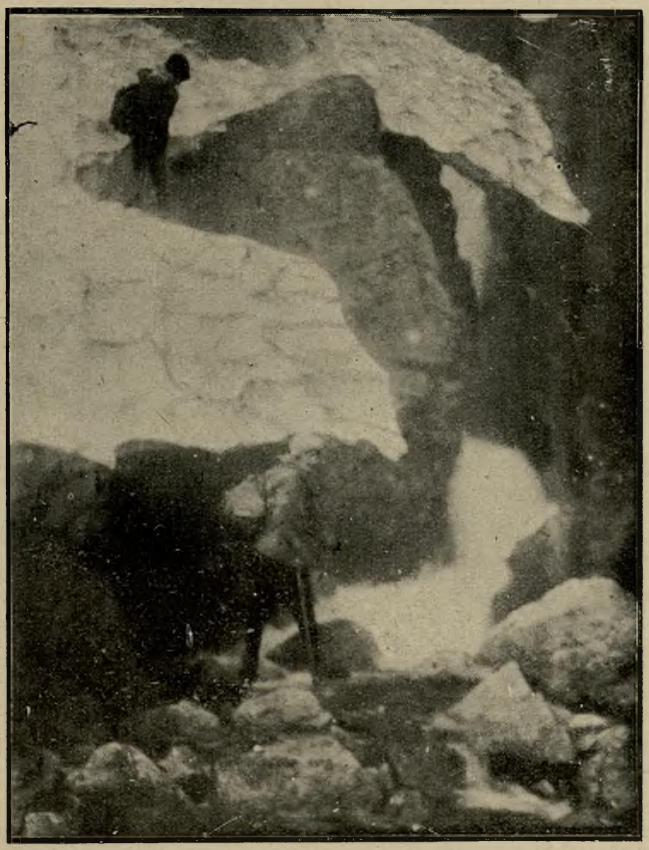
Lawina w dolinie Roztoki przykryła górny bieg Wodospadów Mickiewicza. Potok wyżłobił śliczny tunel.

Fot. dr. A. Gadomski.

ny, w które wnikające opady atmosferyczne przez zamarzanie, powodują dalsze pękanie skały, a zatem idzie cofanie się tejże ściany wstecz.

W związku z rumoszeniem ścian tylnych widzimy wśród mas śnieżnych szczeliny brzeżne, tak zwane odparzeliny, w których miąższość mas śnieżnych dochodzi do paru metrów. Pozatem tworzą się także szczeliny, spękania

55



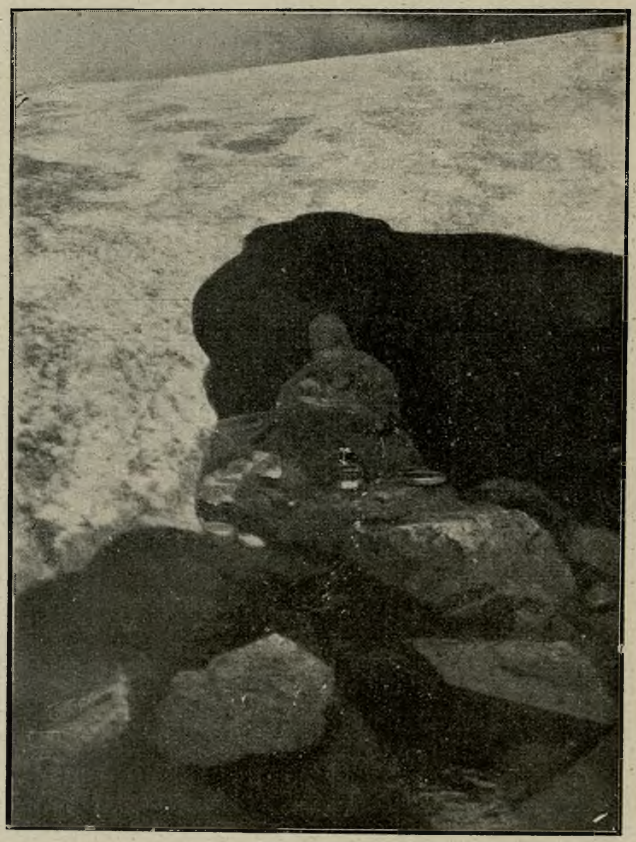
Fot. dr. A. Gadomski.

Zlodowaciały wieczny śnieg, pochodzenia lawinowego.

poprzeczne, skutkiem ciągnienia mas śnieżnych ku dołowi i wreszcie możemy obserwować szczeliny, wytworzone lokalnie skutkiem upadku głazów z wielkiej wysoczyzny a tworzące poprostu wybite dziury w masie śnieżnej. Wiel-

ką rolę w erodowaniu, podłoża wykonuje woda, płynąca w żlebach pod śniegami, jak również w czasie upałów, nawet po zmarzniętej powłoce firnowej, a osady tej wody powodują na śniegu letnie czarne nanosy. Główna rola wiecz-

56



Fot. dr. A. Gadomski.

Zlodowaciałe śniegi wieczne w zacienionych gardzielach potoków tatrzańskich.

nych śniegów polega na konserwacji, a więc chronieniu tych miejsc od zasypania piargami (kotły więc n. p. wypełnione wiecznymi śniegami posiadają pod spodem nienaruszone jeszcze dno glacjalne, to jest z czasów epoki lodowej), poza-

tem dają one początek większej ilości potoków, które u ich stóp wytryskają i zasilają w ten sposób stawy wysokogórskie (ścisły związek rozpołożenia kotłów, stawów i wiecznych śniegów). Wreszcie gwałtowne tajanie tychże śniegów w maju i czerwcu podnosi znacznie wodostany rzek tatrzańskich.

Należy też wspomnieć o czasowem tylko działaniu pól śnieżnych, pokrywa bowiem zimowa w Tatrach w maju zaczyna ulegać niszczeniu, ale w żlebach i miejscach zasłoniętych utrzymują się stwardniałe śniegi aż do lipca, a nawet sierpnia, a ponieważ powtarza się to rok rocznie, więc miejsca te wystawione są na działalność stale się powtarzającą. Skutki tego działania możemy po całkowitem stajaniu lodu obserwować w licznych nyszach, żlebach i kotłach. Coroczna obserwacja tych miejsc daje nam sprawdzian pracy, a właściwie konserwacji tych miejsc w czasie 7-miesięcznej przykrywy śnieżnej. Formy te nazywamy niwalnemi a obserwacja ich w Tatrach, gdzie są rozwinięte na wielką skalę, może dać doskonały substrat dla obserwacji tychże form w Beskidach.

Naucz. Paweł Cichy

Na koniec parę słów o starych lawinach jako nagromadzeniach zbitego i zlodowaciałego śniegu, mogącego się bardzo długo utrzymywać. Takie masy śnieżne spotykamy bardzo nisko, przeważnie na dnie potoków tatrzańskich. — Przykładem niech będzie sfotografowana stara lawina z r. 1923 w dolinie Roztoki. Lawina ta, spadłszy na wiosnę ze zboczy Wołoszyna, skosiwszy las, zasypała sobą górny bieg potoku Roztoki, tuż powyżej wodospadów. Zbite i zlodowaciałe masy śnieżne przetrwały aż do sierpnia tego roku, potok zaś, werznąwszy się pod spodem, utworzył piękny czasowy tunel. Z chwilą zawalenia się tunelu śnieżnego powstają fantastycznych kształtów ostrogi śnieżne (Ryc. 9 i 10), mogące w postaci wielkich brył śnieżno-lodowych przetrwać lato.

Przy omówieniu takich zależałych brył lodowych należy jeszcze wspomnieć o jednym typie utworów śnieżnych, a mianowicie o tak zwanych konglomeratach śnieżno-piarzystych. Brat mój bowiem Jan, asystent astronomji,

znalazł ubiegłego roku w lipcu w okolicy Polskiego Grzebienia pod piargami tego rodzaju utwory, tworzące zlepienie skał ze śniegiem, a przykryte z wierzchu pokrywą piarzystą, ukrywającą pod spodem te bryły. Widzimy z tego wszystkiego, jak kategorja utworów śnieżnych począwszy od lodowców a skończywszy na tego rodzaju bryłach jest w naszych górach przebogatą.

GROTY LODOWE w TATRACH.

Zjawisko grot lodowych jest znanem powszechnie, a polega w przeważnej części wypadków na przechowywaniu zimna wewnątrz groty z pory zimowej, dalej cechuje się kierunkiem w dół od wylotu i brakiem przewiewu. Na cechach tych opierało się zawsze tłumaczenie powstania lodu. Zimne powietrze zimowe stacza się jako cięższe w głąb groty, skąd niema ujścia, ciepłe zaś w lecie nie ma dostępu, skutkiem tego niska temperatura przechowuje się w grocie przez cały rok. Hypotezę taką powstania lodu w grotach postawił amerykanin Balch w swem dziele o lodowniach, i ona się najwięcej przyjęła. By więc lód powstał i przetrwał potrzeba na to paru warunków: temperatura w zimie musi opadać poniżej zera, a wtedy z wody tworzą się w grocie masy lodu, przypominające formy nacieków, temperatura zaś letnia nie może być zbyt wysoką tak, by nie stopiła lodu.

Inni uczeni sądzili, że lody w jaskiniach są resztkami z epoki lodowej (była to jednak hypoteza nieco fantastyczna), a najlepszego dowodu przeciwnego dostarczyła jaskinia Etreau w Pessarment we Francji, która to grota w roku 1727 straciła lód, a potem w roku 1823 znowu się w niej lód pojawił. Próbowano również tłumaczenia innego, mianowicie: że lód powstaje przez zamarzanie wody, wciekającej szczelinami do groty, wskutek zmiany ciśnienia.

O ciśnieniu jednak powietrza w jaskiniach mało wiemy — zbadano tylko, że wahania są większe, niż zwykle.

Franciszek Kraus zastanawiając się w swem dziele „Die Höhlenkunde“ nad genezą grot lodowych wyraża się w ten sposób, dopiero wtedy, gdy uda się fizyczne warunki tworzenia się lodu tak zbadać, że będzie można budować

sztuczne lodownie, wtedy dopiero kwestja grot lodowych będzie definitywnie załatwioną.

W każdym jednak razie badanie tych procesów w naturze i ujęcie tej kwestji z natury będzie dopiero mogło kwestję sztucznych lodowni na nowe tory posunąć.

Jednym z najklasycznejszych przykładów takich grot jest odkryta w roku 1870 przez Węgra Eugenjusza Ruffiniego, a położona na Słowaczyźnie, w dawnym komitacie gömerskim, lodownia w Dobsinie, w górach spisko-gömerskich, której wejście znajduje się w wysokości 965 m, najniższy zaś punkt wewnątrz w wysokości 898 m, ma ona zatem wybitny kierunek w dół od wylotu. Grota kilkaset metrów długa obejmuje 80.000 hektarów, z tego 7000 ha pokrytych jest lodem, niektóre zaś komory tak są nim zajęte, iż pozostają tylko małe przestrzenie wolne pomiędzy stropem a podłogą zwłaszcza, iż lód wciąż się tworzy.

Schody, mające udostępnić zwiedzanie, były zbudowane o 25 cm nad lodem, obecnie podłoże lodowe jest już wyższe od schodów.

Poszczególne formacje słupów lodowych dochodzą do 12 m wysokości i do 2 m średnicy. W lodzie groty odkrywca, inżynier Ruffiny, kazał wykopać długi szyb, przez co odkryto drugą grotę niżej leżącą a niemniej piękną. Tunel ten zwany korytarzem Ruffiniego sprawie największy efekt, dając w głąb w pięknie horyzontalnie ułożone warstwy lodu.

Znajduje się tam również sala lodowa, oparta na lodowych słupach. Jaskinia ta wykazuje średnią roczną temperaturę —0‘275° C i ona to dostarczyła amerykańskiemu uczonemu Balchowi materjału do pracy o lodowych grotach, czyli lodowniach.

Najwyższa temperatura wynosiła +4‘5° C, gdy na wolnem powietrzu wynosiła +19‘5° C, najniższa —7‘5° C przy temperaturze zewnętrznej —2‘5° C. Tak więc maksymalne wahania wynoszą na zewnątrz 44‘5°, w grocie tylko 12° C. Przy wylocie znać stały wypływ zimnego powietrza, we wnętrzu natomiast panuje zupełna cisza.

Co do zwierząt i roślin, to dotąd nie znaleziono żadne-

go śladu życia organicznego wewnątrz groty. Co się tyczy genezy samej groty, to jest ona wedle Krennera grotą wymytą w wapiennych przez płynące wody. Przez późniejsze zawalenie się jaskinia została zamkniętą dzisiejszym szczupłym tylko wylotem i wtedy lód począł się tworzyć w myśl teorji Balcha.

Z innych grot lodowych należy wymienić grotę Demenowską w Niżnych Tatrach. Najwspanialsze groty lodowe znajdują się w Ameryce, w Stanach Zjednoczonych.

W Tatrach groty lodowe były dotąd zjawiskiem właściwie nieznanem, a tylko czasami znajdowano zależały lód, n. p. w grocie Zimnej w dolinie Kościeliskiej, albo stalagmity lodowe w grocie Okno Zbójeckie w tejże dolinie, dalej grota Organy w grupie wapiennych Tatr Bialskich jest również lodowa: we wszystkich jednak miejscach lód występował w bardzo małej ilości i nie tworzył charakterystycznych form.

Wprawdzie prof. J. Gw. Pawlikowski odkrył w roku 1885 grotę lodową w górnych piętrach wąwozu „Krakowa", o czem zamieścił wzmiankę w artykule „Podziemne Kościeliska" (Pam. Tow. Tatr. 1887).

Również w Przewodniku Walerego Eljasza z roku 1896, na str. 73, przy ustępie „Jaskinie" wymienioną jest Lodowa Jaskinia pod Czerwonym Wierchem, a w Przewodniku Chmielowskiego, część I, na str. 141, umieszczono również odpis wzmianki prof. Pawlikowskiego o wielce interesującej grocie, tak zwanej Dziurze Lodowej, lecz drogi do tejże groty, wzbudzającej wielkie zainteresowanie, poszukiwano kilkakrotnie a bezskutecznie w latach przedwojennych. Dopiero w sierpniu 1922 roku udało się braciom Zwolińskim ponownie odnaleść ją w turniach ponad górnemi piętrami wąwozu bocznego doliny Kościeliskiej „Krakowa", w kotle zwanym Kamienne u stóp Ciemniaka (2099 m) i Twardego Upłazu (1787 m) szczytów grupy Czerwonych Wierchów. Grota lodowa w Ciemniaku, którą zwiedziłem dwukrotnie w sierpniu i wrześniu 1923 roku, przedstawia nowy typ grot lodowych, gdyż odznacza się kierunkiem od wylotu ku górze, dalej jest przewiewną, a

najcharakterystycznym jest to, iż mamy w niej do czynienia z wałem lodu, około 13 m wysokim, 67 m długim, a około 6 m szerokim, który ulega pewnym zmianom, a który możnaby nazwać lodowcem, coprawda, w miniaturze. Że podobne lodowce jaskiniowe istnieją, dowodzi jaskinia lodowa w Szwajcarji koło Genewy. Grota ta również ma spadek: na wiosnę dolny otwór rozwiera się, a lód rusza,

57

Fot. dr. A. Gadomski.

Lodospad groty Lodowej w Ciemniaku.

tworząc mały lodowiec. Tego rodzaju jednak groty są zjawiskiem bardzo rzadkiem, więc odnalezienie ich na terenie Tatr należy powitać z wielką radością, a równocześnie należy je otoczyć pieczołowitością, by nie uległy bezmyślnemu niszczeniu przez rąbanie lodu, stalaktytów lodowych i t. d. W lodzie naszej groty zaobserwowałem tworzenie się szczelin poprzecznych, w miejscach zaś progów skalnych podłoża wapiennego, lód wypełniający całe dno groty, tworzy piękne lodospady, których jest cztery, a z których

najwyższy dochodzi do 6 m wysokości *). Lodowiec groty Ciemniaka rozpoczyna się zaraz od samego ciasnego wejścia, tworząc szary, gładki wał, spływający z górnych partyj groty. Pomiędzy poszczególnemi lodospadami znajdują się nieco pochylone, gładkie i lśniące tafle lodowcowe, z których najwyższa wypełnia aż do końca całą szerokość głównej komory. Lód wypełnia szczelnie całą podłogę gro-

58

Fot. dr. A. Gadomski.

Wejście do groty lodowej w Ciemniaku.

ty, nie mamy więc nigdzie odparzeliny pomiędzy ścianami a lodem, co jest dowodem, że ściany mają temperaturę zimną i dzięki temu lód w zetknięciu się z niemi nie taje, jak to ma miejsce w lodowcach albo polach firnowych na miejscach otwartych.

O parę metrów przed końcem głównej komory odchodzi stromo w lewo ku górze boczne odgałęzienie, z któ-

*) Patrz fotografja.

rego spływa 8-metrowy lodospad. Ponad nim grota, zwężając się ku górze, przechodzi w stromy, niedostępny komin, wiodący ku dalszym częściom groty, a którym spływa woda, tworząca lodowiec. Wylot groty położony jest na wysokości około 1700 m, a jest on bardzo szczupły tak, że powietrze ogrzane ma utrudniony dostęp do groty *).

U wylotu tego spostrzegamy linję pęknięcia, przebiegającą z góry na dół, a świadczącą o tektonicznej predyspozycji miejsca, w którym grota powstała. Kocioł zwany Kamienne u stóp Ciemniaka 2099 m i Twardego Upłazu 1787 m, wyżłobony jest w jurajskich wapieniach, a u dołu przechodzi w większy kocioł, wyżłobiony w miękkich materjałach łupków marglowych kredy wierchowej, które tworzą długą wkładkę pośród wapiennych utworów jurajskich. Kocioł ten opada ściankami jurajskimi do wąwozu „Krakowa", a będąc ściśle zamknięty, dokoła nosi wyraźne ślady wyschniętego stawku. Stawek, biorąc wodę od topniejącego w grocie lodowca, wiązał się niegdyś z stałą strugą wodną, rzeźbąca intenzywnie parów „Krakowa", którego dzisiejsze nadziemne odwodnienie odpowiada tylko czasowemu wezbraniu wód po gwałtownych roztopach. Zwrócić przy tej sposobności należy uwagę, iż wąwóz Krakowa posiada odwodnienie podziemne, którego ujściem jest „Wypływ w Pisanej". Tak więc możemy wykazać pewien związek wylotu groty lodowej z położonym poniżej krajobrazem.

Po zwiedzeniu groty lodowej w Ciemniaku jeszcze w sierpniu 1923 roku, dowiedziałem się w parę dni potem od profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego Kowalskiego, iż w dolinie Spis Michałowej znajduje się również w jednej z grot lód, zaścielający dno.

Grota lodowa w dolinie Spis Michałowej.

Zaciekawiony tem, udałem się tamże razem z p. Sokołowskim, słuch. geolog., na poszukiwania tej groty lodowej. Dolina Spis Michałowa leży już w obrębie Wysokich

---

*) Patrz fotografja (Wejście do groty).

Tatr, a jest boczną doliną Białej Wody, tej najwspanialszej glacjalnej doliny tatrzańskiej.

Dolina Spis Michałowa wyżłobioną jest w wierchowych wapieniach Horwackiego Upłazu 1828 m i Zamków 2012 m. Otóż w ścianach Horwackiego Upłazu na wysokości około 1650 m znajduje się bardzo wielki otwór groty, już zdala widoczny, w której to grocie znalazłem zupełnie podobne stosunki do groty w Ciemniaku, tylko na mniejszą skalę. Grota ma kierunek ku górze, o wzniesieniu silnem, przewiew i powłokę lodową dna.

Zaczyna się ona olbrzymią pieczarą bez powłoki lodowej a natomiast z licznemi śladami bytowania tamże kozic. Pieczara wgłąb zwęża się tak, że tylko dwa wąskie przejścia, utrudniające dostęp ciepłego powietrza od zewnątrz, pozwalają przejść do następnej już znacznie mniejszej pieczary, której dno zajmuje już powłoka lodowa. Pieczara ta w prawo podnosi się stromo ku górze, przechodząc w końcu w korytarz do 2 cm szeroki, a wypełniony na dnie pięknie spływającą taflą lodową, o znacznie jednak uboższej miąższości aniżeli w Ciemniaku. Postępując ostrożnie w górę po stromej powłoce lodowej, rąbiąc stupaje i chwytając się skał nieoblodzonych ścian korytarza, wspinamy się coraz wyżej. W dalszym ciągu grota przechodzi w przestromy komin, jednak dość szeroki, a powłoka denna lodowa łączy się z prostopadłym lodospadem, zwieszającym się od góry, co dalszą drogę czyni niedostępną.

Zastanawiając się nad genezą powstania lodu w obu grotach dochodzimy do wniosku, iż związaną jest ona z zamarzaniem wody wciekającej szczelinami do grot położonych na znacznych wysokościach, a których ściany zachowują niezmienioną nawet w lecie zimową temperaturę.

Dostęp zaś powietrza ogrzanego może się odbywać jedynie tylko poprzez ciasne otwory wylotów, natomiast przewiewy, jak i wsiąkająca woda z górnych końców, są chłodne, gdyż pochodzą z wyższych szczytowych partyj, na których przecież pokrywa śnieżna utrzymuje się przez 7 miesięcy w roku. Woda ta wsiąkająca od góry, jako po-

chodząca z topniejącego śniegu, posiada temperaturę zerową i dzięki temu tak łatwo zamarza w zimnych ścianach groty. Przy genezie grot z wylotem ku dołowi należy zwrócić uwagę na inwersję zimna wstępującego z dołu a działającego w znacznej mierze na oziębienie temperatury wewnątrz. W górach bowiem często mamy do czynienia z odwrotnością temperatur, że w dole jest zimniej aniżeli na górze. O ile więc wylot groty o tyle leży stosunkowo w dole, że temperatura odwrócona zimna, tam się dostaje. zatem zimno wtłacza się do groty z dołu. To zimne powierze, wstępujące z dołu, działa na wylot groty, jak korek, więc choć nawet z góry mogą wchodzić przez szczeliny w lecie ciepłe podmuchy i wody deszczowe wsiąkające to zatamowane przy ujściu zimnem powietrzem, w zimnych ścianach groty skraplają się i zamarzają. Otóż wyloty obu naszych grot tatrzańskich leżą wprawdzie stosunkowo wysoko (tysiąc kilkaset metrów), ale znowu nie tak wysoko, by odwrócona temperatura zimowa nie mogła do nich wstępować.

Można bardzo często obserwować jak szczyty Czerwonych Wierchów i innych gór oświetlone są w zimie słońcem, podczas gdy zbocza ich, zwłaszcza zachodnie, otulone są zimnymi mgłami podnoszącemi się z dolin.

Poszukiwania górnych szczelin i otworów.

Obie groty nasze jak już przy szczegółowym opisie podałem, zablokowane są w swych górnych częściach całkowicie lodem, uniemożliwiającym dostęp do dalszych ich części, albo zwężają się w przestronne kominy, których istnienia dowodzą wspomniane przewiewy wietrzne. Nie mogąc się tedy od dołu tam dostać, próbowałem znaleść jakie wejście od góry. Zwłaszcza przy grocie lodowej w Ciemniaku zbadałem dokładnie teren wapiennych ścian pomiędzy wylotem groty a szczytem Ciemniaka. Otóż postępując od wylotu*) groty bystro ku górze w wysokości

*) Patrz fotografja (U wylotu groty lodowej).

kilkudziesięciu metrów wprost nad grotą, znalazłem grotę z typowem okienkiem zapadającą ku dołowi, jednak zasypaną piargami, szczeliny widne jednak schodzą ku dołowi i niewątpliwie mają połączenie z grotą lodową. Idąc dalej ku górze wciąż w tej samej linji, już w pobliżu szczytu Ciemniaka 2099 m, spostrzegłem szereg typowych lejków krasowych, również zasypanych piargami. Jeden

59

Fot. dr. A. Gadomski.

U wylotu groty lodowej w Ciemniaku, w głębi na prawo Kominy Tylkowe, przełęcz Iwaniacka i po lewej stronie masyw Orszaku.

z tych lejków najgłębszy odkopany przezemnie i towarzyszy (po wyrzuceniu z niego wielkich brył kamiennych) odsłonił szczelinowe wejście do groty. Opuszczony przezemnie na linie p. Stobiecki, akademik, zdołał dotrzeć do 10 m głębokośc tym kominem, również zawalonym kamieniami. By dalej się zapuszczać musiano poszczególne kamienie przywiązywać do liny i wyciągać z otworu, co posuwanie się w głąb bardzo utrudniało i nie doprowadziło

do dalszego zbadania. W każdym razie niewątpliwie stwierdzono, iż nasza grota lodowa stoji w związku z górnemi otworami, któremi dostają się powietrze i woda rostopowa.

Działalność wód rostopowych.

Zwłaszcza działalność tej ostatniej można było doskonale zaobserwować po wielkich, wprost katastrofalnych ulewach tatrzańskich w pierwszej połowie sierpnia 1924 roku. W lipcu i sierpniu odwiedzałem naszą grotę co tydzień, starając się pilnie śledzić wszystkie zmiany, zachodzące w jej wnętrzu. O ile tedy lipiec nie porobił w lodzie wielkich zmian, pozatem że zmniejszyły się stalaktyty i stalagmity lodowe, to po gwałtownych ulewach sierpnowych zauważyłem w dniu 16. sierpnia zasadniczą zmianę. Wtedy to prowadząc wycieczkę Koła Geografów Krakowskich, z prof. Sawickim na czele, zauważono przez całą długość lodowca szczelinę głęboką na ½ m, przebiegającą środkiem lodospadów, której dnem spływała woda, a wyrytą zapewnie przez gwałtownie wciekające rostopy deszczowe, które w postaci potoku płynąc po lodzie wyrzeźbiły tę rynnę erozyjną.

Najciekawszem jest jednak wytworzenie się skutkiem ogólnej pochyłości grot ku wylotowi pewnego rodzaju lodowców, spływających ku dołowi w miarę tworzenia się nowego lodu przez zamarzanie wciekającej wody.

Lodowce w grotach.

O ruchu ich świadczy tworzenie się szczelin poprzecznych spękania i lodospadów w miejscach progów skalnych.

W przeźroczystym lodzie widać liczne wmarznięte głazy, tworzące rodzaj moreny dennej i środkowej, woda zaś spływając po lodzie skutkiem tajania tworzy w miejscach zagłębień małe stawki. Tajanie to odbywa się tylko w czasie gorących dni letnich, gdy wciekająca woda nie

zamarza. Co do zmian samego lodu, to najwięcej go jest na wiosnę, wtedy bowiem wytwarza się on w wielkiej ilości, w lecie go ubywa skutkiem częściowego tajania, a najmniej jest go w zimie, gdyż wtedy górne otwory są uszczelnione powłoką śnieżną a lód się nie wytwarza, gdyż niema wsiąkającej wody. Zjawiska zaobserwowane w obu grotach stanowią nowy przyczynek do znajomości naszych grot i mogą zachęcić do notowania różnych ciekawych spostrzeżeń, z których jeszcze dużo znajduje się w ukryciu przed naszemi oczyma.

Lodowe groty tatrzańske z kierunkiem w dół od wylotu.

Do rzędu wreszcie grot lodowych tatrzańskich, cechujących się kierunkiem znowu w dół od wyloty a więc typu dobszińskiego, należy zbadana przez braci Zwolińskich grota, zwana Studnia w Dziurawem leżąca również w grupie wapiennych Czewonych Wierchów. Znajduje się ona ponad grotą Piwnicą Miętusią w dolinie Małej Świstówki, prawie pod skałami Żarów, wśród dzikich żłobów wapiennych, pokrywających całe zbocze Dziurawego. Jest to owalny otwór jakgdyby studni o ścianach gładkich i zupełnie prostopadłych. Głębokość jej licząc do zaścielającego dno lodu wynosi 25 m. Co dalej jest, tego nie można było stwierdlzić z powodu tejże pokrywy lodowej. Baca z Przysłopu*) opowiada, iż na dnie studni leżeć mają ciupagi i kapelusze pogubione przed laty przez juchasów a nawet zabite owce. Podobne studnie przypominające spotykane w Krasie francuskim aveny — znajdują się w kilku innych miejscach w okolicach Czerwonych Wierchów, zwłaszcza w grzbiecie Krzesanicy. Natomiast o wiele więcej ciekawą jest również zbadana świeżo grota lodowa w Krzesanicy, o której wiadomość otrzymałem z ust dr. Wiktora Kuźniara, który jeszcze w atach przedwojennych, robiąc profil geologiczny północnych stoków Czerwonych Wierchów od doliny Miętusiej po ściany Krzesanicy po

*) Hala w pobliżu doliny Kościeliskiej.

ciężkiej, trudnej drodze, znalazł w ścianie szczytu otwór groty, która następnie okazała się lodową. Udałem się tedy na poszukiwanie tejże groty w towarzystwie p. Tadeusza Kozłowskiego z Warszawy i p. Słobieckiego z Krakowa. Grota ta znajduje się w wysokości około 1900 m. w ścianach Krzesanicy a dostęp do niej może się odbywać

60

Fot. dr. A. Gadomski.

Wisząca dolina Mutowa u stóp przepaścistych ścian Krzesawicy, której ściany wykazują wyloty licznych, lecz trudno dostępnych grot. Dolinka, zamknięta skalnym ryglem, podniesionym moreną stadjalną, niema odpływu w dolinę Miętusią, a wody jej dzięki specjalnej strukturalności wapieni i łupków trjasowych wsiąkają wstecznie ku południowi.

albo z dołu bardzo ciężko albo z góry od tak zwanej Szczerby, pomiędzy Ciemniakiem a Krzesanicą. Idąc z góry od Szczerby w dół ku dolinie Mułowej*) stromym żlebem wśród wapiennych ścian, natrafiamy na 1-szą wkładkę czerwonych łupków trjasowych (40 cm), wkładek tych

*) Fotografja dolina Mułowa.

jest więcej ku dołowi. Postępując teraz równolegle do pierwszej wkładki w stronę zachodnią, znajdujemy otwór groty, wielkości człowieka, grot tych jest więcej i do naszej nie tak łatwo jest trafić, trawersując urwistą półkę. Grota zapada w głąb ziemi od wylotu i postępując wkrótce napotykamy lód opadający ku dołowi. Schodzenie po tym stromo nachylonym lodzie jest najtrudniejszą partją i należy się przy niej osekurować liną. W dolnej części grota jest całkiem lodem zablokowana a należy przypuszczać, iż ma swój dalszy ciąg we wnętrzu podziemnego labiryntu Czerwonych Wierchów, zwłaszcza iż wyżłobioną jest w miękkich łupkach trjasowych, stromo opodających ku południowi. Ponieważ z drugiej strony Czerwonych Wierchów po słowackiej stronie w dolinie Rozpadliny również znajdują się, wyloty owych wkładek trjasowych, naturalnie znacznie niżej położone a z wylotami tymi połączonem jest również występowanie licznych grot w tejże dolinie, być może iż istnieje połączenie podziemne na wylot Czerwonych Wierchów. Groty w dolinie Rozpadliny są bardzo mało znane, i niebadane (przed wojną częściowo zwiedzał je p. Zaruski Marjan) a natomiast wyloty grot od strony doliny Mułowej jako trudno dostępne są zupełnie nieznane, tak że zajęty w W. Tatrach głównie robotami morfologiczno-glacjalnemi nie mogłem im tyle czasu poświęcić, by problem tych grot rozwiązać całkowicie. Te, które zwiedziłem, okazywały się zablokowanymi lodem i śniegiem a niektóre z nich występując nawet na grani Krzesanicy, mogą swymi dziurami ku dołowi stanowić poważne niebezpieczeństwo dla turystów, schodzących po nocy z Krzesanicy nawet zwyczajną ścieżką.

Przy sposobności stwierdzenia wkładek trjasowych, przebijających na wylot cały masyw Krzesanicy i związanych z niemi występywaniem grot po polskiej i słowackiej stronie, należy zwrócić uwagę na pewną nienormalność odwodnienia północnych stoków Czerwonych Wierchów. Stwierdzamy bowiem, iż dolina Wielkiej Świstówki jest zupełnie suchą, tak że potok Miętusi płynie dopiero z obszarów trjasowych reglowych, natomiast południowe

stoki Czerwonych Wierchów w stronę doliny Cichej, są bardzo obficie odwodnione n. p. potoki Tomanowy i potok doliny Rozpadliny. Przyczyna tego leży w ułożeniu warstw, które zapadają ku S a ku N*) wychodzą w górę, odpływ zaś nadziemny po stromiznach ku Miętusiej Dolinie utrudniają moreny stadjalne nałożone w kotłach Mułowym i Litworowym. Skutkiem tego wody spływające z Czerwonych Wierchów w dolinę Litworową i Mułową, nie mając odpływu wsiąkają szczelinami w podłoże i płyną wzdłuż szczelin ku południowi wstecznie w głąb zasilając bogato stronę południową w wodę a pozostawiając stronę północną suchą.

Główny więc dział wód nie przebiega szczytami Czerwonych Wierchów, a wody spływające ku północy z tychże mają krzywą spadku odwróconą.

Widzimy z tego wszystkiego, iż Tatry, te najpiękniejsze nasze góry, jeszcze wiele posiadają tajników i problemów do rozwiązania i rok rocznie odsłaniają nam swe powaby, leżące albo w ukryciu albo w zapomnieniu.

Uwaga.

Artykuły: Upłaz Rohackich Stawów, Lodowce i wieczne śniegi i Groty lodowe tatrzańskie przedrukowano z miesięcznika, poświęconego naukom przyrodniczym p. t. „Przyrodnik“, które jako dodatek dołączono do niniejszego dzieła. Dodatki te są zapowiedzią drugiej części regjonalnej, a więc opisowej pracy, które narazie traktują o ostatnich zdobyczach z morfologji tatrzańskiej.

---

*) S = południe. N = północ.

TREŚĆ.

WSTĘP 5
I. ANALIZA FORM GLACJALNYCH 8
1. Formy erozyjno-glacjalne 8
A. Doliny: a) doliny granitowe 9
b) „ przejściowe 9
c) „ skał osadowych 9
d) Formy dolinne (żłoby lodowcowe, żłoby koryta granitowe, wapienne) . . . 10
e) Zamknięcia korytowe 10
f) Doliny wiszące 14
g) Cyrki, kary lodowcowe (Kary zupełne, schodowe, częściowo i zupełnie zniszczone, kary lodowcowo-krasowe, kary niezupełne) 17
h) Progi (rygle) — (Góry wyspowe, grzędy podłużne, stopnie rozcięte, gardziele i wodospady) 21
B. Glacjalne formy szczytów i zboczy górskich (Grzbiety, zbocza karowe, korytowe, formy nunatakrów tatrzańskich, upłazy) 27
C. Formy zagłębień (Jeziora i stawy erozyjno-glacjalne i akumulacyjne, szerokość rozpołożenia, problem jeziorny) 30
2. Formy akumulacji lodowcowej 35
A. Utwory morenowe (Moreny czołowe, boczne, denne, amfiteatry morenowe, materjał geologiczno-petrograficzny) 35
B. Utwory rzeczno-lodowcowe 37
3. Formy periglacjalne 37
4. Formy poglacjalne (Stożki nasypowe, wieczne śniegi, struktura i rola mas śnieżnych, potoki tatrzańskie) . . 38
5. Formy preglacjalne 42

II. SYNTEZA OBSERWOWANYCH FORM 43
1. Poziomy erozyjne (terasy glacjalne) . . 43
2. Chronologja form korytowych 45
3. Chronologja form karowych 50
4. Ślady interglacjalnych poziomów erozji wodnej 53
5. Chronologja form morenowych 54
6. Chronologja i podział form rzeczno-lodowcowych 61
III. ZLODOWACENIE PÓŁNOCNYCH STOKÓW TATR . . . 65
1. Przegląd morfologicznych form . . . 65
2. Paralelizacja form głównych dolin . . . 67
Boczne doliny 71
3. Problem granicy wiecznego śniegu . . . 71
A. Granica teraźniejsza 71
B. Granica w czasie dyluwjalnym 73
IV. TRANSFLUENCJE LODOWCOWE 77
Lodowiec Doliny Białej Wody i jego transfluencje w dolinę Roztoki i w dolinę Filipek. — Geneza progu Siklawy . . 77
V. DŁUGOŚCI LODOWCÓW PÓŁNOCNO-TATRZAŃSKICH WE WSZYSTKICH FAZACH NA PRZYKŁADZIE LODOWCA DOLINY BIAŁKI 85
VI. WIELOKROTNOŚĆ ZLODOWACENIA W TATRACH PÓŁNOCNYCH 87
Zestawienie danych poziomów dorzecza Białki 90
Tabela większych stawów tatrzańskich 93
Geologiczny i prehistoryczny podział tatrzańskiego Dyluwjum w paralelizacji z alpejskim 95

MAPY 1:150.000.

Upłaz Rohackich Stawów 96
Faza stadjalna I dorzecza Białki 97
„ „ II „ „ 98
„ „ III „ „ 99
„ „ IV „ „ 100
I. okres lodowcowy północnych stoków Wysokich Tatr . . . 101
II. „ lodowcowy półn. stoków Wys. Tatr 102
III. „ lodowcowy półn. stoków Wys. Tatr 103
Lodowce i wieczne śniegi 115
Groty lodowe tatrzańskie 137

Biblioteka Śląska
C 004501 II
Komp.