

ZBIGNIEW WÓJCIK

WĄWÓZ KRAKÓW W TATRACH
THE KRAKÓW GORGE IN THE TATRA MTS.

WSTĘP

W tatrzańskie literaturze geomorfologicznej wąwóz Kraków nie doczekał się bardziej szczegółowego opracowania. W publikacjach speleologicznych i krasowych wspomina się o nim często, ale nawet najobszerniejsze z notatek poświęcone temu zagadnieniu, zamieszczone w pracach Wrzoska (1933) i Zwolińskiego (1955, 1961), są jedynie szkicem przedstawionego problemu. Zagadka wąwozu Kraków polega między innymi na tym, że dolina ta rozwinęła się w wapieniach stosunkowo odpornych na erozję powierzchniową. Natomiast znajdujące się na północ od wąwozu, łatwo wietrzejące margle i piaskowce kredowe uległy jedynie fragmentarycznie erozji. Co więcej, procesy wietrzenia powierzchniowego tych skał zostały podporządkowane dość szybko rozwijającemu się obniżeniu wąwozu Kraków. Wskutek tego nad wąwozem od jego północnej strony znajdują się połączone z nim dwa «wiszące» kotły skalne zwane Kamiennem Przedniem i Zadniem. Od Hali Pisanej, zbudowanej z margli kredowych, oddzielone są one wyraźną granią o kierunku południkowym, a od Czerwonych Wierchów granitowym grzbietem Twardego Upłazu.

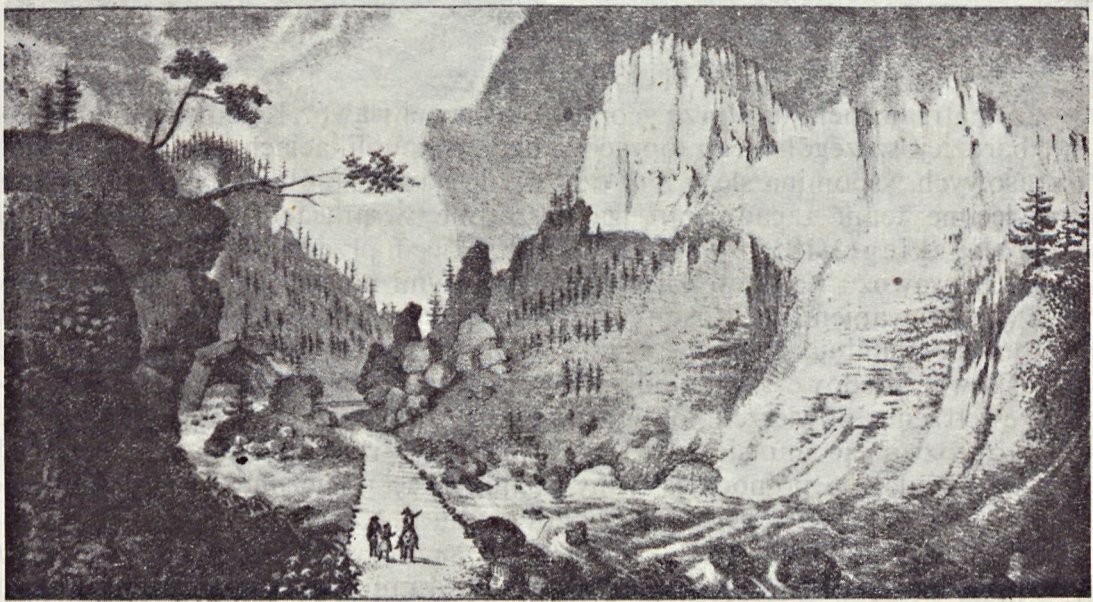
Ostatnio prowadzone badania speleologiczne na terenie wąwozu Kraków oraz w sąsiednich masywach wapiennych (Żar, Ciemniak) i obniżeniach (Kamiennie Przednie i Zadnie) pozwoliły w zasadniczych zarysach odtworzyć historię rozwoju geomorfologicznego prawej części zlewni Doliny Kościeliskiej, położonej na wschód i południowy wschód od Hali Pisanej.

Na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego wąwóz Kraków jest przykładem wielkiej osobliwości przyrodniczej. Zawdzięcza to licznym formom powierzchniowego i podziemnego krasu oraz skomplikowanej budowie geologicznej. Wskutek tego ta część Tatr stanowi klasyczny teren badań prowadzonych głównie pod patronatem wielce zasłużonego dla poznania geologii tatrzańskiej prof. dra Edwarda Passendorfera¹.

¹ Znaczenie dla analizy pasma wierzchowego odsłoniętych w wąwozie Kraków serii skalnych zostało szczegółowo przedstawione m. in. w pracy Kotańskiego (1961). Poszczególne masywy w otoczeniu wąwozu były przedmiotem kilku prac magisterskich wykonanych w Zakładzie

I. POCHODZENIE NAZWY

Niewiele nazw zgoła nie górskich zakradło się do terminologii morfologicznej Tatr. Są wprawdzie w Dolinie Kościeliskiej Brama Kantaka i Brama Kraszewskiego, a w innych częściach Tatr m. in. Wrota Chałubińskiego oraz przełęcze: Tetmajera i Stolarczyka. Gierlach i Mięgużowiecki zawdzięczają swoje nazwy wsioł spiskim, ale jedynie nazwa wąwozu Krakowa nawiązuje do miasta odległego od Tatr. Nie jest to nowotwór przyniesiony przez turystów z zewnątrz. Nazwy tej, jak uważa znawca tych problemów W. H. Paryski², używano już najprawdopodobniej w pierwszej połowie ubiegłego stulecia. Zapewne znany on był już Stęczyńskiemu (1847), który na rycinie wypływu z Jaskini pod Pisaną zaznaczył skałki znajdujące się u jego ujścia (ryc. 1).



Ryc. 1. Wypływ z Jaskini Wodnej pod Pisaną w sąsiedztwie wąwozu Kraków. Rycina M. B. Stęczyńskiego z 1847 r.

Fig. 1. Exurgence from the Wodna cave near the Kraków gorge; illustration by M. B. Stęczyński, 1847

Maria Steczkowska w swoich «Obrazkach z podróży do Tatrów i Piecin», wydanych w 1858 r., była jedną z pierwszych popularyzaterek uroku wąwozu Kraków. Wspominając swoje liczne wycieczki do Doliny Kościeliskiej pisała ona m. in.:

«Po lewej stronie drogi, nieco w bok widać kamieniste, wyschłe łóżysko potoku, prowadzące do miejsca zwanego tam Krakowem. Jest to jakby szczelina

Geologii Dynamicznej Uniwersytetu Warszawskiego, z których na podkreślenie zasługują, przygotowywane do druku w «Acta Geologica Polonica» rozprawy B. Koisara i J. Mikuszeńskiego.

² Panu W. H. Paryskiemu pragnę wyrazić swoją wdzięczność za udzielenie mi szeregu cennych informacji, z których zaledwie część wykorzystuję w niniejszej pracy.

po między skalami niezmiernie kręto idąca pod górę, za ledwie na kilka kroków szeroka, miejscami zwężającą się tak, że dwie osoby obok siebie z trudnością przecisnąłby się mogły. W skalach tych wznoszących się po obu stronach, pełno rozpadlin, dziur, zakrętów, uliczek: drzewa i krzewy wieńczące skal tych szczyty, tworzą jakby zielone sklepienie. Skąd ten wąwóz, mogący być wyborynym schronieniem dla zbójców, otrzymał nazwę Krakowa, jakie to podobieństwo upatryli górale od starodawnego Piastów grodu, dowiedzieć się trudno, gdyż za całą odpowiedź dają, że się tak od dawna nazywa. Wąską tą szczeliną dojść można na Czerwony Wierch: nie życzę jednak nikomu zapuszczać się dalej, jak do miejsca gdzie wąwóz rozszerza się, tworząc jakby rynek w tym skalistym Krakowie, gdyż potem znowu wchodzimy w ciasnotę, gdzie nie ma nic osobliwego, a przeprawa przez ogromne kamienie zawalające ciągle dno wąwozu dość jest trudząca. Nie można miejscu temu odmówić jakiejś niezwyklej, jemu tylko właściwej piękności: będąc kilka razy w Kościelisku, warto zajrzeć do tego Krakowa...» (str. 94—95).

W małym stopniu poszerzone problemowo streszczenie uwag Steczkowskiej znajdujemy również w przewodniku Janoty (1860)¹ i pierwszym wydaniu przewodnika Eliasza (1870)². Trzeba przyznać, że Eliazs potrafił dość dobrze spopularyzować tę część Tatr, podkreślając zarówno niezwykle podobieństwo wąwozu do staromiejskich uliczek Krakowa, jak i dzikość tego odgałęzienia Doliny Kościeliskiej. Dla ilustracji warto przytoczyć fragment jego słów zamieszczony w «Nowym ilustrowanym przewodniku do Tatr i Pienin» wydanym w 1881 r.:

«... Od wschodu rozciąga się Polana Pisana także z szalaszami i szopami, a nad nią piętrzy się wielka turnia Saturn. Następnie wąwóz ku wschodowi, którym jeżeli się kto zapuści głębiej, zajdzie do Krakowa tatrzańskiego. Jest to długa, dzika kotlina, zamknięta skalami pionowymi różnych kształtów, w których fantazja ludowa dopatryła się podobieństwa do gmachów Krakowa. Wskażą górale gościowi różne ulice, rynek, kościół Marii, Ratusz, Wawel, a nawet przedmieście Kazimierz, lecz trzeba się przygotować na bardzo złą przeprawę, bo dnem owego Krakowa toczą się wody w czasie burzy i sprawiają ogromne zniszczenia. Skąły, glazy, kłody naniesione prądem potoku, stają się potem przykrymi przeszkodami do postępowania człowiekowi w dół, lub w górę. Znalazła się tu Smocza Jama, przez którą się światłem trzeba przeciskać, by zajrzeć do wnętrza Krakowa» (str. 90).

¹ Na str. 28—29 znajduje się następująca uwaga: «... Tuż pod Saturnem między nim a Halą Pisaną od południa jest widzenia godna kręta szczelina, u wniścia i spory kawał od góry ledwie kilka stóp szeroka, miejscami znowu rozszerzająca się, przez wodę wypłukana. Szczeliną tą dojdzie się na Czerwony Wierch. Zagłębienia szersze były niegdyś niezawodnie małymi, ale bardzo głębokimi stawami. Ta szczelina zowie się Krakowem, skąd nie wiadomo». Janota jest więc zarazem autorem pierwszej próby wyjaśnienia genezy wąwozu. Ponadto na mapie załączonej do swego przewodnika również znaczy tę dolinę.

² Na str. 87 znajduje się następujący tekst: «... od wschodu widać ujście ciasnego wąwozu, w który zapuściwszy się, wejdzie się w przesmyk skalisty, w wielu miejscach nie szerszy jak 12 stóp, ciemny, wilgotny, to znowu rozszerzający się, niby dla podobieństwa skal do gmachów krakowskich, rozmaitych miejsc do rynków, z przesmyków do ulic: przewodnik też oprowadzający wskaże to kościół Panny Marii, to rynek główny, to tę lub ową ulicę krakowską, wilgotne jednak powietrze jak i dno tego parowu nie nęcą do siebie. Tędy przejść można na Wierch Czerwony, chociaż droga nieszczególna, owszem bardzo nużąca...».

Z nazw przytoczonych w części morfologicznej niniejszego opracowania, opartych głównie na ostatnim wydaniu przewodnika pt. «Tatry» Zwolińskiego (1966) wnosić można, że z dawnej terminologii nawiązującej do miasta Krakowa pozostał jedynie Ratusz. Obcy nazewnictwu tatrzańskiemu jest również Saturn. Inne bardziej szczegółowe terminy zostały przez górali zastąpione Wysokimi i Wielkimi Turniami. Główna nazwa wąwozu nie zostanie z pewnością nawet w przyszłości zmieniona, gdyż ciasne zaułki jego dna z licznymi oknami w ścianach — otworami wyjściowymi jaskiń — przypominają istotnie krakowskie stare miasto.

II. MORFOLOGIA WĄWOZU

Wąwóz Kraków jest prawym odgałęzieniem Doliny Kościeliskiej (ryc. 2). Od południa jest ograniczony masywem Żaru, rozpoczynającym się na zachodzie Skałą Pisaną. Bardziej na wschód znajduje się Zamek i Zbójecka Turnia z najwyższym szczytem sięgającym 1315 m npm. Od tych turni w kierunku południowo-wschodnim grzbiet ciągnie się poprzez Gubalec, u którego podnóża już na zboczu wąwozu wznosi się Wielka Turnia. Bardziej na wschód w grzbiecie Żaru znajduje się wyraźna przełęcz zwana Wolarnią. Żleb schodzący z tej przełęczy do wąwozu nazywa się Niedźwiedziem. U jego podstawy rozpoczyna się w dnie doliny górna część wąwozu, którego niezbyt urozmaicone zbocza przechodzą aż pod Ciemniak (2096,4 m npm.).

Na wschód od przełęczy Wolarnia wapienny grzbiet piętrzy się tworząc wzniesienie o wysokości 1650,2 m npm. Stąd wapienna grań podchodzi prawie pod Tomaniarski Twardy Uplaz (około 1695 m npm.), następnie skręca ku Ciemniakowi w kierunku ENE.

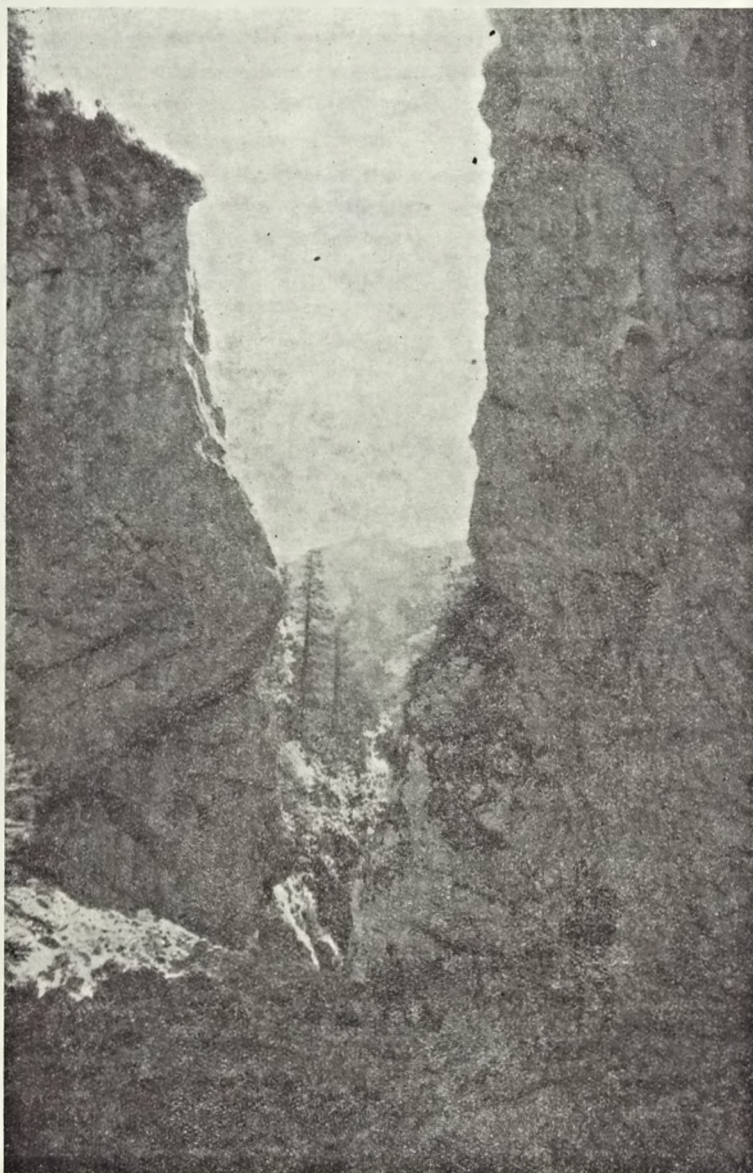
Północne zbocze wąwozu Kraków nie ma tak jednolitego przebiegu. Wylot jego znajduje się na Hali Pisanej. Bardziej na wschód wąwóz przebiega przez skałki wapienne, ale po kilkunastu metrach w zboczu doliny widoczne są żółtawe, miękkie margle. Po niewielkiej skałce wapiennej ze Smoczą Jamą znowu zbocze wąwozu zbudowane jest na krótkim odcinku ze skał miękkich. Dopiero od Ratusza poprzez Saturn (1402 m npm.) widoczna jest bardzo wyraźna północno-zachodnia krawędź wąwozu. Do przełęczy pod Saturnem (z marglami) i dalej prawie do szczytu Uplazkowej (około 1710 m npm.) północne zbocze wąwozu jest podkreślone wapiennymi turniami, które tworzą wyraźny mur skalny ponad zwietrzałymi marglami. Od Uplazkowej morfologiczna krawędź wąwozu biegnie w kierunku północno-wschodnim pod Karczmisko i Gładkie Uplaziańskie. Stąd kieruje się na ESE aż pod Chudą Turnię (1858 m npm.), a dalej skręca na SE poprzez Twardy Uplaz w kierunku Ciemniaka.

Pomiędzy Uplazkową Turnią i Ciemniakiem znajduje się jednak wyraźna grań, która oddziela zasadniczą część wąwozu od związanych z nią obniżeń Kamiennego Przedniego i Zadniego. W grani tej za Uplazkową rozciąga się obniżenie łączące Kamienne Przednie z wąwozem. Bardziej na SE wznosi się Wysoka Turnia (1643 m npm.), ograniczona od wschodu wyraźnym żlebem zwanym Doliną Trzynastu Progów. Znajduje się tu połączenie



Ryc. 2. Szkic geologiczny wąwozu Kraków. Podkład geologiczny według Guzika (1959), nieco zmieniony. I — granity i gnejsy Twardego Uplązu; pasmo wierzchowe: II — piaskowce i łupki dolnego triasu, III — wapień i dolomity środkowego triasu, IV — piaskowce i łupki górnego triasu, V — wapień piaszczyste i zlepieńcowe dolnej jury, VI — wapień środkowej jury, VII — wapień górnej jury i dolnej kredy, VIII — wapień dolnej kredy (urgonu), IX — margle i łupki środkowej kredy (alb i cenoman); skały płaszczowiny reglowej wraz z porwakami pasma wierzchowego: X — dolomity, wapień i margle triasu, jury i kredy; pokrywy czwartorzędowe: XI — zwietrzliny i piargi zboczowe; XII — ważniejsze kaniony; XIII — granica państwa; XIV — jaskinie: 1 — Wodna pod Pisana, 2 — Pod Zamkiem, 3 — Groby, 4 — Poszukiwaczy Skarbów, 5 — Dziura ze Znakami, 6 — Owcza, 7 — Krakowskie Okno, 8 — Dudzia Dziura, 9 — Nad Mokrym Progiem, 10 — Ciasna, 11 — Schron przy Zakosistej, 12 — Zakosista, 13 — Schron z Watrą, 14 — Piarzysta, 15 — Pod Ścieżką, 16 — Gankowa, 17 — Hakowa, 18 — Ósemka, 19 — Dwuotworo, 20 — Zielony Schron, 21 — Dziura nad Trawiastym Progiem, 22 — Psia, 23 — Krakowska Piwnica, 24 — Kozi Schron, 25 — Zawaliskowa w Szerokim, 26 — Lodowa w Ciemniaku, 27 — Krakowska Lodowa, 28 — Śnieżna Szczelina, 29 — Wysoka, 30 — Pośrednia, 31 — Za Siedmioma Progami, 32 — Pod Okapem, 33 — Koliby, 34 — Dziura pod Wantą, 35 — Krasowa Nisza, 36 — Ciasny Schron, 37 — Gruzowa Dziura, 38 — Trójkątny Schron, 39 — Dziura nad Zachodem, 40 — Pod Gniazdem, 41 — Gawra, 42 — Spekana Dziura, 43 — Dziura z Konkrecjami Niżnia, 44 — Dziura z Konkrecjami Wyżnia, 45 — Kominowa, 46 — Dziura pod Kominową, 47 — Arkada, 48 — Szczelina przy Arkadzie, 49 — Dziura pod Arkadą, 50 — Żółta, 51 — Smocza Jama, 52 — Dziura pod Smoczą Jamą. Jaskinie bez numerów nie są omawiane w pracy; XV — A-B: linia profilu przedstawionego na ryc. 14

Fig. 2. Geological map of the Krakow gorge after Guzik, 1959; somewhat changed by the author. I — granites and gneiss of the Twardy Uplaz; High-Tatric: series II — sandstone and shales of the lower Triassic, III — limestone and dolomites of the Middle Triassic, IV — sandstone and shales of the Upper Triassic, V — sandy limestone and conglomerates of the Lower Jurassic, VI — limestone of the Middle Jurassic, VII — limestone of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous period, VIII — limestone of the Lower Cretaceous (Urgonian) period, IX — marls and shales of the Middle Cretaceous (Albian and Cenomanian) period; rocks of the Sub-Tatric nappe together with allochthonous tectonic fragments of the High-Tatric series: X — dolomites, limestone and marls of the Triassic, Jurassic, and Cretaceous periods; Quaternary covers: XI — slope breccia and debris; XII — more important canyons; XIII — frontier; XIV — caves: 1-52 = names of caves. Caves without numbers are not discussed in the paper; XV — A-B: line of profile shown in Fig. 14



Ryc. 3. Fragment dolnej części wąwozu w pobliżu «Rynku Krakowskiego»

Fig. 3. Fragment of the lower part of the gorge near the „Rynek Krakowski”

Fot. Z. Wójcik

Kamiennego Zadniego z centralną częścią doliny. Najniższa część tej dolinki dochodzi do dna wąwozu na wprost żlebu Niedźwiedź.

Na wschód za Dolinką Trzynastu Progów znajduje się wyraźne spiętrzenie skałek wapiennych zwane Ku Turni. We wnętrzu tego masywu odkryto Jaskinię Wysoką, mającą kilometr długości. Masyw Ku Turni w kierunku ESE po południowej stronie nosi nazwę Mechy, po północnej — Niedźwiedź. Pomiędzy Niedźwiedziem i niewielką skałką zwaną Lodowcem znajduje się, już w południowo-wschodnim obramowaniu Kamiennego Zadniego, Jaskinia Lodowa w Ciemniaku.



Ryc. 4. Górna część wąwozu. Najwyższy z lewej strony masyw Ku Turni

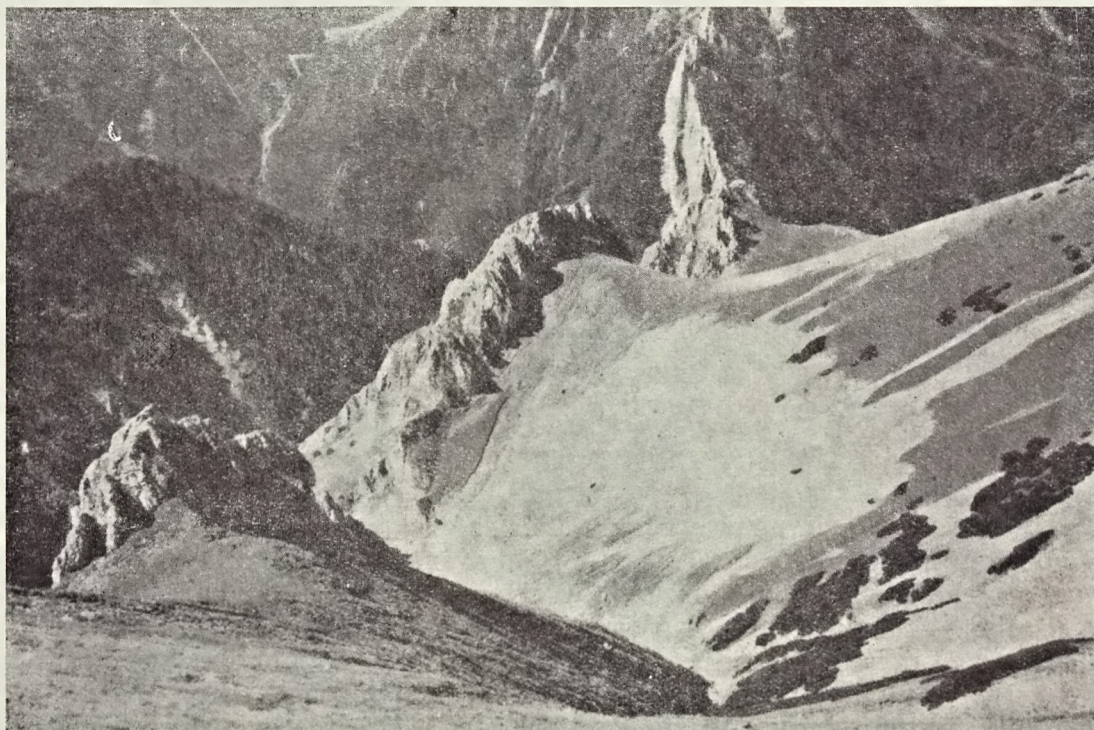
Fig. 4. Upper part of the gorge. The highest on the left is the „Ku Turni“ cliffs

Fot. Z. Wójcik

W dnie wąwozu pod względem morfologicznym wyróżnić można trzy części¹. Pierwsza z nich ciągnie się od wylotu aż po zbocza Ratusza. Są tu dwa wyraźne przełomy przez wapień, oddzielone od siebie wychodniami miękkich margli. W tej partii widoczny jest najczęściej potok powierzchniowy, choć w okresie susz letnich wysycha on zupełnie.

¹ Kotański (1963) w swojej pracy o nowych elementach tektonicznych w Czerwonych Wierchach zamieścił dokładny opis geologicznej trasy wycieczkowej niższej części wąwozu Kraków.

Druga część wąwozu rozpoczyna się od podnóża Ratusza i ciągnie się aż po połączenie się żlebow z Wolarni (Niedźwiedź) z Dolinką Trzynastu Progów. Margle do dna wąwozu już nie wchodzą (występują jedynie na północnej przełęczce pod Saturnem i pod Uplązkową Turnią). Wąwóz jest tu dość wąski, a jego zbocza strome. W dnie widoczne są — zwłaszcza w wyższej części — progi, a ściany skalne, jak np. Wielka Turnia, są niekiedy przepiękne. Największe rozszerzenie znajduje się za pierwszym progiem (stąd w kierunku NW idzie ścieżka na przełęczkę pod Saturnem), pokonywanym przy pomocy ostrewek. Rozszerzenie to nazywa się niekiedy «Rynkiem Kra-



Ryc. 5. Kotły Kamienne odgraniczone od strony wąwozu Kraków murem wapiennym Uplązkowej, Wysokiej Turni i masywu Ku Turni

Fig. 5. The „Kotły Kamienne“, divided from the Kraków gorge by the limestone wall of the Uplązkowa, Wysoka Turnia, and the „Ku Turni“ cliffs

Fot. Z. Wójcik

kowskim»¹ (ryc. 3). Bardziej ku górze doliny znajdują się jeszcze trzy większe progi, z których ostatni położony jest niemal u podnóża żlebu Niedźwiedź. Wszystkie te progi można obchodzić od południa, kierując się z «Rynku Krakowskiego» na SW na wyraźny upłaz zbudowany ze zlepieńców wapiennych. Upłaz ten jest tym bardziej widoczny, że oddziela od dołu skałki zbudowane ze zwartych wapieni koloru szarego od jasnych i silnie splekanych wapieni i dolomitów znajdujących się w wyższej części południowego zbocza wąwozu.

¹ Nazwy tej nie ma na mapach Tatr. M. Steczkowska (1858) Rynkiem nazywała rozszerzenie w dnie doliny pomiędzy skałką ze Smoczą Jamą i ramieniem skalnym prowadzącym z Ratusza.

Trzecia część wąwozu u dołu ma jeszcze charakter wciętej doliny (ryc. 4). Wyżej natomiast przechodzi w szeroki żleb zakończony na wschodzie spiętrzeniem skałek wapiennych już pod samym Ciemniakiem. Ściany wapienne są tu widoczne w masywie Ku Turni i na Mechach. W jednej z nich, pod Mechami, znajduje się Jaskinia Lodowa Krakowska. Na przeciwnym zbocz doliny pomiędzy Wolarnią i Tomaniańskim Twardym Uplazem widoczne jest wyraźne spiętrzenie turni wapiennych. Na wschód od tego miejsca, po północnej stronie grani ciągnie się równoległe do niego obniżenie o charakterze rowu grzbietowego. Za nim znajduje się zbudowane z piaskowców wzniesienie Tomaniańskiego Twardego Uplazu, ograniczone od wschodu niewielką przełęczą zbudowaną w łupkach. Jeszcze bardziej na wschód, już pod zboczem Ciemniaka, występują wapienne skałki zwane Rzędami.

Osobną część wąwozu stanowią kotły Kamienne zbudowane z miękkich żółtych margli wieku kredowego. Są to «zawieszane» nad wąwozem i otwarte od południa wielkie leje o łagodnym zarysie z mnóstwem ułamków margli. Od południa wapienie Uplazowej i Wysokiej Turni oraz Ku Turni i Niedźwiedzia tworzą strome zbocza o charakterze morfologicznego muru (ryc. 5). Jedynie we wschodniej części Kamiennego Zadniego na sfałdowanych marglach nasunięta jest niewielka turnia wapienna zwana Lodowcem. Żleby w sąsiedztwie Jaskini Lodowej prowadzące na Ciemniak mają trudne do sforsowania progi skalne.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

Budowa geologiczna wąwozu Kraków jest skomplikowana (por. ryc. 2). Osadowe serie skalne tej części Tatr są sfałdowane, w związku z czym na omawianym terenie występują obok różnowiekowych wapieni odmienne typy skał, miejscami — jak np. na Twardym Uplazie — przykryte nawet granitami.

Główna część wąwozu jest zbudowana z wapieni. Kompleks skał odsłoniętych w wąwozie Kraków wchodzi w skład zespołu nazwanego przez Kotańskiego (1961) serią wąwozu Kraków i serią Tomanowej. Należą one do pasma wierchowego. Seria wąwozu Kraków ma następujący profil stratygraficzny: jako najstarsze występują w niej piaskowce i łupki oraz margle dolnego triasu. Nad nimi znajdują się wapienie i dolomity środkowego triasu. Brak jest utworów górnego triasu i częściowo dolnej jury, spotyka się jedynie osady najmłodszego poziomu dolnej jury (wapienie piaszczyste), które wykształcone są w zachodniej części obszaru występowania omawianej serii. W środkowej i górnej jurze oraz w dolnej kredzie osadzały się tutaj wapienie, a w środkowej kredzie margle i piaskowce.

W serii Tomanowej, w porównaniu z wyżej przedstawioną serią wąwozu Kraków, znane są ponadto piaskowce i łupki górnego triasu; rozwinięte są tu również osady dolnej jury jako piaskowce, zlepieńce i wapienie, nie notowane są natomiast w tej serii osady środkowej jury.

Charakterystycznymi elementami tektonicznymi wąwozu Kraków są fałdy, zwane kaskadowymi (Kotański 1963, 1965). Tworzą je margle środkowokredowe, otulone wapieniami górnej jury i dolnej kredy. Kształtem swoim fałdy takie przypominają kaskady rzeczne i stąd pochodzi ich nazwa.

W wąwozie Kraków obserwować można dość ciągły profil stratygraficzny. Najniżej, na Przełęczy Tomanowej i w Dolinie Tomanowej, widoczne są piaskowce, łupki i margle dolnego triasu. Wyżej, na Żarze i w górnej części wąwozu występują wapień i dolomity środkowego triasu. Górny trias wykształcony jest jako różnokolorowe utwory (m. in. piaskowce, kwarcyty, łupki ze szczątkami flory oraz dolomity). Skały te widoczne są na Tomaniarskim Twardym Uplądzie. Nad nimi, a miejscami wprost na utworach środkowego triasu, leżą zlepieńce i wapień piaszczyste dolnej i środkowej jury. Nie tworzą one zwykle samodzielnych turni, lecz zaznaczają się dobrze w upłazach na zboczach niższej części wąwozu oraz w progach w jego dnie.



Ryc. 6. Odslonięcia silnie spękanych środkowokredowych margli w Kamiennym Zadnim

Fig. 6. Uncovered, extremely split Middle Cretaceous marls in the Kamienne Zadnie corrie

Fot. Z. Wójcik

Ważnym elementem morfologicznym, obok skał węglanowych środkowego triasu, są wapień górnej jury i dolnej kredy. Wykształciły się w nich najbardziej charakterystyczne formy krasowej morfologii powierzchniowej i podziemnej, których analiza, przedstawiona w dalszej części pracy, pozwoliła na sprecyzowanie poglądu na genezę wąwozu Kraków.

Z wapieni górnokredowych i dolnokredowych zbudowane są następujące turnie: Zamki, Zbójeckie Turnie, Ratusz, Saturn, Uplązkowa Turnia, Wysoka Turnia, Ku Turni, Mechy i Lodowiec. Ponadto na południowym zboczu wąwozu skały te ciągną się u podnóża Wielkiej Turni aż po wzniesienie nad «Rynkiem Krakowskim». W wapieniach tego wieku rozwinęła się również główna część Dolinki Trzynastu Progów.

Dość istotnym elementem w budowie najbliższych okolic wąwozu są granity Twardego Uplazu, nasunięte na sfałdowane wapienie i margle różnych ogniw pasma wierzchowego. Na skałach tych leżą z kolei przywleczone podczas ruchów górotwórczych, spoza Tatr, piaskowce i łupki, dolomity i wapienie, zaliczane już do pasma reglowego. Występują one na południowym obrzeżeniu Gładkiego Uplaziańskiego. Ich rumosz po zwietrzeniu dostaje się do kotła Kamiennego Przedniego i Zadniego, skąd przez cieki powierzchniowe i podziemne przenoszony jest do głównej części wąwozu Kraków. W rumowisku okresowych potoków występują tu więc nie tylko otoczaki ze zboczy



Ryc. 7. Rynienki krasowe pod Mechami
Fig. 7. Karst clints at the foot of the Mechy Mts.

Fot. Z. Wójcik

Żaru, Tomaniańskiego Twardego Uplazu, Mechów i Uplazkowej czy Wysockiej Turni, ale również bogaty asortyment skał (w tym także granity), które początkowo wędrują z północy na południe, a następnie na zachód, dnem wąwozu do Doliny Kościeliskiej.

IV. POWIERZCHNIOWE FORMY KRASOWE

Mimo urozmaiconej morfologii skałek wapiennych formy powierzchniowego krasu na obszarze wąwozu Kraków są niezbyt liczne i dość monotonne. Najczęściej spotykane są rynienki krasowe. Ich większe pola znajdują się na południowych zboczach Mechów (ryc. 7), ale widoczne są również na zboczach

Wysokiej i Uplązkowej Turni oraz na grzbiecie Saturna. Największe skupienie tych form występuje na zboczach eksponowanych w kierunku południowym i w niewielkim stopniu porośniętych lasem. Na południowym zboczu wąwozu na Żarze i grzbiecie ciągnącym się od Wolarni po Tomaniarski Twardy Uplaz, głównie w wapieniach środkowego triasu, rynienki są na ogół dość drobne. Ich większe nagromadzenie widoczne jest tu na stromych zboczach turniczek ograniczających od wschodu przełęcz Wolarnię.

Stosunkowo pospolite są w wąwozie nisze krasowe. Mają one na ogół niewielkie rozmiary (maksymalnie po 3 m głębokości, 2,5 m wysokości oraz 10 m długości). Widoczne są one na północnych zboczach wąwozu zaraz za «Rynkiem Krakowskim». Jest ich kilka na południowym zboczu w wapieniach środkowego triasu na zachód od żlebu Niedźwiedź. Niektóre z nich są częściowo «zagospodarowane» przez turystów.

Jak się zdaje, niektóre wiszary występujące w pobliżu dna doliny mogły stanowić nisze zakolowe okresowego potoku. Natomiast w większości formy tego rodzaju znajdujące się na zboczach południowych w sąsiedztwie żlebu Niedźwiedź są wynikiem wietrzenia mrozowego silnie spękanych wapieni. Jeszcze inne nisze mogły powstać wskutek wymywania skał przez wody pochodzenia atmosferycznego. Do takich zapewne należą wymycia w południowej części partii szczytowej Saturna, przypominające fragmenty ścian poziomo rozwiniętych korytarzy jaskiniowych.

Do form krasu powierzchniowego należy most skalny zwany Arkadą. Znajduje się on na południowych zboczach Saturna, około 27 m nad dnem wąwozu. W sąsiedztwie jest kilka jaskiń, a zaraz za mostem podziemny korytarz Arkady. Wydaje się, że korytarz wraz z mostem stanowiły do niedawna jeden zespół krasowy. Wskutek zawalenia się stropu jaskini, jej przednia część została oddzielona od dalszej. Wytworzył się wówczas naturalny most skalny, który później został częściowo przemodelowany przez powierzchniowe procesy krasowe. Z zawalenia się stropu jaskini powstał również most skalny w pobliżu Jaskini Lodowej pod Ciemniakiem.

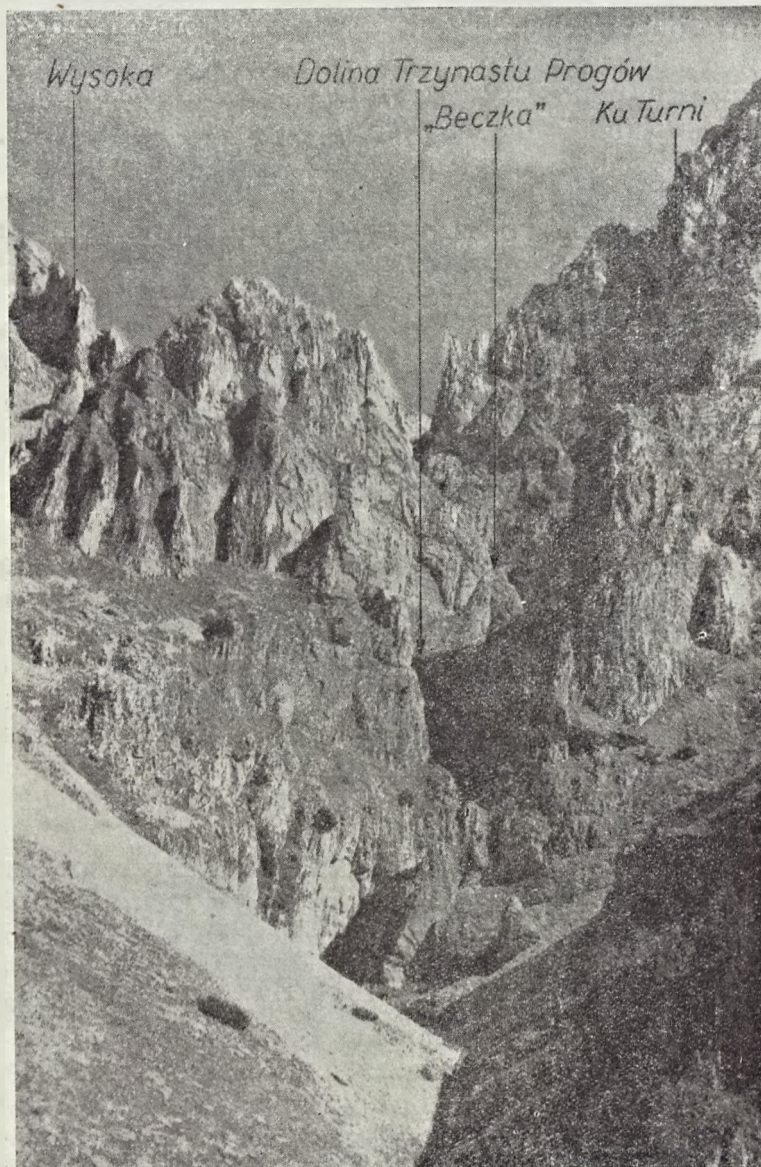
Z innych form będących częściowo wynikiem procesów krasowych na wyróżnienie zasługuje «Beczka» — jedno ze spiętrzeń skalnych w wyższej części Dolinki Trzynastu Progów (ryc. 8). Jest to typowy kocioł żwirowo-wirowy, przemodelowany przez korodującą działalność wód stojących i płynących. Forma ta, o charakterze beczki, z jedną ścianą w większości rozmytą, ma około 9 metrów wysokości i prawie 3 m średnicy.

Na wymienienie zasługują także zespoły form lejkowatych. W postaci bardzo typowej wykształcone są one w wyższej części grani prowadzącej z Wolarni na Tomaniarski Twardy Uplaz. Są tu, zwłaszcza w zachodniej części, pojedyncze leje o średnicy do 15 m i głębokości do 3 m. Niektóre z nich połączyły się z sąsiednimi lejami tworząc uwały. Największy z nich ma około 30 m długości przy szerokości około 10 m i głębokości sięgającej do 4 m.

Wśród lejów i uwałów spotyka się w wapieniach poszerzone szczeliny świadczące, że procesy krasu powierzchniowego zostały tu przyspieszone wskutek grawitacyjnego osuwania się stromych zboczy tej części doliny. W niektórych szczelinach widoczne są nawet małe rynienki krasowe.

Na osobne wyjaśnienie zasługuje jeszcze geneza rowu grzbietowego w wapieniach południowego obrzeżenia wąwozu w sąsiedztwie Tomaniar-

skiego Twardego Uplazu (ryc. 9). Rowy podobne, zwłaszcza w gnejsach i łupkach krystalicznych, są szczególnie pospolite w Tatrach Zachodnich. Znałe są one z Kończystej nad Jarzabczą, Kamienistej, Przełęczy pod Suchą Kopą Kondracką i z innych miejsc. Niewielkie rowy wśród wapieni, nie tak typowe



Ryc. 8. Skałki wapienne górnej jury i dolnej kredy w otoczeniu Dolinki Trzynastu Progów
 Fig. 8. Small limestone rocks of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous periods in the vicinity of the Dolinka Trzynastu Progów (Valley of 13 Terraces)

Fot. Z. Wójcik

jak w skałach krystalicznych, występują również na Krzesanicy. Niezależnie od warunków lokalnych (nachylenia zbocza, składu petrograficznego skał, warunków klimatycznych, młodej tektoniki) wszystkie te formy na terenie Tatr w większości predysponowane były grawitacyjnymi przesunięciami mas

skalnych. Nastąpiło to wskutek stosunkowo szybkiego pogłębienia się dolin, zwłaszcza w plejstocenie. Tę cechę podkreślili w opracowaniach rowów grzbietowych Młodziejowski (1934), Jahn (1964) i Jaroszewski (1965). W przypadku form rozwiniętych w wapieniach istnieją możliwości wyjaśnienia historii rozwoju takiej formy czynnikami typowymi dla obszarów krasowych. Nie można wykluczyć, że rów jest fragmentem nie posiadającej powierzchniowego odpływu depresji typu polja. Na taką możliwość wskazywałem uprzednio (Wójcik 1966) w oparciu o ustne informacje doc. dra Z. Kotańskiego, który doniósł mi o istnieniu żwirów piaskowcowych we wschodniej części tej



Ryc. 9. Rów grzbietowy pomiędzy Tomaniarskim Twardym Uplazem i przełęczą Wolarnia
Fig. 9. Ridge trench between the Tomaniarski Twardy Uplaz and the Wolarnia pass

Fot. Z. Wójcik

formy. Ponieważ na poljach Gór Dynarskich wszędzie znajdują się grube pokrywy żwirowe, wysunąłem zatem tezę o istnieniu prawdopodobieństwa, że na zachód od Tomaniarskiego Twardego Uplazu mogło istnieć dawniej przylegające do piaskowców niewielkie polje. Wskutek późniejszego jego pogłębienia polje to mogłoby być pierwszym etapem kształtowania się wąwozu. W tej chwili jednak sugestia ta wydaje się mało uzasadniona, przede wszystkim dlatego, że rzekome żwiry okazały się rumoszem wietrzeniowym piaskowców i łupków górnego triasu z Tomaniarskiego Twardego Uplazu. Rów ten — jakkolwiek może mieć starsze założenia — jest obecnie formą przemodelowaną wskutek grawitacyjnych przesunięć mas skalnych. Dopiero potem powstały leje kresowe, uwał i pola rynienek.

V. FORMY PRZEPIYWÓW POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH

Współcześnie powierzchniowe ciekii płyną dnem wąwozu jedynie podczas roztopów lub nawałnych opadów atmosferycznych. Prawie zawsze występuje ciek z Kamiennego Zadniego do Dolinki Trzynastu Progów, gdzie rzadko przepływa poza wspomnianą uprzednio Beczkę. Okresami widoczne są małe strugi płynące po marglach kredowych, w niższej części wąwozu za pierwszym i drugim przełomem doliny przez skałki wapienne. Na podłożu wapiennym strugi te bardzo szybko nikią. Pojawiają się one tu jedynie w okresie naj-



Ryc. 10. Najwyższa część wschodniej partii wąwozu Kraków. Pod szczytowym spiętrzeniem skałek wapiennych (szczyt Ciemniaka) lejek źródłiskowy wśród piaskowców i łupków

Fig. 10. The highest part of the eastern sector of the Kraków gorge. Under the summit-bilt of limestone rocks (the Ciemniak peak) a spring depression among sandstones and shales

Fot. Z. Wójcik

wyższych stanów wodnych. W tym czasie potok płynie również w wyższej części wąwozu popod ścianami Wysokiej Turni.

W wyższych częściach doliny okresowe cieki widoczne są tam, gdzie w podłożu znajdują się skały podlegające w mniejszym stopniu krasowieniu. Zwłaszcza można je zaobserwować w pobliżu «Rynku Krakowskiego», gdzie w podłożu znajdują się wapienie piaszczyste i zlepieńcowe. Po przekroczeniu tej «zapory» ponownie giną one w wapiennym podłożu.

Prowadzone dotychczas próby odtworzenia wędrówki podziemnej tych wód nie przyniosły pełnego rozszyfrowania dróg jej obiegu. Barwienie wody wykonane przez Dąbrowskiego (1968) dostarczyło szereg ciekawych danych. Barwnik został wpuszczony do okresowego cieku wypływającego z Kamiennego Zadniego do Dolinki Trzynastu Progów. Po zniknięciu z powierzchni odbył on podziemną wędrówkę i wypłynął w wywierzysku znajdującym się około 10 m na N od wylotu Jaskini Wodnej pod Pisaną. Z wywierzyska tego wypływa 10 l/sek. wody. Ponadto z obliczeń Dąbrowskiego (op. cit.) wynika, że do Jaskini Wodnej pod Pisaną dopływa z wąwozu oraz masywów wapiennych znajdujących się na prawym zboczu Doliny Kościeliskiej około 20 l/sek. W sumie więc w obydwu wywierzyskach wypływa 30 l/sek. wód, które znikają przeważnie w kanałach krasowych wąwozu Kraków.

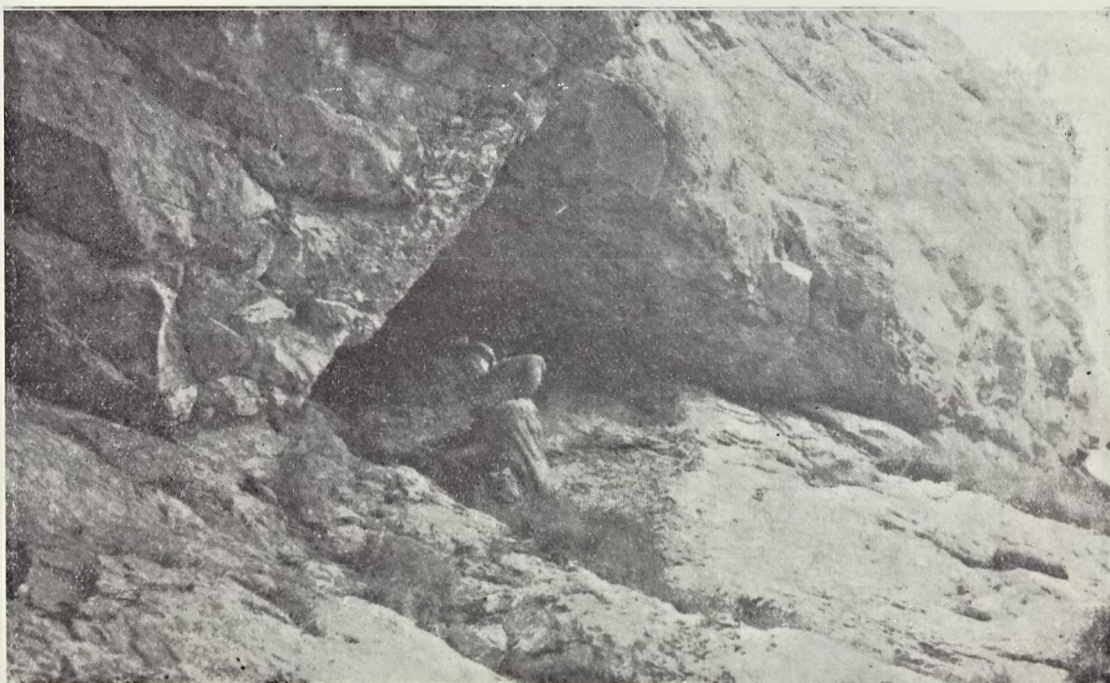
W górnej części wąwozu, już pod zboczami Ciemniaka, nieco poniżej szlaku turystycznego prowadzącego z Tomaniarskiego Twardego Uplazu pod Chudą Turnię, znajduje się wśród osadów piaszczystych i łupkowych najwyższego triasu stałe wywierzysko o wydajności kilku litrów na sekundę (ryc. 10). Położony w jego sąsiedztwie lejek źródłowy był miejscem, gdzie zaczęła się formować dolina. Woda nie popłynęła tu jednak po łatwo ulegających erozji łupkach w kierunku południowym do Doliny Tomanowej, lecz poprzez spękane wapienie na zachód, bezpośrednio do Doliny Kościeliskiej. Czy lejek źródłowy wytworzył wokół siebie wówczas bezodpływową depresję w postaci leja krasowego, uwału czy nawet małego polja marginalnego¹ — trudno jest stwierdzić na podstawie dostępnych danych.

VI. JASKINIE

W inwentarzu jaskiń Kowalskiego (1953) zostało opisanych 11 form krasu podziemnego. Obecnie znane są 52 jaskinie i schroniska podskalne. Ponadto niektóre korytarze Wodnej pod Pisaną położone są również w wąwozie Kraków. Wydaje się, że szanse na eksplorację nowych ciągów istnieją tu nadal. Zwłaszcza w sąsiedztwie połączenia się Kamiennego Przedniego z wąwozem należy liczyć się z istnieniem nie rozpoznanych dotychczas obszer-nych labiryntów podziemnych. Wskazuje na to bowiem obecność fragmentarycznie rozpoznanych korytarzy Jaskini pod Okapem.

Zestawienie form krasu podziemnego przedstawiono w tabeli I. Układ poszczególnych jaskiń w zestawieniu uzależniony jest od położenia otworu nad dnem doliny głównej oraz Kamiennego Zadniego.

¹ Polje marginalne — bezodpływowa kotlina w wapieniach rozwinięta na kontakcie ze skałami nierozpuszczalnymi (np. łupkami, piaskowcami itp.).



Ryc. 11. Otwór wejściowy jaskini pod Okapem
Fig. 11. Entrance to the Pod Okapem cave

Fot. Z. Wójcik



Ryc. 12. Jaskinia Lodowa w Ciemniaku
Fig. 12. The Lodowa cave in the Ciemniak Mtn.

Fot. R. Gradziński

TABELA I

Jaskinie wąwozu Kraków
Caves of the Kraków gorge

Nazwa jaskini Cave	Długość Length m	Wysokość w metrach Height in m.		Wiek wapieni Age of limestone
		nad poziomem morza absolute	nad dnem doliny relative	
Psia	220	1413	179	środkowy trias — Middle Triassic
Gawra	8	1303	145	dolna kreda — Lower Cretaceous
Pod Gniazdem *	16	1307	147	dolna kreda — Lower Cretaceous
		1301	141	
Groby	105	1227	137	górną jurą — Upper Jurassic
Poszukiwaczy Skarbów	100	1211	121	górną jurą — Upper Jurassic
Dziura ze Znakami	11	1204	114	górną jurą — Upper Jurassic
Wysoka	1000	1507	117	górną jurą i dolną kredą — Upper Jurassic and Lower Cretaceous
		1499	109	
Pod Zamkiem	75	1186	106	górną jurą — Upper Jurassic
Pośrednia	20	1500	110	górną jurą — Upper Jurassic
		1491	109	
Zakosista	95	1304	106	górną jurą — Upper Jurassic
		1274	76	
Owca	85	1218	102	górną jurą — Upper Jurassic
Dziura nad Zachodem	10	1291	101	dolną kredą — Lower Cretaceous
Krakowskie Okno	30	1213	96	górną jurą — Upper Jurassic
		1201	84	
Za Siedmioma Progami	130	1483	78	górną jurą — Upper Jurassic
Schron z Watrą	5	1290	92	górną jurą — Upper Jurassic
Zółta	14	1217	84	górną jurą — Upper Jurassic
Schron przy Zakosistej	12	1270	73	górną jurą — Upper Jurassic
Ciasna	30	1269	71	górną jurą — Upper Jurassic
Kominowa	21	1235	70	górną jurą — Upper Jurassic
Pod Ścieżką	30	1300	65	górną jurą — Upper Jurassic
Gankowa	18	1298	63	górną jurą — Upper Jurassic
Pod Okapem	120	1316	59	górną jurą — Upper Jurassic
Piarżysta	17	1264	59	górną jurą — Upper Jurassic
Dziura pod Kominową	15	1222	57	górną jurą — Upper Jurassic
Łodowa Krakowska	18	1624	56	górną jurą — Upper Jurassic
Śnieżna Szczelina	8	1613	50	górną jurą — Upper Jurassic
Hakowa	7	1280	46	górną jurą — Upper Jurassic
Nad Mokrym Progiem	15	1185	44	górną jurą — Upper Jurassic
Dudzia Dziura	17	1204	40	górną jurą — Upper Jurassic
Szczelina przy Arkadzie	8	1204	38	górną jurą — Upper Jurassic
Dziura pod Wantą	5	1279	33	górną jurą — Upper Jurassic
Arkada (razem z mostem skalnym)	25	1206	40	górną jurą — Upper Jurassic
		1204	38	
		1193	27	
Kozi Schron	6	1592	31	środkowy trias — Middle Triassic
Krasowa Nisza	10	1268	25	górną jurą — Upper Jurassic
Smocza Jama	40	1190	30	dolną kredą — Lower Cretaceous
		1092	9	
Dziura pod Arkadą	6	1190	24	górną jurą — Upper Jurassic
Zielony Schron	4	1252	21	środkowy trias — Middle Triassic

Nazwa jaskini Cave	Długość Length m	Wysokość w metrach Heigth in m.		Wiek wapieni Age of limestone
		nad poziomem morza absolute	nad dnem doliny relative	
Krakowska Piwnica	17	1278	17	środkowy trias — Middle Triassic
Dziura z Konkrecjami Wyżnia	8	1185	15	górną jurą — Upper Jurassic
Koliby	3	1260	14	środkowy trias — Middle Triassic
Dziura nad Trawiastym Pro- giem	4	1255	10	górną jurą — Upper Jurassic
Dziura z Konkrecjami Niżnia	9	1179	9	górną jurą — Upper Jurassic
Gruzowa Dziura	12	1200	6	środkowy trias — Middle Triassic
Spękana Dziura	8	1253	6	górną jurą — Upper Jurassic
Trójkątny Schron	5	1240	6	górną jurą — Upper Jurassic
Dwuotwórowa	8	1239	5	górną jurą — Upper Jurassic
Ósemka	6	1237	5	górną jurą — Upper Jurassic
Dziura pod Smoczą Jamą	7,5	1076	5	dolną kredę — Lower Cretaceous
Ciasny Schron	4	1256	4	górną jurą — Upper Jurassic
Wodna pod Pisana **	—	1023	0	górną jurą — Upper Jurassic
Zapadliskowa pod Szerokiem	15	1800	310	wapienie górnej jury i dolnej kredy — Upper Jurassic and Lower Cretaceous limestone
Lodowa w Ciemniaku	200	1715	225	wapienie górnej jury i dolnej kredy — Upper Jurassic and Lower Cretaceous limestone

* Niektóre jaskinie mają po dwa lub trzy otwory wejściowe, położone na różnych wysokościach.

* Some caves have two or three entrances situated at different heigth.

** Jaskinia znajduje się w Dolinie Kościeliskiej. Jej północne korytarze odprowadzają częściowo wody z wąwozu Kraków.

** The cave is situated in the Kościeliska valley. Its northern galleries drain partly waters from the Kraków gorge.

Z danych przedstawionych na ryc. 2 i tabeli I wynika, że największe jaskinie w wąwozie Kraków oraz Kamiennem Zadniem rozwinęły się w zwar-tych wapieniach stanowiących ciągle ogniwo sedymentacyjne od górnej jury po dolną kredę. W nich powstał system powiązanych ze sobą korytarzy Wysokiej (1000 m), Pośredniej (30 m) i Za Siedmioma Progami (130 m), w którym poszczególne jaskinie odgródzone są od siebie piaszczysto-żwirowymi syfonami. W skałach tych rozwinęła się, jako fragment podziemnego odwodnie-nia kotła Kamienne Przednie, Jaskinia pod Okapem (ryc. 11).

W wapieniach górnej jury i dolnej kredy znajduje się 44 jaskiń i schronisk podskalnych, tzn. ponad 86%. Pozostałe rozwinięte są w wapieniach środkowego triasu. Największa z jaskiń (Psia) osiąga 220 m długości. Wskazuje to, że wa-pienie jury i dolnej kredy, mniej spękane w porównaniu ze skałami środkowego triasu, były bardziej podatne na rozwój podziemnych form krasowych. Zatem istnieje tu podobna sytuacja jak na terenie Wyżyny Krakowskiej, gdzie na podobną zależność zwrócił uwagę Gradziński (1962).

Godna podkreślenia jest inna zależność. Mianowicie wszystkie rozległe jaskinie znajdują się wysoko ponad dnem wąwozu. Istnieje tu pod tym względem sytuacja podobna jak w Dolinie Kościeliskiej, gdzie wysoko na zboczach rozwinięte korytarze są bardzo dobrze przemodelowane przez podziemne ciek. Największe jaskinie wąwozu z Wysoką, Lodową i Psią na czele rozwinęły się na wysokościach względnych przekraczających 100 m.

Wśród jaskiń wąwozu Kraków znajdują się dwie z pokrywą lodu naciekowego. Większą, rozpoznaną już w 1885 r. przez Pawlikowskiego (1887), jest Lodowa w Ciemniaku (ryc. 12). Przez dłuższy czas były znane jej korytarze



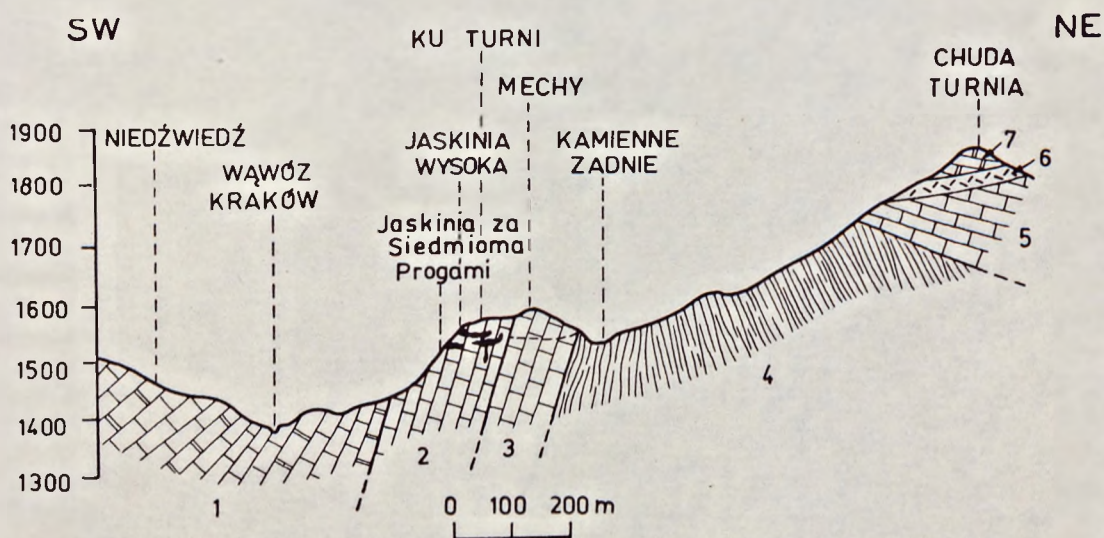
Ryc. 13. Grupa skałek zbudowana z pionowo stojących warstw wapieni górniojurajskich na zboczu Mechów. W lewej części w pobliżu przełęczki znajduje się Jaskinia Lodowa Krakowska
Fig. 13. Group of rocks, built of vertically standing layers of Upper Jurassic limestone on the Mechy Mts. slope. In the left part, near the small pass, is the Lodowa Krakowska cave

Fot. Z. Wojcik

o długości około 70 m. Lód tej jaskini był szczegółowiej opisywany m. in. przez Chrobaka (1925), Goetla (1925) i Gadomskiego (1926). W okresie międzywojennym Tadeusz i Stefan Zwolińscy w 1933 r. odkryli jej Nowy Korytarz, a już po wojnie (1950) dolne komory (porównaj mapy w pracach S. Zwolińskiego z lat 1951, 1955, 1961). W sumie jaskinia liczy 220 m długości i jest jedną z większych jaskiń lodowych w Polsce (największą pod względem kubatury lodu naciekowego)¹. Wiek pokryw lodowych jest trudny

¹ Największą jaskinią lodową jest, wprawdzie fragmentarycznie pokryta lodowczykiem, Jaskinia Śnieżna w Małej Łące (około 2 km długości). Prawie 1 km liczy system Litworowej Lodowej-Ptasiej z dużym lodospadem. Do większych jaskiń lodowych należy Lodowa Mułowa (około 100 m długości), Lodowa Małolącka (100 m), Śnieżna Studnia (100 m) i inne.

do ustalenia. W Nowym Korytarzu, jedynie okresowo pokrywanym przez lód, znajdują się szczątki nie występujących współcześnie w Tatrach ciepłolubnych nietoperzy z *Myotis bechsteini* (Kuhl). Zdaniem Wołoszyna (1964) nietoperze te mieszkaly w Tatrach w optimum klimatycznym holocenu (około 5 tys. lat temu). Mogłyby one przebywać w tej jaskini przy jej średniej rocznej temperaturze około 10°C. W tych warunkach nie mogło być lodu. Podkreślić należy, że w Krasic Słowackim znajduje się jaskinia Lodowa Silicka, w której lód naciekowy pokrywa częściowo warstwy kulturowe wieku neolitycznego (Roth 1939). Zatem i tam w optimum klimatycznym holocenu nie było również lodowców. Znalazły się one w jaskiniach karpackich dopiero po ochłodzeniu się klimatu w najmłodszym holocenie.



Ryc. 14. Przekrój geologiczny przez wąwóz Kraków i Kamienne Zadnie. W masywie Ku Turni kolorem czarnym zaznaczono piętra jaskiń oraz prawdopodobny kierunek przepływu wody z Kamiennego Zadnie (kreska przerywana): 1 — wapień i dolomity środkowego triasu, 2 — wapień malmoneokomu, 3 — wapień urgonu, 4 — margle środkowokredowe, 5 — węglanowe skały pasma reglowego (głównie dolomity środkowego triasu), 6 — granity i gnejsy pokrywy Twardego Uplazu, 7 — dolomity środkowego triasu Chudej Turni

Fig. 14. Geological cross-section of the Kraków gorge and Kamienne Zadnie corrie. The storeys of caves in the massif „Ku Turni“ are marked in black and the supposed direction of water passage from the Kamienne Zadnie corrie by broken line. 1 — limestone and dolomites of the Middle Triassic, 2 — Malm-Neocomian limestone, 3 — Urganian limestone, 4 — Middle Cretaceous marls, 5 — carbonate rocks of the Sub-Tatric nappe (mainly dolomites of the Middle Triassic), 6 — granites and gneiss of the Twardy Uplaz cover, 7 — dolomites of the Middle Triassic from the Chuda Turnia

Drugą jaskinią tego typu jest Lodowa Krakowska, odkryta w 1961 r. na południowych zboczach Mechów. Jest to niewielki system korytarza podziemnego w silnie spękanych skałkach (ryc. 13). Lód utrzymuje się przez cały rok, ale we wrześniu i w październiku widoczny jest jedynie w szczelinach w dnie.

Do niezmiernie ważnych dla interpretacji genezy wąwozu Kraków należą osady przyniesione do jaskiń przez potoki powierzchniowe. Wlokły one materiał transportowany dnem wąwozu przez korytarze jaskiniowe. Z chwilą wzięcia się dna doliny, rzeki te opuszczały koryta podziemne pozostawiając

w korytarzach wleczone rumowisko. W ten sposób na różnych wysokościach nad dnem wąwozu powstały osady allochtoniczne (obce jaskiniom) dokumentujące poszczególne stadia obniżania się wąwozu.

Szczególnie interesujące osady allochtoniczne znajdują się w systemie jaskiniowym Wysoka — Za Siedmioma Progami (ryc. 14). Są tu żwiry i piaski składające się z materiału spotykanego współcześnie w dnie potoku w Kamiennym Zadniem. Występują tu otoczaki wapieni jury i kredy, dolomity środkowego triasu reglowego, piaskowce dolnego triasu, margle kredowe, a także granity. Skład tych osadów wskazuje, że materiał ten przytransportowany został do jaskini z północy, bezpośrednio spod Gładkiego Uplaziańskiego, Chudej Turni i Szerokiego. Dodatkowo w Kamiennym Zadniem do tego rumowiska włączone zostały wapienie jury i kredy oraz margle kredowe pasma Pisanej.

Obecność tych osadów w systemie Wysoka — Za Siedmioma Progami świadczy, że przed powstaniem Dolinki Trzynastu Progów wody z Kamiennego Zadniego miały w kierunku południowym odpływ podziemny korytarzami jaskiniowymi. Dokładniejsza analiza tych osadów w końcowych korytarzach Wysokiej wskazuje ponadto (por. Wójcik 1966), że ciągi podziemne tej jaskini były co najmniej dwukrotnie zasypywane rumowiskiem rzeczonym. Po pierwszej fazie sedymentacji rumowiska te zostały spojone węglanem wapnia. Następnie już lity osad został częściowo rozmyty, a na jego miejsce podziemne potoki pozostawiły luźne żwiry i piaski.

Grube rumowisko rzeczne znajduje się jeszcze w wielu innych jaskiniach, m. in. Pod Ścieżką w pobliżu «Rynku Krakowskiego», w Zakosistej i Ciasnej (na południowym zboczu wąwozu). W Zakosistej, podobnie jak w Wysokiej, rumowisko rzeczne m. in. z granitami i piaskowcami zostało silnie spojone węglanem wapnia. Później osady te zostały rozmyte, ale na ich miejsce rzeki już nie przyniosły nowych osadów allochtonicznych.

Podobne żwirowiska znane są również z północnego zbocza wąwozu, a zwłaszcza z Dziury pod Kominową, Arkady i Dziury z Konkrecjami Niżniej. Wszędzie jest to dość jednolity materiał, różniący się od żwirowisk w Wysokiej nieco większą ilością piasku i otoczków piaskowcowych. Jest jednak mało danych, aby sądzić, że osad ten powstał z wymieszania rumowiska z kotłów Kamiennych z otoczkami spod Tomaniarskiego Twardego Uplazu. Raczej jest to w przeważającej ilości materiał pochodzący z Kamiennego Zadniego.

Najwyżej nad dnem wąwozu położone jaskinie mają — jak gdyby dla kontrastu — zupełnie inne osady allochtoniczne. Są to przeważnie drobnoziarniste piaski i piaskowce kwarcowe, pozbawione zupełnie elementów typowych dla rumowiska w Kamiennym Zadniem. Widoczne są one w jaskiniach prawego i lewego zbocza wąwozu, m. in. w Gawrze, Owczej i Poszukiwaczy Skarbów. Jedyne miejsce, skąd materiał ten może pochodzić, są wychodnie skał piaszczystych znajdujące się we wschodniej części głównej doliny pod Tomaniarskim Twardym Uplazem. Materiał pochodzący z wietrzenia tych osadów transportowany był rzekami powierzchniowymi i podziemnymi. Część rumoszu po obniżeniu się dna wąwozu pozostała w jaskiniach.

Na podstawie analizy tych osadów sądzić można, że w początkowym etapie wąwóz stanowił rodzaj bliżej nie sprecyzowanej pod względem kształtu

doliny o kierunku wschód-zachód. Dopiero po obniżeniu się doliny do wysokości dzisiejszych górnych pięter Zakosistej i Wysokiej wąwozowi został podporządkowany kocioł Kamienne Zadnie.

VII. GENEZA WĄWOZU KRAKÓW

Z przedstawionych wyżej danych wnosić można, że interesująca nas dolina zaczęła się formować pod Ciemniakiem na pograniczu wapieni górnej jury i skał piaszczysto-łupkowych górnego triasu serii Tomanowej. Tu wytworzył się lejek źródłowy, czemu sprzyjały wycieki ze skał niewapiennych. Woda ta nie popłynęła podatnymi na erozję powierzchniową osadami łupków i piaskowców triasowych w kierunku południowym do Doliny Tomanowej, lecz została przechwycona przez wapienie znajdujące się bardziej na zachód. Z tego wnosić możemy, że wapienie te musiały być wówczas silnie spękane, a ponadto od zachodu lejka źródłowego musiała być wykształcona wyraźna depresja morfologiczna.

Skład osadów występujących w najwyżej położonych jaskiniach zdaje się wskazywać, że w otoczeniu lejka źródłowego gromadziły się pokrywy piaszczyste pochodzące z rozmycia piaskowców górnotriasowych. Osady te były transportowane następnie do Potoku Kościeliskiego ciekami powierzchniowymi i podziemnymi. Nie sposób dokładniej określić formy krasowej dającej początek wąwozowi. Mógł być to lej lub nawet uwał. Nie można wszakże wykluczyć, że lejek źródłowy został z biegiem czasu przekształcony w rodzaj zawieszono-górskiego polja krasowego. Wskazywałaby na to ocalała fragmentarycznie w jaskiniach pokrywa piaszczysta, częsta na tego typu poljach w Górach Dynarskich.

Początkowa forma wąwozu została jednak po pewnym czasie zniszczona. Mogło to być związane ze znacznymi opadami atmosferycznymi, a tym samym z szybszą korozją wgłębną powierzchniowych i podziemnych cieków. Podczas ożywienia się erozji zostały usunięte osady klastyczne nagromadzone pod Tomaniarskim Twardym Uplazem.

W miarę pogłębiania się wąwozu do doliny tej zostały przechwycone wody początkowo z Kamiennego Zadniego, a następnie również Przedniego. Przyspieszyło to w znaczny sposób erozję wgłębną w niższej części doliny. Wskutek tego wąwóz, w górnej swej części dość szeroki, zaczął się raptownie zwężać. Powstały typowe przełomy. Zarówno powierzchniowe, jak i podziemne cieki były wówczas bogate w rumowisko z Kamiennego Zadniego. Jest to materiał na ogół dość gruby, a otoczaki granitów i reglowych dolomitów dochodzą do 5 cm średnicy. Ten typ sedymentacji istnieje do dziś, z tym że rumowisko znajdujące się w dnie doliny woda osadza w korytarzach jeszcze nie dostępnych do bezpośrednich badań.

Już po przechwyceniu wód z Kamiennego Zadniego, jak sądzić można z charakteru zlepieńców znajdujących w Wysokiej i Zakosistej, powierzchniowe przepływy kilkakrotnie penetrowały korytarze podziemne. Z pewnością było to związane ze znacznymi opadami atmosferycznymi, dzięki czemu powstały większe cieki, które transportowały grubszy materiał allochtoniczny.

Można stwierdzić co najmniej dwa takie etapy zasypywania jaskiń, przedzielone okresem sedymentacji węglanowej (powstaniem spoiwa zlepieńców, nacieków itp.). Nie jest wykluczone, że poszczególne okresy sedymentacji gruboklasystycznej związane były np. ze specyficznymi warunkami pod koniec starszych zlodowaceń tarzańskich. Być może, że nacieki i spoiwo węglanowe tworzyły się w jednym z tatrzańskich okresów międzylodowcowych.

Pomocne do rozstrzygnięcia wieku etapów ożywienia i zwolnienia powierzchniowej erozji mogą być piętra jaskiń. Poziomo rozwinięte korytarze jaskiniowe uważamy za odpowiedniki tarasów powierzchniowych. Pionowe kanały świadczą o ożywieniu erozji. Rozwój poziomych korytarzy jest zawsze związany z zahamowaniem erozji. Takich pięter jest w wąwozie Kraków sześć, a w Kamiennym Zadniem — dwa. Najstarsze z nich (jak to odczytać można z tabeli I) i zarazem najwyżej położone, reprezentowane przez jaskinie Psią i Pod Gniazdem, znajdują się 160—155 m nad dnem wąwozu. Drugie piętro od góry, położone jest 137—96 m nad dnem doliny. Na wysokości tego piętra, stwierdzonego m. in. w Zakosistej, Grobach, Poszukiwaczy Skarbów, Owczej, Za Siedmioma Progami i w obrębie wyżej położonych korytarzy Wysokiej, nastąpiła zmiana sedymentacji w jaskiniach spowodowana przeciągnięciem do wąwozu wód z Kamiennego Zadniego. Później zapewne przeciągnięte zostały również wody Kamiennego Przedniego, choć w wyniku słabego rozpoznania w tym regionie jaskiń nie można tego z całą pewnością stwierdzić.

Trzecie od góry piętro znajduje się na wysokości względnej 86—57 m. Jest ono reprezentowane przez liczne jaskinie z osadami żwirowisk allochtonicznych (m. in. niżej położone piętra Wysokiej i Za Siedmioma Progami, Ciasną, Dziurę pod Kominową). Piętro to znajduje się na wysokości jaskiń systemu Mylnej w Dolinie Kościeliskiej, uznanego za odpowiednik zwolnionej erozji podczas najstarszego glaciału tatrzańskiego (Wójcik 1966).

Młodsze piętro, czwarte, położone na wysokości 40—38 m nad dnem doliny, jest odpowiednikiem drugiego glaciału tatrzańskiego. Osady przyniesione spoza jaskini są tu tylko w Arkadzie. Jeszcze niżej znajdują się dwa piętra. Starsze z nich położone jest na wysokości względnej 17—15 m, a młodsze 9—5 m. Jakkolwiek ostatnie dwa piętra odpowiadają zahamowaniom erozji podczas młodszego plejstocenu, to stwierdzić należy, że w wąwozie nie zostały one rozwinięte w sposób typowy. Są to raczej fragmenty bliżej jeszcze nie rozpoznanych krasowych systemów podziemnych.

Przez analogię z innymi piętrami jaskiń, zwłaszcza w Dolinie Kościeliskiej, wnosić można, że dwa najwyższe piętra korytarzy podziemnych wąwozu powstały w pliocenie, cztery niższe w plejstocenie. Starsze jaskinie są dobrze wykształcone (duże komory i obszerne korytarze), co wskazywałoby na optymalne warunki w rozwoju krasu. Warunki takie istniały w rzeczywistości na terenie Tatr w ciepłym i wilgotnym klimacie środkowego pliocenu (Szafer 1954). Nie wykluczone jest zatem, że pod Ciemniakiem w tym czasie było polje marginalne w otoczeniu lejka źródłowego. Tego typu polja tworzą się współcześnie w górskich obszarach o klimacie ciepłym i wilgotnym.

Z analizy położenia nad dnem doliny piętra wyżej położonych korytarzy Wysokiej (uznanego za związane z najmłodszym pliocenem) wnosić można, że już przed plejstoceniem nastąpiło podziemne połączenie Kamiennego Zadniego z wąwozem. W czwartorzędzie zostały rozwinięte niższe korytarze

tego systemu. Pod koniec okresów glacialnych nastąpiło zasypywanie tych ciągów rumowiskiem rzeczonym z Kamiennego. W jednym z interglacjałów nastąpiła cementacja osadów allochtonicznych.

W postglacjale jaskinie zapewne nie uległy większemu przemodelowaniu. Znikanie współczesnych potoków świadczy o tym, że w głębi pod wąwozem tworzą się współcześnie nowe korytarze, którymi płynie woda bezpośrednio do wywierzysk znajdujących się w Dolinie Kościeliskiej w pobliżu Hali Pisanej. Wydaje się, że nagromadzanie lodu naciekowego w jaskiniach, zwłaszcza w Lodowej w Ciemniaku, jest związane już bezpośrednio z ochłodzeniem się klimatu w najmłodszym holocenie. W plejstocenie lód musiał wypełniać wiele innych jaskiń i nisz podskalnych. Był to wszakże jedynie lód naciekowy. Nie był on związany z powierzchniowymi lodowcami tatrzańskimi. Nie ma bowiem żadnych form akumulacji i rzeźby glacialnej zarówno na obszarze Kotłów, jak i w samym wąwozie Kraków.

W zakończeniu wypada podkreślić jeszcze jedną sprawę. W literaturze geomorfologicznej stosunkowo popularny jest pogląd, że niektóre odcinki wąwozu powstały wskutek zapadania się stropów jaskiń (por. Zwoliński 1955, 1961; Kotański 1963). Most skalny zwany Arkadą oraz most powstały z zapadnięcia się Jaskini Zapadliskowej pod Szerokiem wskazują, że nie można tego wykluczyć. Zapadliska krasowe występowały jednakże sporadycznie i zwykle na zboczach doliny. Analiza osadów znajdujących się w jaskiniach wskazuje, że etap znacznego pogłębienia się niższej części wąwozu nastąpił po przechwyceniu wód z Kamiennego Zadniego i Przedniego. Nie było tu natomiast żadnych większych zapadlisk krasowych w krętym i ciasnym labiryncie dolnej części kanionu.

Z powyższych danych wynika, że podziemne przepływy wód krasowych, zarówno współcześnie jak i dawniej, przyspieszały rozwój erozji wgłębnej okresowych potoków powierzchniowych. W ten sposób dno kanionu systematycznie nawiązywało do dna Doliny Kościeliskiej, której wąwóz Kraków jest bocznym odgałęzieniem.

Muzeum Ziemi Polskiej Akademii Nauk, Warszawa

PIŚMIENNICTWO

- Chrobak L. 1925. Kilka spostrzeżeń w grocie lodowej w Kamiennem. *Wierchy* 3: 215—216.
- Dąbrowski T. 1967. Podziemne przepływy krasowe potoków w Tatrach Zachodnich (Underground karst flows of streams in the Western Tatras). *Acta geol. pol.* 17, 4: 593—622.
- Eliasz W. 1870. Ilustrowany przewodnik do Tatr, Pienin i Szczawnicy. Poznań.
- Eliasz W. 1881. Nowy ilustrowany przewodnik do Pienin i Tatr. Kraków.
- Gadomski A. 1926. Groty lodowe w Tatrach. W: *Morfologia glacialna północnych stoków Wysokich Tatr*, ss. 137—150. Cieszyn.
- Goetel W. 1925. Przyczynki do poznania grot lodowych w Tatrach. *Wierchy* 3: 214—215.
- Gradziński R. 1962. Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej (Origin and development of subterranean karst in the southern part of the Cracow Upland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 32, 4: 429—492.
- Guzik K. 1959. Mapa geologiczna Tatr Polskich, arkusz B2, Kominy Tylkowe. Wydawn. Geol. Warszawa.
- Jahn A. 1964. Slope morphological features resulting from gravitation. *Zeitschr. f. Geomorphologie*, Supl. 5.

- Janota E. 1860. Przewodnik w wycieczkach na Babią Górę, do Tatr i Pienin. Kraków.
- Jaroszewski W. 1965. Rowy grzbietowe w Tatrach (Sillons des crêtes dans le Tatra). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* **35**, 2: 163—171.
- Kowalski K. 1953. Jaskinie Polski. T. 2. Wydawn. Państw. Muzeum Archeolog. Warszawa.
- Kotański Z. 1961. Tektogeneza i rekonstrukcja paleogeografii pasma wierzchowego w Tatrach (Tectogenèse et reconstruction de la paléographie de la zone haut-tatracque dans les Tatra). *Acta geol. pol.* **11**, 2/3: 187—476.
- Kotański Z. 1963. Nowe elementy budowy masywu Czerwonych Wierchów (New elements in the structure of the Czerwone Wierchy Massif). *Ibidem*, **13**, 2: 149—198.
- Młodziejowski J. 1934. Zjawiska tektoniczne na grzbietach Tatr Zachodnich (Les phénomènes tectoniques sur les crêtes des Tatra d'ouest). *Wiad. Służby geogr.* **8**, 1: 91—106.
- Pawlikowski J. G. 1887. Podziemne Kościeliska. *Pamiętnik Tow. Tatr.* **11**: 33—48.
- Roth Z. 1939. Několik geomorfologických poznámek o Jihoslovenském krasu a o Slické Lednici. *Rozpr. II. Třidy Česke Akad.* **49**, 8: 1—24.
- Steczowska M. 1858. Obrazki z podróży do Tatrów i Pienin. Kraków.
- Stęczyński M. B. 1847. Okolice Galicyi. Lwów.
- Szafer W. 1954. Pliocénská flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do plejstocenu (Pliocene flora from the vicinity of Czorsztyn (West Carpathians) and its relationship to the Pleistocene). *Prace Inst. Geol.* **11**: 1—238.
- Wołoszyn B. W. 1964. Subfosylna fauna jaskiń tatrzańskich. W: Materiały Seminarium Speleologicznego, s. 60—65. Kielce.
- Wójcik Z. 1966. Geneza i wiek klastycznych osadów jaskiń tarzańskich (On the origin and age of clastic deposits in the Tatra caves). *Prace Muzeum Ziemi* **9**: 3—130.
- Wrzosek A. 1933. Z badań nad zjawiskami krasowymi Tatr Polskich (Untersuchungen über die Karsterscheinungen in der polnischen Tatra). *Wiad. Służby geogr.* **7**, 3: 235—273.
- Zwoliński S. 1951. Grota lodowa w Tatrach (La Grotte de Glace dans la Tatra). *Zabytki Przyr. nieożyw.* **1** (4): 19—23.
- Zwoliński S. 1955. Tatrzański rejon jaskiniowy. *Światowit* **21**: 49—80.
- Zwoliński S. 1961. W podziemiach tarzańskich. Wydawn. Geolog. Warszawa.
- Zwoliński T. 1966. Tatrzy. Wyd. 12. Sport i Turystyka. Warszawa.

SUMMARY

The Kraków gorge (Wąwóz Kraków) is a branch of the Kościeliska valley in the Western Carpathian Mts. Its name derives from picturesque rocks which, together with the entrances to numerous caves, resemble the narrow and winding streets of old part of Cracow's City. In spite of its special interest, the gorge up to now was never subject to a detailed geological study. It was also not painted, as other parts of the Tatra Mts., by travelers in the 19th century. An old drawing however, dated 1847 (Fig. 1), was found to show the opening of the gorge.

The major part of the Kraków gorge is built of limestone of the Middle Triassic, Upper Jurassic, and Lower Cretaceous. It can be seen on the enclosed geological map (Fig. 2), that the gorge is built of limestone and dolomites (Middle Triassic), sandstone and shales (Upper Triassic), sandy and conglomeratic limestone (Lower Jurassic), massive limestone of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous, as well as of Middle Cretaceous marls (Fig. 6). These rocks are ascribed by Kotański (1961) in his classical study of the High-Tatric nappe to the Tomanowa series and the Kraków gorge series (named after the typical stratigraphic profiles), both forming part of the basal unit of the High-Tatric nappe. These marine sedimentary rocks were folded during orogeny, forming so-called cascade folds. These were later covered by granites visible at present on the Twardy Uplaz. Above these granites lie the Sub-Tatric nappe parts, thrust over from areas south of the Tatra Mts.

The different manner of weathering of rocks influenced significantly the development of contemporary morphology in this valley. Gaps developed in the tough and compact Upper Jurassic limestone (Fig. 3), while a valley with a genetically young profile developed in the fractured limestone and dolomites of the Middle Triassic (Fig. 4).

In the main depression of the valley one may distinguish its three parts with different morphology. The first is a system of two gaps between limestone cliffs divided by outcrops of cretaceous marls susceptible to surface erosion. The second, higher situated part, up to the Dolinka Trzynastu Progów (Valley of 13 Terraces) and Niedźwiedź (Bear) couloir (Fig. 2), is an indented canyon with several terraces. The third part of the gorge is a valley with a genetically young profile. The Kraków gorge is also connected with two corries built of cretaceous marls (Fig. 5), which belong to the same drainage area.

The Kraków gorge is a classic place of occurrence of surface and underground karst formations in the Tatra National Park. Most common formations of surface karst are clints (Fig. 7), but then appear also karst bridges, niches and potholes (amongst others the «Beczka» (barrel) in the Valley of 13 Terraces) (Fig. 8). Also in the ridges in south-eastern parts of the gorge there are karst sinks, uvalas, and a trench, formed by gravitational sliding of rocks (Fig. 9). It may well be that this trench constitutes a fragment of an earlier flat-bottomed karst valley of the polje type.

Formations of surface and underground water passage are the most characteristic feature of the gorge. Contemporaneously, it is nearly dry. Streams appear at the limit of rocks less susceptible to karst processes. Dyeing of their water in the upper part of the Valley of 13 Terraces (Dąbrowski 1968) showed that these waters flow underground directly to the Kościeliska valley where they re-appear near the Wodna cave. The only constant spring is situated at the eastern extremity of the gorge (Fig. 10), where it is connected with the presence of Upper-Triassic shales. The valley probably began to develop in this place. Karst processes resulted in draining the water westwards through limestone rocks, and not southwards through shales susceptible to erosion.

Fifty-two caves are known in the area of the gorge (Table I), more than 86% of which developed in Upper-Jurassic and Lower-Cretaceous limestone. The largest of them is the Wysoka cave (1000 m. length), and then the Lodowa cave in the Ciemniak Mtn., as well as the Psia cave (both 220 m. long), the Pod Okapem cave (120 m., Fig. 11), the Groby cave (105 m.), the Poszukiwaczy Skarbów cave (100 m.), the Zakosista cave (95 m.), and the Owcza cave (85 m.).

In the Lodowa cave under the Ciemniak Mtn. (Fig. 12) are thick covers of cave ice which probably developed during cooling of the climate in the youngest Holocene similarly as in other parts of the Carpathian Mts. (The Slovan Karst — Roth 1939). Great differences in the amount of ice during one year were noted in another cave (Fig. 13).

Rivers which in earlier times flowed through the caves deposited there material carried by their waters. This comprises in highest situated caves mostly quartz sand (among others in the Gawra, Owcza, and Poszukiwaczy Skarbów caves). In galleries nearer to the bottom of the gorge are conglomerates and pebbles of a petrographic composition pointing to transfer of this material from the Kamienne Zadnie corrie (amongst others granites and dolomites of the High-Tatric series). In the Wysoka cave (Fig. 14), rivers clogged galleries at least twice with deposits of this kind. Between periods of accumulation, which coincided probably with final phases of glaciation of the Tatra Mts., allochthonous deposits were consolidated by calcium carbonate (possibly during the interglacial periods).

Horizontally extending galleries comprise 6 underground cave storeys in the gorge. The two upper storeys, analogically to similar storeys in the main valley (Kościeliska valley), are considered as formed during the Pliocene (Wójcik 1966). The four lower storeys represent successive stages of inhibited erosion in the Pleistocene. Two of them, situated just above the valley bottom, are however not very distinctly developed, and this is probably connected with periodical elevation of the erosion level resulting from closing up of the valley by Post-Glacial deposits in the early Pleistocene.

On the basis of the collected data, one may present the origin of the gorge in the following manner:

The Kraków gorge began to develop near the spring depression at the base of the Ciemniak Mtn. Water did not drain off southwards over shales and sandstone, but was caught by limestone situated towards the west of this depression. The depression developed in this area gradually, possibly in the form of a marginal polje. It was then filled with quartz sand from weathered outcrops of Upper-Triassic sandstone. This material was transported by periodic rivers to the Kościeliska valley. On the way, it lined underground karst channels (among others in the Owcza and Gawra caves). In time with the shaping of the valley, water from the Kamienne Zadnie corrie

was drained by karst channels of the Wysoka cave into the gorge. This water eroded also a surface passage called the Dolinka Trzynastu Progów (Valley of 13 Terraces). Later on, water from the Kamienne Przednie corrie passed through the Pod Okapem cave. The increase of the amount of water flowing through the lower part of the gorge caused a rapid erosion and the developing of the main canyon, which was connected also with the deepening of the Kościeliska valley during the Pleistocene. One may judge on the basis of the cave storeys, that during the last period of intensive bottom erosion occurred also short periods of erosion inhibition, connected probably with the glacial periods.

The gorge was not shaped to any significant degree during the Holocene. In many places developed karst clints, karst sinks, and the ridge trench. It is most probable, that in the earliest period of this era some of the caves were filled with ice.

Muzeum Ziemi (Geological Museum), The Polish Academy of Sciences, Warszawa

Translated into English by W. E. Rosenfeld

TREŚĆ

Wstęp	227
I. Pochodzenie nazwy	228
II. Morfologia wąwozu	230
III. Budowa geologiczna	234
IV. Powierzchniowe formy krasowe	236
V. Formy przepływów powierzchniowych i podziemnych	240
VI. Jaskinie	241
VII. Geneza wąwozu Kraków	248
Piśmiennictwo	250
Summary	251