

TERESA MADEYSKA-NIKLEWSKA

## Górnoplejstocenijskie osady jaskiń Wyżyny Krakowskiej

### UPPER PLEISTOCENE DEPOSITS IN CAVES OF THE CRACOW UPLAND

**STRESZCZENIE:** Na podstawie badań przeprowadzonych w jaskiniach Nietoperzowej i Koziarni oraz w Schronisku Wylotnym stwierdzono, że w jaskiniach i schroniskach skalnych Wyżyny Krakowskiej wykształcone są zwykle dwie serie osadów. Serie dolne osadzały się w środowisku wody płynącej w czasie ostatniego interglacjalu lub dawniej. Serie górne, gruzowo-gliniaste powstały głównie w ostatnim okresie chłodnym, w czasie, gdy jaskinie były suche. Zawierają one często materiały archeologiczne i kości zwierzęce. Dokładne obserwacje terenowe uzupełnione wynikami analiz laboratoryjnych są podstawą odtwarzania procesów sedymentacyjnych i zmian klimatu podczas sedymentacji, a na ich podstawie nawiązań chronologicznych.

### WSTĘP

Badania osadów jaskiń Wyżyny Krakowskiej mają już prawie stuletnią historię. W literaturze naukowej znajdujemy liczne publikacje archeologiczne, paleontologiczne i geologiczne na ten temat. Ponieważ szczegółowe opracowanie historii badań jaskiń Wyżyny Krakowskiej i ich osadów do roku 1951 opublikował K. Kowalski (1951), więc tu przedstawię jedynie główne etapy rozwoju badań tych jaskiń, i to w bardzo skróconej formie.

Pierwsze prace wykopaliskowe ograniczały się głównie do gromadzenia materiałów archeologicznych i paleontologicznych (Zawisza 1874). Równocześnie gromadzono kolekcje zabytków i kości zwierzęcych wydobywanych podczas eksploatacji osadów jaskiniowych (Römer 1883). Dopiero później zaczęto uwzględniać dane stratygraficzne. Pierwszym badaczem, który na podstawie bogatego materiału zebranego podczas wielu lat pracy dał szereg opisów osadów jaskiń Wyżyny Krakowskiej i przedstawił

hipotezę aluwialnej genezy tych osadów, był G. Ossowski (1881, 1882). Następne opracowania opublikowali S. J. Czarnowski (1911, 1914) oraz W. Demetrykiewicz i W. Kuźniar (1914). Te pierwsze badania z jednej strony zasygnalizowały nowy problem badawczy, z drugiej strony jednak przyczyniły się do zniszczenia osadów kilku jaskiń jako obiektów późniejszych badań archeologicznych i geologicznych.

Dokładniejsze badania osadów jaskiń Wyżyny Krakowskiej, przy zastosowaniu metody polegającej na wykonywaniu i opracowywaniu dużych profilów poprzecznych i podłużnych, zapoczątkował S. Krukowski (1924), a kontynuowali je różni badacze po drugiej wojnie światowej (Sawicki 1953; Chmielewski 1955, 1961; S. K. Kozłowski 1963; K. Kowalski et al. 1965; S. Kowalski 1963, 1966). Brak jednak było szczegółowego opracowania osadów ścisłymi metodami, jakie od kilkudziesięciu już lat są rozwijane w badaniach osadów jaskiń innych obszarów.

Bogata literatura zagraniczna wskazuje, że badania osadów jaskiniowych są bardzo przydatne dla rekonstrukcji przebiegu zmian klimatycznych w górnym plejstocenie i dla odtwarzania środowiska, w jakim żył człowiek paleolityczny. Wyływa to przede wszystkim z charakteru jaskini jako specyficznego środowiska sedimentacyjnego, w którym procesy sedimentacyjne zachodzą na ogół bez większych zakłóceń, przy czym wahnięcia klimatyczne mogą się w nich wyraźnie zapisać. Z drugiej strony ważnym faktem jest obecność śladów pobytu człowieka w postaci warstw i poziomów kulturowych, a także powszechne występowanie kostnych szczątków zwierząt i sporadyczne — szczątków roślin. Szczątki te są bardzo przydatne dla datowania osadów. Daje to możliwość wzajemnego kontrolowania wyników badań archeologów, paleontologów, geologów, a także paleobotaników.

Ponieważ istnieją duże możliwości takich badań w jaskiniach Wyżyny Krakowskiej, więc podjęłam próbę ich opracowania. Opracowanie tak postawionego tematu wymagało przeprowadzenia odpowiednich obserwacji terenowych, których najlepszym źródłem są nowoczesne prace wykopaliskowe prowadzone przez archeologów precyzyjnymi metodami. Zgromadzenie materiałów zawdzięczam uczestniczeniu w takich właśnie badaniach, prowadzonych z ramienia Instytutu Historii i Kultury Materialnej PAN przez doc. dr W. Chmielewskiego, za co serdecznie mu dziękuję. Profesorowi dr S. Z. Różyckiemu pragnę serdecznie podziękować za życzliwą i wszechstronną opiekę naukową, za wskazówki metodyczne i wiele rad dotyczących ujęcia tematu oraz interpretacji wyników.

Badaniami objęte zostały trzy archeologiczne stanowiska jaskiniowe: Jaskinia Nietoperzowa, jaskinia Koziarnia i podskalne Schronisko Wyłotne. Wszystkie one leżą w okolicach Ojcowa. Obserwacje porównawcze przeprowadziłam w kilku innych jaskiniach Wyżyny Krakowskiej; mgr S. Kowalskiemu zawdzięczam możliwość poczynienia obserwacji w jaskiniach Ciemnej i Mamutowej, dr S. K. Kozłowskiemu — w Jaskini Maszyczej, a pozostałe porównania oparłam na materiałach opublikowanych.

Obszar, w którym leżą badane jaskinie, jest pod względem geomorfologicznym urozmaiconą ostańcami wyżyną zbudowaną z wapieni skalistych górnej jury. Porozcinana jest ona głębokimi dolinami, w obrębie których wyróżnić można kilka poziomów erozyjnych (Dżułyński et al. 1966). Badane jaskinie leżą w systemach dolin Sąspowskiej, Będkowskiej i Prądnika (fig. 1).

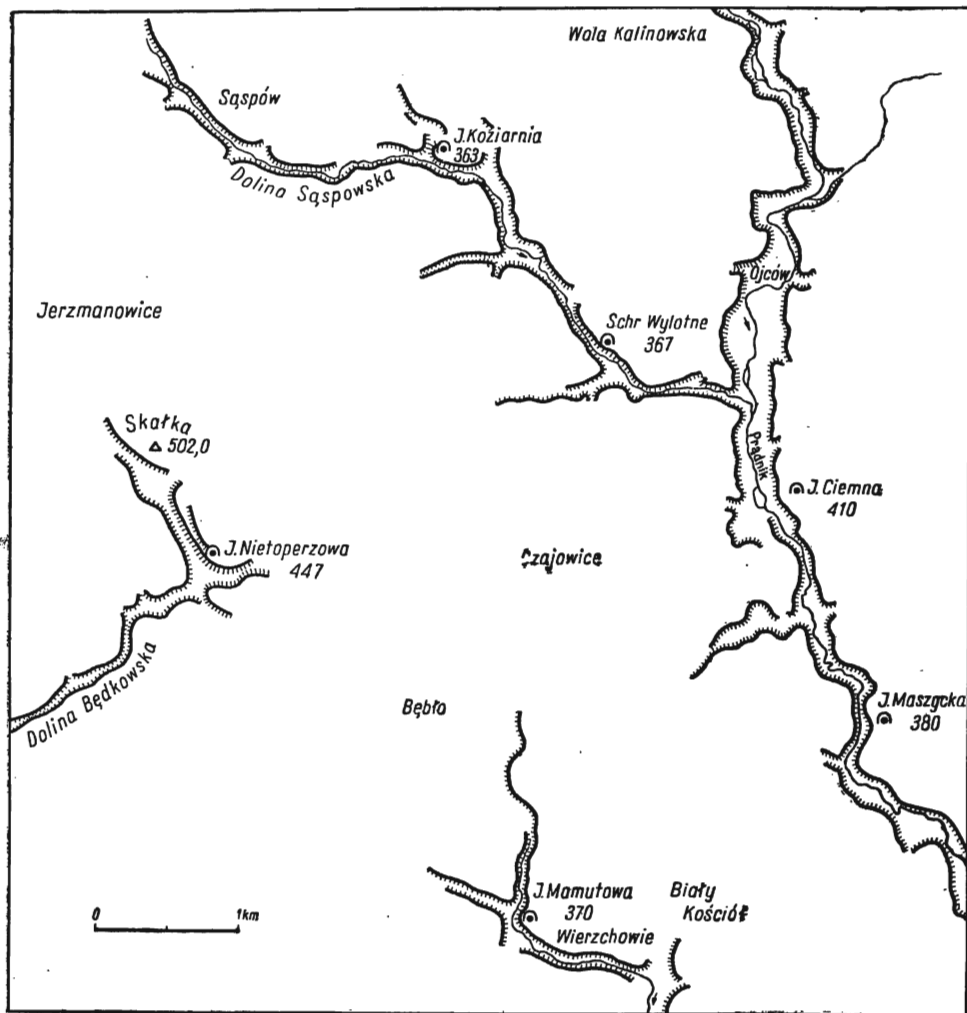


Fig. 1

Szkic Dolin Prądnika, Sąspowskiej i Będkowskiej z zaznaczonym położeniem badanych jaskiń

Sketch map of Prądnik, Sąspówka and Będkowska valleys showing the situation of explored caves and their position above sea level

W celu ilościowego określenia zmian różnych cech osadów wykonano analizę granulometryczną całkowitą (sitową i areometryczną) oraz analizę morfologii gruzu wapiennego. Wyodrębniono następujące grupy morfologiczne:

I. Gruz o powierzchni gładkiej, bez jamkowatych zagłębień korozyjnych:

IA — okruchy ogładzone,

IB — okruchy o ogładzonych krawędziach, czyli słabo ogładzone,

IC — okruchy ostrokrawędziste — nie ogładzone.

II. Gruz o powierzchni z jamkowatymi zagłębieniami korozyjnymi (por. pl. VIII, fig. 1):

IIA — okruchy ogładzone,

IIB — okruchy słabo ogładzone,

IIC — okruchy nie ogładzone.

III. Okruchy „różnopoверхniowe” — o różnym stanie zachowania powierzchni (np. jedna z nich jest niezwiertzała — gładka, a inna posiada wyraźne ślady wietrzenia chemicznego — jamkowate zagłębienia korozyjne).

IV. Okruchy ze świeżą powierzchnią przełamu, powstałą na skutek pęknięcia w osadzie.

W celu zilustrowania ogólnego stopnia ogładzenia gruzu wapiennego wyodrębniono trzy klasy:

1 — gruz ogładzony — suma grup IA i IIA,

2 — gruz o ogładzonych krawędziach — suma grup IB i IIB,

3 — gruz ostrokrawędzisty — suma grup IC i IIC.

Poza tym oznaczono porowatość powierzchni okruchów wapiennych, a we frakcjach drobnych oznaczono zawartość substancji organicznych, węglanów i żelaza ogólnego (por. fig. 10). Szczegółowy opis metod, którymi się posłużono przy wykonywaniu powyższych analiz (por.: Lais 1941, Chavaillon-Dutrievoz 1955, Bonifay 1957, Schmid 1958, Vértes 1959, La-ville (1964), opublikowany będzie w osobnym artykule.

Na podstawie tak zebranego materiału podjęto próbę odtworzenia procesów sedymentacyjnych, które zachodziły w jaskiniach Wyżyny Krakowskiej w górnym plejstocenie, wykrycia zależności tych procesów oraz składu osadów od wahań klimatu, odczytania następstwa zmian klimatycznych i interpretacji chronologicznej osadów w nawiązaniu do wyników badań archeologicznych i paleontologicznych.

## OPIS BADANYCH JASKIŃ I ICH OSADÓW

*Jaskinia Nietoperzowa**Położenie i opis jaskini*

Jaskinia Nietoperzowa leży około 1 km na SSE od najwyższego punktu Wyżyny Krakowskiej, zwanego Skalką (502 m n.p.m.), w stoku górnej części Doliny Będkowskiej, w miejscu zejścia się jej dwu ramion. Dolina na tym odcinku jest sucha, tylko okresowo po dużych deszczach spływa nią woda. Dopiero w odległości 2,5 km w dół doliny znajduje się duże wywierzysko potoku Będkówki. Otwór jaskini (pl. I, fig. 1 i pl. II, fig. 2) o ekspozycji na SWW usytuowany jest w ścianie skalnej około 15 m nad poziomem dna doliny, 447 m n.p.m. (wg K. Kowalskiego 1951). Obecnie stok przed otworem zamaskowany jest hałdą materiału usuniętego z jaskini podczas różnych prac ziemnych. Z przeprowadzonych badań wynika, że przed otworem jaskini istniał wał usypiskowy zbudowany z dużych bloków (Chmielewski 1961). Stoki wału opadały łagodnie w kierunku do jaskini i na zewnątrz.

Jaskinia Nietoperzowa jest jedną z najwyżej położonych i największych jaskiń Jury Polskiej, długość jej korytarzy wynosi około 300 m. Rozwinięta jest na systemie szczelin tektonicznych o kierunkach NEE-SWW i NNW-SSE (fig. 2) i składa się z kilku komór i korytarzy. Dokładny opis jaskini oraz plan podał po raz pierwszy Z. Ciętak (1935). Ogromna część bogato rozwiniętego pełniska<sup>1</sup> jaskini uległa zniszczeniu na skutek eksploatacji na nawóz. Kości zwierzęce i zabytki archeologiczne wydobywane podczas tych prac kolekcjonował F. Römer, który później przeprowadził też rozkopywanie osadów i wydobył wiele dalszych zabytków archeologicznych (Römer 1883). Następne prace wykopaliskowe przeprowadził L. Kozłowski (1922). Kolekcja zabytków krzemienych wydobyta podczas tych prac była tematem wielu dyskusji wśród archeologów polskich i obcych. Celem zdobycia nowych materiałów i rozstrzygnięcia problemów, które się wyłoniły podczas tych dyskusji, W. Chmielewski przeprowadził w latach 1956—1963 systematyczne badania wykopaliskowe. Wyniki tych badań opublikowane są częściowo w kilku pracach (Chmielewski 1961, 1964). W latach 1961 i 1963 miałam możliwość uczestniczenia w tych badaniach, a poza tym mogłam zapoznać się z całością dokumentacji zgromadzonej podczas prac wykopaliskowych.

Badaniami tymi objęto przyotworową część jaskini i korytarz aż do miejsca rozgałęzienia (fig. 2A). Tutaj skupiało się osadnictwo paleolityczne, a jednocześnie była to najmniej zniszczona w czasie eksploatacji na nawóz część osadów. Eksploatację prowadzono wykopami; co kilka metrów wykonywano przekroje poprzeczne, a wzdłuż całej wyeksplorowanej części pełniska przeprowadzano przekrój podłużny. Ogółem wyeksplorowano całkowicie około 130 m<sup>2</sup> powierzchni osadów. Pełnisko na obszarze wykopów III i IV było częściowo usunięte w czasie prac wykopaliskowych F. Römera i L. Kozłowskiego.

<sup>1</sup> Termin *pełnisko* został do literatury archeologicznej wprowadzony przez S. Krukowskiego i jest powszechnie używany jako określenie osadów wypełniających jaskinie. Uważam, że termin ten jest lepszy od używanego w literaturze geologicznej terminu *namulisko*, który sugeruje udział wody płynącej w powstawaniu tego osadu.

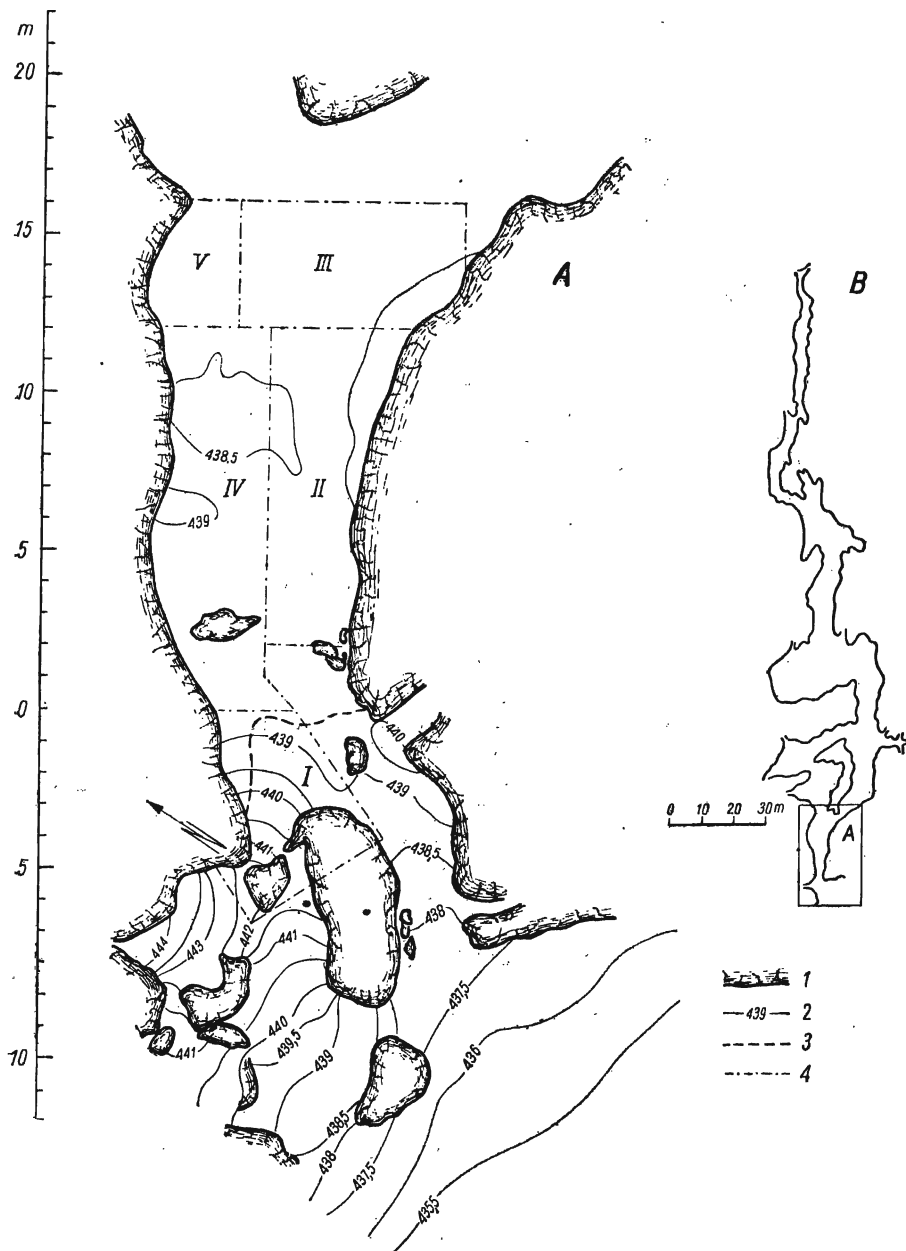


Fig. 2

Plan Jaskini Nietoperzowej. A — plan części przyotworowej z zaznaczonymi wykopami (I—V) według W. Chmielewskiego. B — plan całej jaskini według Z. Ciętaka  
 1 ściany skalne, 2 poziomice w m n.p.m., 3 linia okapu jaskini, 4 granice wykopów

Sketch map of Nietoperzowa cave. A — map of the front part of the cave showing the position of trenches (I—V) after W. Chmielewski. B — map of the whole cave after Z. Ciętak

1 cave walls, 2 contours in m a.s.l., 3 drip-line, 4 trenches

## Opis osadów

Pełnisko Jaskini Nietoperzowej (tabl. IA) stanowią dwie zasadniczo różniące się między sobą serie osadów, a sama jaskinia składa się z dwu różnych morfologicznie i genetycznie części. Podobnie zbudowane są i inne jaskinie Wyżyny Krakowskiej (Gradziński 1962). Część dolna, zwana rynną denną, rozwinięta wzdłuż szczeliny tektonicznej, na ogół jest znacznie węższa od górnej, a powstała w wadowym stadium rozwoju jaskini (Gradziński 1962). W Jaskini Nietoperzowej ciągnie się ona wzdłuż dużej części jaskini i ma nieregularny kształt. Istnieją odcinki o stromych, pionowych, a nawet przewieszonych ścianach, głębokości do 2 m, kończące się w dole głęboką, wąską szczeliną. W innych miejscach staje się płytsza, o łagodniejszych kształtach. Z reguły ściany skalne tych zagłębień są gładkie, nadwierzałe chemicznie, o mączystej powierzchni. Często pokryte są mineralną skorupą składającą się ze związków żelaza i fosforanów lub warstewką brunatnego iltu.

Osady wypełniające tę część jaskini, to żwiry, piaski, muły i ily, wyraźnie warstwowane, osadzone w środowisku wody płynącej, a w najniższej części występuje ilt typu terra rossa. W osadach tych istnieją wyraźne powierzchnie rozmycia, rozdzielające je na kilka części. W całej tej serii nazwanej *warstwą 17* nie znaleziono żadnych szczątków zwierzęcych ani śladów pobytu człowieka.

Powyżej tej warstwy zaznacza się wyraźne poszerzenie jaskini i zmiana w wyglądzie ścian skalnych. Ściany rynny dennej są gładkie, a wyżej położone części ścian są silnie spękane i pokruszone, przy czym szczeliny między okruchami wypełnia zwykle drobny materiał tworzący osad w pobliżu ściany.

Osady leżące powyżej rynny dennej i warstwy 17, to zróżnicowana seria gruzowo-gliniasta zawierająca wiele szczątków kostnych zwierząt i ślady wielokrotnego pobytu człowieka. Podział tej serii na poszczególne warstwy opiera się na zmianach wielkości, ilości i kształtu gruzu wapiennego, zabarwieniu gliny wiążącej gruz i obecności domieszek kulturowych.

*Warstwa 16* leży częściowo na warstwie 17, a częściowo na dnie skalnym, tworzącym półkę w miejscu, gdzie jaskinia się rozszerza. Jest to szaroróżowawa glina pylasta z dużą ilością ostrokrawędzistego, zwietrzałego gruzu wapiennego. W obrębie warstwy 16 w pobliżu otworu jaskini (wykop I) odsłonięto pakiet dużych bloków wapiennych o silnie zwietrzałych powierzchniach pokrytych czarną skorupą mineralną żelazisto-fosforanową<sup>2</sup>. Ułamki pokruszonej skorupy spotyka się w stropie pakietu. *Warstwa 16* zawiera silnie zmineralizowane fragmenty kości zwierzęcych. Zagadnienie składu fauny w profilu osadów Jaskini Nietoperzowej omówione będzie później.

*Warstwa 15*, to szara glina pylasta zawierająca żwir kwarcowy i niewielką ilość zwietrzałego gruzu wapiennego, a także kilka silnie zmineralizowanych kości zwierzęcych. Charakterystyczną jej cechą jest obecność niewielkich (2—5 mm średnicy) czarnych skupień mineralnych i większych fragmentów pokruszonej skorupy żelazisto-fosforanowej.

*Warstwa 14* jest warstwą lessową. Składa się z dwu części, różniących się wartością gruzu wapiennego. Część dolna, *14b* zawiera — szczególnie w części przyotworowej — dużą ilość ostrokrawędzistego, mało zwietrzałego gruzu wapiennego. Jej spąg pochylony jest w kierunku na zewnątrz jaskini, zgodnie z nachyleniem niżej leżących warstw. Strop natomiast wykazuje lekkie pochylenie w kierunku do jaskini. W związku z tym *warstwa 14b* ma znacznie większą miąższość w pobliżu otworu jaskini (prawie 1 m) niż wewnątrz. Ta część warstwy 14 jest jałowa archeolo-

<sup>2</sup> Oznaczenie mgr R. Chlebowskiego (informacja ustna).

**A – Przekrój podłużny osadów Jaskini Nietoperzowej**

**B – Przekrój podłużny osadów Schroniska Wylotnego**

Przekrój obejmuje ściany wschodnie wykopów I, III i IV  
oraz zachodnie IX i X

Szczegółowe objaśnienia w tekście

**A – Longitudinal section through the sediments of Nieto-  
perzowa cave**

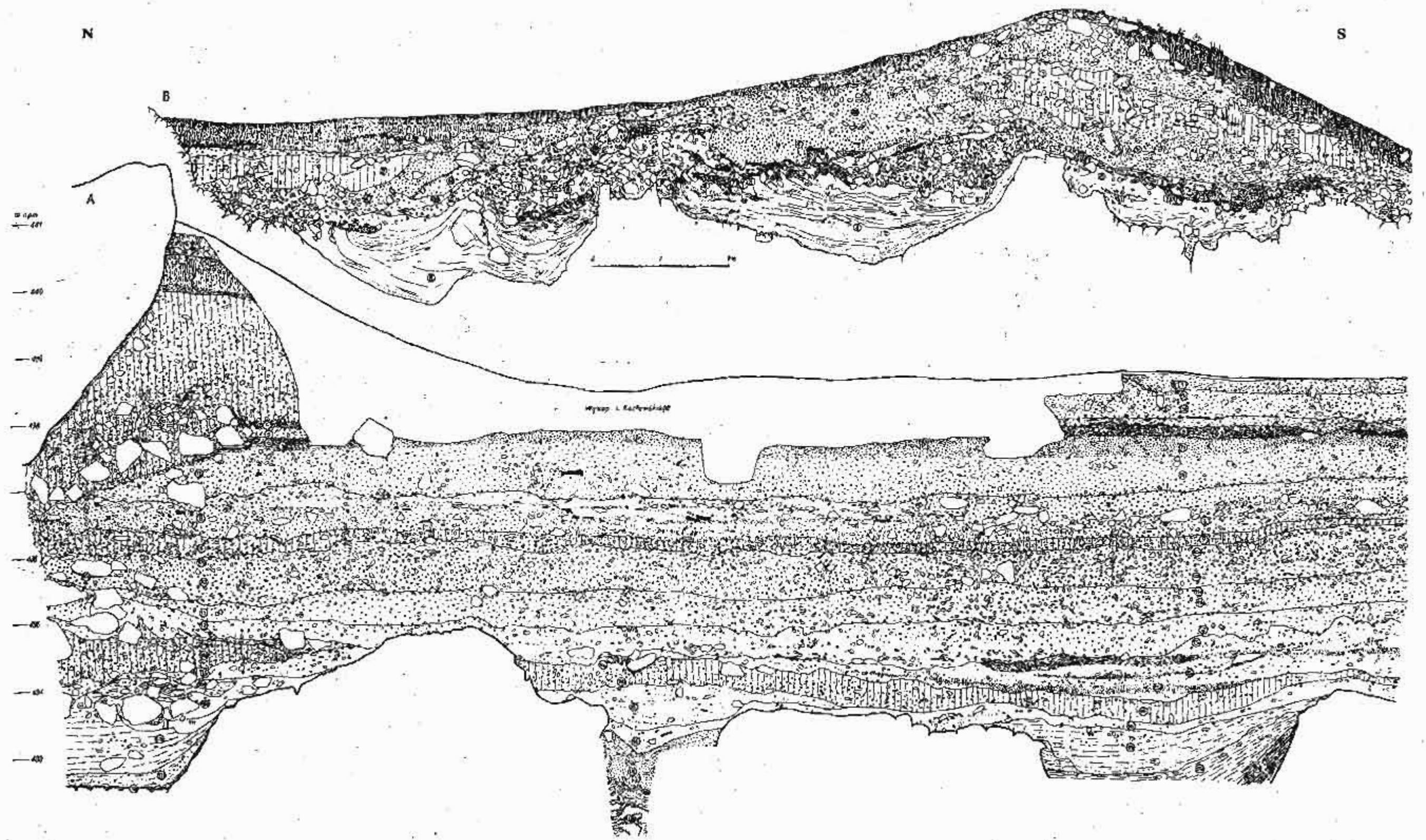
**B – Longitudinal section through Wylotne rock-shelter  
sediments**

This section is composed of eastern walls of trenches I, III, IV  
and the western walls of trenches IX and X

Explanations in the text

---





gicznie i prawie wcale nie zawiera kości zwierzęcych. Przeciwnie — część górna, oznaczona jako 14a, która składa się z prawie czystego, gruzełkowatego lessu barwy żółtej, jest stosunkowo cienka (10 cm) przed jaskinią i w głębi jaskini, a grubsza (ok. 30 cm) w części przyotworowej. Zawiera ona kości zwierzęce i pojedyncze wyroby krzemienne niewyraźne typologicznie, ale z zaznaczoną techniką lewaluaską. Wyroby te mają zniszczone, zatepione krawędzie.

Warstwa 13, to szarobrunatnawa glina pylasta z rozproszonym pyłem węglowym, niekiedy układającym się w smugi, dużą ilością węgielków drzewnych pochodzenia kulturowego, a także niewielką ilością silnie zwietrzałego gruzu wapiennego (pl. VI, fig. 1). Zwietrzenie to charakteryzuje się istnieniem na powierzchni mączyste zwietrzałych okruchów żółtobrazowej, a czasem czarniawej skorupki składającej się z minerałów fosforanowych, przede wszystkim kollofanu<sup>3</sup> (pl. VIII, fig. 2). Często okruchy wapienne są zupełnie zwietrzałe, a w osadzie tkwią same pokruszone skorupki. Warstwa 13 w pobliżu otworu jaskini ma miąższość 10—15 cm, zwiększa się ona w miarę posuwania się w głąb jaskini do 60 cm. W miejscach, gdzie warstwa ta ma większą miąższość, można w niej wyróżnić następujące poziomy (od dołu ku górze): 13d — glina jasnoszara, w górnej części ciemniejsza, dzięki większym domieszkom kulturowym; 13c — soczewa gliny ze stosunkowo dużą ilością gruzu mniej zwietrzałego, niż w pozostałych poziomach warstwy 13; 13b — czarniawy poziom kulturowy o miąższości 3—5 cm, bogaty w węgielki drzewne; 13a — ciemnoszara w górnej części, a płowa w dolnej, glina z gruzem wapiennym, bardzo silnie zwietrzałym, ze skorupkami fosforanowymi.

Warstwa 13, a także wyżej leżąca 12 wypełniają nisze utworzone w ścianach jaskini. Nisze te powstały prawdopodobnie jeszcze w wadczowym stadium rozwoju jaskini (Gradziński 1962). Wgłębiają się one na przemian w obie ściany korytarza analogicznie do meandrów. W głębokiej niszy w północno-zachodniej części korytarza odsłonięto w poziomie warstwy 13 zwietrzały chemicznie stalagmit, opierający się podstawą na stropie warstwy 14.

W obrębie całej warstwy 13 znajdowano zabytki archeologiczne i fragmenty kości zwierzęcych o silnie ogładzonych i zwietrzałych krawędziach.

Warstwa 12 składa się z brunatnej, a w górnej części ciemnobrunatnej gliny z gruzem silnie zwietrzałym chemicznie, ze skorupkami fosforanowymi takimi, jak opisane poprzednio. Gruz jest jednak więcej, niż w warstwie 13, w którą warstwa 12 przechodzi stopniowo. Różnica polega głównie na zabarwieniu gliny, co spowodowane jest brakiem pyłu węgla drzewnego w warstwie 12. W środkowej części korytarza wejściowego ma ona mniejszą miąższość, a staje się grubsza w pobliżu ścian jaskini. Na obszarze przedjaskiniowym na warstwie 12 i w jej obrębie spotyka się bloki wapienne o średnicy dochodzącej do 50 cm. Cała warstwa w części przedjaskiniowej zapada lekko w kierunku do jaskini. W obrębie warstwy 12 znajdowano wyroby krzemienne, o zniszczonych, wygładzonych krawędziach.

Warstwa 11 składa się z brązowej gliny z dużą ilością gruzu, niewielkiego rozmiarami, lekko zwietrzałego chemicznie. Zwietrzenie to jest jednak inne, niż w warstwach leżących niżej. Okruchy wapienne mają porowatą, mączystą, podobną do kredy powierzchnię. Najwyższa część warstwy, około 15 cm od stropu, wydzielona jako 11a jest ciemniejsza od pozostałej części, nazwanej 11b. W obrębie całej warstwy 11 znajdowane były zabytki krzemienne o bardzo zniszczonych, wygładzonych krawędziach.

Warstwa 10, to ogładzony gruz wapienny z pojedynczymi blokami większych rozmiarów, do 30 cm w części korytarzowej i do 50 cm średnicy przed jaskinią, związany jasnobrazową gliną. Warstwa ta dzieli się na mniejsze jednostki. W głęb-

<sup>3</sup> Oznaczenia mgr R. Chlebowskiego (informacja ustna).

szej części korytarza wyraźnie zaznacza się podział na dwa poziomy. Poziom górny (10a) o miąższości 10—20 cm, a pod ścianami skalnymi grubszy, zawiera glinę barwy ciemnobrązowej z odcieniem czerwonawym, poziom dolny (10b) jest jasnobrązowy. Poziom 10a zanika w części bliższej otworowi, możliwe, że został tam zniszczony w czasie przed osadzeniem się warstwy 9. W środkowej części warstwy 10 daje się zaobserwować poziom kulturowy (oznaczony 10c) z wyrobami krzemieniowymi o zniszczonych krawędziach, kośćmi zwierzęcymi także silnie zniszczonymi i pojedynczymi węgielkami drzewnymi. W pobliżu otworu jaskini pod dużym blokiem skalnym zachował się w tym poziomie fragment typowej czarnej warstwy kulturowej.

*Warstwa 9* składa się z gruzu ostrokrawędzistego i ogładzonego z jasnoszarą gliną pylastą. W części przedjaskiniowej spotyka się w niej liczne bloki wapienia o średnicy dochodzącej do 1 m. Miąższość tej warstwy sięga tu 70 cm. Spąg spada lekko w kierunku na zewnątrz, natomiast strop tworzy przed jaskinią, w odległości 5 m od obecnej linii okapu, kopalny wał przyotworowy. W głębszych częściach korytarza warstwa 9 leży poziomo, a jej miąższość znacznie się zmniejsza (do ok. 20 cm). W pobliżu otworu jaskini, pod szczeliną w stropie natrafiono na wyjątkowo duże nagromadzenie kości gryzoni pochodzących ze zrzutek sów, w związku z czym zabarwienie gliny stało się brunatne. W czasie eksploracji w wykopie I natrafiono na ślad wymarzenia bloku wapienia o średnicy 60 cm, na granicy warstwy 9 i 10. Na podstawie struktury osadu można wnosić, że został on wydzwignięty około 5 cm w górę. Materiały archeologiczne z warstwy 9 są ubogie i niewyraźne pod względem przynależności kulturowej. Znalaziono tu również ząb trzonowy młodego mamuta.

*Warstwa 8* odznacza się bardzo niejednorodną budową. Składa się z wielu soczew o grubości do 30 cm i rozciągłości dochodzącej do kilku metrów. Soczewy różnią się między sobą głównie zawartością i rozmiarami gruzu wapiennego. Głina wchodząca w skład tej warstwy i będąca główną częścią składową niektórych soczew jest plastyczna i ma barwę brunatną. W głębszych częściach jaskini w obrębie warstwy 8 można wyodrębnić soczewki o grubości kilku i rozciągłości kilkudziesięciu centymetrów, składające się z bardzo drobnego gruzu, właściwie piasku wapiennego (1—3 mm średnicy). Występujący w obrębie całej warstwy gruby gruz jest w różnym stopniu ogładzony, bądź ostrokrawędzisty. Częste są glaziki spękane w osadzie, które w momencie wydobycia rozpadają się. Warstwa ta jako całość, a także soczewy, z których jest zbudowana, pochylone są w kierunku do środka jaskini, przy czym pochYLENIE to jest najwyraźniejsze w pobliżu otworu jaskini w dolnej części warstwy. Opisująca warstwa jest przepełniona kośćmi zwierzęcymi, głównie niedźwiedzia jaskiniowego (pl. V, fig. 2), których wydobyto tu w czasie eksploatacji kilkaset kilogramów. Są one silnie popękane, tak że trudno wyjąć je w całości z osadu, często jednak leżą w większych układach anatomicznych (np. 7 kręgów z żebrami). Soczewkowatą strukturę warstwy wytłumaczyć można działalnością małych strumieni błotnych wnoszących do jaskini materiał z zewnątrz, związanych prawdopodobnie z gwałtownymi opadami okresowymi. Warstwa 8 nie zawiera żadnych pozostałości pobytu człowieka w jaskini.

*Warstwa 7* składa się z ogładzonego gruzu wapiennego niewielkich rozmiarów i gliny pylastej. Część dolna tej warstwy (7b) zawiera więcej materiału drobnego, gliniastego, niż część górna (7a), przy czym barwa tego materiału zmienia się ku górze od piwobrazowego do szarobrazowego. Wielkość okruchów wapiennych ku górze maleje. Warstwa 7 w obrębie korytarza jaskini ma mniej więcej stałą miąższość około 1 m i leży poziomo. Przed obecnym otworem jaskini górna część warstwy 7 jest ścięta i przykryta bezpośrednio warstwą 3. W pobliżu tego ścięcia, w obrębie warstwy 7 odsłonięto soczewkę o grubości około 6 cm i rozciągłości 2 m czystego materiału lessowego. Wszędzie spotyka się ogładzone fragmenty kości zwierzęcych, natomiast zabytków archeologicznych brak. Szare zabarwienie poziomu 7a

jest spowodowane domieszką pyłu węglowego, który dostał się tu z nadległej warstwy 6 na drodze przesiąkania.

*Warstwa 6* jest typową warstwą kulturową, czarno zabarwioną wskutek dużej ilości pyłu węgla drzewnego (pl. V, fig. 1). Intensywność jej zabarwienia zmienia się, w odległości około 10 m od otworu widoczne są wyraźne pozostałości dużych ognisk w dwu poziomach, odległych od siebie w pionie o około 20 cm. Zwęglony materiał z tych ognisk rozwleczony został w dużej części jaskini.

W części przyotworowej warstwa 6 została ścięta podobnie jak stropowa część warstwy 7, a pakiety czarnego materiału kulturowego tkwią w dolnej części warstwy 3.

Z poziomem dolnych, starszych ognisk wiążą się dobrze zachowane zabytki krzemienne, o świeżych, ostrych krawędziach, stanowiące najstarszy w Jaskini Nieotopierzowej zespół kultury jержmanowickiej (Chmielewski 1961). Z wyższym poziomem ognisk i z granicą warstw 5 i 6 związany jest drugi zespół jержmanowicki. Różni się on znacznie stanem zachowania od zespołu starszego. Wyroby krzemienne należące do tego poziomu są ogładzone, a krawędzie mają poniszczony strumym niby-retuszem powstałym na skutek mechanicznego niszczenia. Granica między warstwą 6 i 5 jest bardzo nierówna, zaburzona. Niektóre zabytki sterczą tam pionowo, a nawet tkwią w warstwie 5 około 15–20 cm nad jej spągiem. Zniszczenie wyrobów krzemiennych i zniekształcenia w układzie materiału budującego górną część warstwy 6 i warstwę 5a świadczą o istnieniu w tym czasie zaburzeń związanych najprawdopodobniej z działaniem mrozu.

*Warstwa 5*, to gruz o krawędziach zaokrąglonych, przeważnie średnich rozmiarów, z gliną o różnym zabarwieniu. Wyróżnić można część dolną, nazwaną 5b, leżącą tylko w głębi korytarza, a nie występującą w ogóle w części przyotworowej. Głina wchodząca w skład tej części warstwy ma barwę jasnobrązową i szarą, zawiera liczne ogładzone fragmenty kości zwierzęcych, głównie niedźwiedzi jaskiniowych.

Część górna warstwy 5, nazwana 5a, leży na prawie całym wyeksplorowanym obszarze jaskini z wyjątkiem południowej części wykopu I, gdzie jest ścięta przez warstwę 3. Miąższość poziomu 5a wzrasta od 10 cm w części przyotworowej do 30 cm w głębi korytarza. Blisko otworu glina ma barwę brunatną, a głębiej brunatno-czerwonawą. Zabarwienie to stopniowo słabnie w kierunku od góry do granicy z poziomem 5b.

*Warstwa 4* jest warstwą kulturową, jednak w porównaniu z warstwą 6 znacznie słabiej rozwiniętą. Wyróżnia się czarnym zabarwieniem gliny spowodowanym obecnością pyłu węglowego; gruz wchodzący w jej skład jest słabo ogładzony. Na obszarze nie zniszczonym podczas dawnych prac wykopaliskowych warstwa 4 wyraźnie się rysuje tylko na powierzchni 8 m<sup>2</sup>, od otworu do około 8 m w głąb jaskini. Na pozostałym obszarze jej obecność zaznacza się tylko przyciemnieniem na granicy warstw 3 i 5. Pod względem archeologicznym jest ona uboga, zostały w niej znalezione tylko nieliczne ostrza jержmanowickie. Niektóre wyroby krzemienne są wyraźnie splekane termicznie.

W części przyotworowej warstwa 4, podobnie jak i niżej leżące, jest częściowo usunięta przed osadzeniem się warstwy 3.

*Warstwa 3* jest wyraźnie rozwinięta na obszarze przedjaskiniowym i w pobliżu obecnego okapu, gdzie osiąga miąższość 3 m. Przechodząc w głąb jaskini szybko staje się coraz cieńsza. Na dużym odcinku nie można było jej prześledzić, gdyż została usunięta podczas dawnych prac wykopaliskowych. Warstwa 3 charakteryzuje się dużą ilością ostrokrawędzistego, niezwiętrzałego gruzu wapiennego różnych rozmiarów. Jest on związany jasnobrązowym materiałem lessowym.

W przyotworowej części jaskini, w miejscu, gdzie jest najlepiej rozwinięta,

wydzielić można w niej kilka podrzędnych jednostek. Najniższa część, nazwana 3c, o miąższości 40—90 cm, najwyraźniej jest rozwinięta w środkowej części obszaru przedjaskiniowego. Ścina ona niżej leżące warstwy aż do warstwy 7 tak, że tworzą one stok opadający w kierunku na zewnątrz jaskini o 1,5 m na odcinku długości 3 m. W skład poziomą 3c wchodzi oprócz ostrokrawędzistego gruzu z lessom także gruz z warstw niżej leżących, a nawet całe pakiety osadów starszych, rozwleczone na kopalnym stoku. Drugi z kolei poziom, 3b, tworzą duże bloki skalne, których średnice dochodzą do kilku metrów. Często ich górne części sięgają aż do warstwy 1, a nawet wystają na powierzchnię. Pomiędzy blokami nagromadzony jest ostrokrawędzisty gruz wapienny mniejszych rozmiarów i materiał lessowy. W kilku miejscach bezgruzowy materiał lessowy tworzy warstewki i soczewki o miąższości dochodzącej do 10 cm, wykazujące lekkie smugowanie. Bloki wapienne otoczone są ze wszystkich stron warstewką-powłoką mułu, wykazującą smugowanie w przybliżeniu równoległe do powierzchni bloków. Najwyższy poziom, 3a, to drobny, ostrokrawędzisty gruz wapienny z materiałem lessowym.

Strop warstwy 3 tworzy wał przedjaskiniowy, którego najwyższa część znajduje się około 4 m przed obecną linią okapu jaskini.

W głębszej części korytarza jaskini warstwa 3 nie wykazuje opisanego zróżnicowania i jest znacznie słabiej rozwinięta. Do 8 m w głąb od wejścia warstwa 3 składa się z materiału lessowego i drobnego gruzu splukanego, a częściowo spełzniętego tu z wału przyotworowego. W przekroju podłużnym wykopu L. Kozłowskiego widoczne są w tej warstwie wydłużone struktury charakterystyczne dla spełzania. Jeszcze dalej w głąb jaskini ilość frakcji drobnych znacznie maleje, a warstwa 3, jak to obserwować można np. w wykopie III, składa się prawie wyłącznie z ostrokrawędzistego gruzu wapiennego.

Wszystkie materiały archeologiczne, znajdujące w warstwie 3 tylko w części przyotworowej, są na wtórnym złożu i pochodzą ze starszych warstw.

*Warstwa 2*, to odwapniony, gruzelkowany less barwy jasnobrazowej z drobnym gruzem wapiennym. Występuje tylko w części przyotworowej jaskini, a miąższość ma największą w okolicy progu jaskini. Nie zawiera ona zabytków archeologicznych. Na obszarze przedjaskiniowym przechodzi stopniowo ku górze w warstwę 1. W korytarzu wyklinowuje się szybko, a na warstwie 3 leży tam bezpośrednio kilkunastometrowa warstwa sypkiego nacieku wapiennego, który można już zaliczyć do warstwy 1.

*Warstwa 1* ma zróżnicowaną budowę w zależności od położenia. Jest też w dużej części zniszczona podczas prac O. Grubego, F. Römera i L. Kozłowskiego. Przed obecnym wejściem do jaskini jest to czarna, gliniasta próchnica prawie bez gruzu, o miąższości 30 cm, a w korytarzu jest dwojako rozwinięta. Przede wszystkim jest to naciek wapienny (*1s*) o złożonej budowie, cementujący stropową część osadów i przykrywający ją, a rozwinięty najbardziej przy ścianach. W środkowej części korytarza jego miejsce zajmuje glina barwy szarej i czarnej, wypełniająca przestrzenie między okruchami wapiennymi. Prawdopodobnie gruz jest starszy w stosunku do gliny i należy wiekowo do warstwy 3. Jest on ostrokrawędzisty, tylko okruchy leżące blisko powierzchni są lekko ogładzone. Wiekowo warstwie 1 odpowiada gromadzenie się między okruchami cząstek gliniastych i organicznych, głównie humusowych, które dostały się do jaskini na skutek przesiąkania z wodą szczelinami w stropie, a także zostały tu naniesione blisko otworu przez wiatr oraz przyniesione przez ludzi i zwierzęta. Jednocześnie z gromadzeniem się tych cząstek, głównie w sąsiedztwie ścian następowało wytrącanie węglanu wapnia w postaci nacieków. Najniższa ich część jest luźna, składa się z małych, nieregularnych gruzelków, o wyglądzie jakby piasku wapiennego. Warstewka ta ma 3 cm miąższości przy ścianie, a wyklinowuje się w środkowej części korytarza.



Wyżej leżąca część nacieku ma postać kulistych lub prawie kulistych konkrecji o średnicy 1—5 mm, lekko ze sobą spojonych lub luźno syjących się (pl. VIII, fig. 3). Zajmuje ona stosunkowo niewielką powierzchnię tylko w wykopie III. Przykrywa ją zwięzła pokrywa naciekowa o budowie warstwowej i miąższości dochodzącej do kilkudziesięciu centymetrów. Ta postać nacieku ma największy zasięg, stanowi najwyższą część profilu i łączy się często w spąg z naciekiem cementującym górne części warstw niżej leżących. Jest ona tak zwięzła i twarda, że zachowuje się przy ścianach jaskini nawet wtedy, gdy cały osad jest usunięty. Na podstawie jej zasięgu odtworzyć można pierwotny strop osadów przed zniszczeniem.

Poszczególne rodzaje nacieku i warstewki jego zwięzłej odmiany poprzedzielane są niewielkimi ilościami czarnej lub ciemnoszarej gliny, tej samej, która wypełnia przestrzenie między okruchami wapiennymi w środkowej części korytarza.

W środkowej i górnej części skorupy naciekowej w wykopie III znaleziono odciski liści drzew liściastych, nagromadzenie ziarna jęczmienia i pszenicy, kilka ułamków ceramiki neolitycznej (kultury nadcisańskiej), a także fragment siekiery z ciemnej drobnokrystalicznej skały (zapewne diabaz z Niedźwiedziej Góry). W warstwie 1, w środkowej części korytarza na głębokości około 15 cm od powierzchni, znajdowano także ułamki ceramiki neolitycznej i pojedyncze wyroby krzemienne. Natomiast blisko powierzchni, a także w górnej części warstwy 1 przed jaskinią spotyka się ułamki ceramiki średniowiecznej i nowożytnej.

W obrębie całej warstwy 1 często są znajdowane kości zwierzęce w różnym stanie zachowania. Obok kości świeżo spotyka się pokruszone i nadwietrzałe, a także fragmenty zabarwione na kolor brunatny lub szary.

### *Jaskinia Koziarnia*

#### *Uwagi ogólne*

Jaskinia Koziarnia znajduje się we wschodnim zboczu wąwozu o tej samej nazwie, uchodzącym do Doliny Saspowskiej (fig. 1). Otwór jaskini usytuowany jest 12 m nad dnem wąwozu, 365 m n.p.m. (pl. I, fig. 2). Jaskinia składa się z przestronnej sali przytworowej, przechodzącej w korytarz, który w głębi rozszerza się w drugą salkę (fig. 3 i 4).

Zachowana część osadów Koziarni została zbadana w czasie archeologicznych prac wykopaliskowych, prowadzonych w latach 1958—1962. Szczegółowe materiały dotyczące osadów jaskini Koziarni zostały opublikowane w osobnej pracy monograficznej (Chmielewski et al. 1967), dlatego tu zostanie podany jedynie skrócony opis jej osadów.

#### *Skrócony opis osadów*

Profil osadów w pobliżu wejścia (wykopy I i VIII) jest znacznie mniej zróżnicowany niż w głębszych częściach jaskini (fig. 5). Pod warstwą humusową (1a, b) leży tu less splukany ze skałki nad jaskinią (1c, d). Niżej gruz wapienny z lessem (2) przykrywa warstwę gruzu ostrokrawędzistego z dużą ilością kości gryzoni (11). Od dna skalnego jest on oddzielony jeszcze jedną warstwą gruzu wapiennego (12).

W wykopach usytuowanych w głębi jaskini profil osadów jest następujący (fig. 5 i 6):

**Warstwa 21** — seria osadów pyłowo-piaskowych z małą ilością drobnego żwiru kwarcowego i żłtu (pl. VII, fig. 1). Jest to warstwowany osad wodny, jałowy pod względem archeologicznym i paleontologicznym. Wypełnia on rynną denną o ścianach nadwietrzalnych chemicznie i pokrytych skorupą związków żelaza w części dolnej. Powyżej górnej krawędzi rynny dennej jaskinia rozszerza się, ściany jej są splekane i nie zwietrzałe chemicznie, a osady składają się z gliny i gruzu wapiennego.

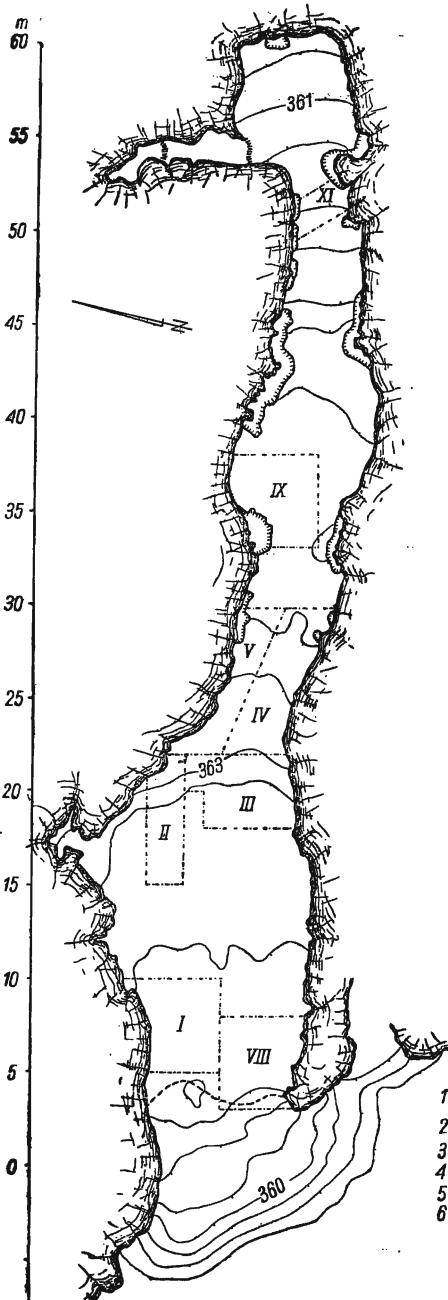


Fig. 3

## Plan jaskini Koziarni

1 ściany skalne, 2 płyty skorupy naciekowej zachowane przy ścianach jaskini, 3 progi skalne, 4 poziomice w m n.p.m., 5 linia okapu jaskini, 6 granice i numery wykopów. Skala z boku oznacza odległości od otworu jaskini

## Sketch map of Koziarnia cave

1 cave walls, 2 preserved fragments of stalagmite crust, 3 rock scarps, 4 contours in m a.s.l., 5 drip-line, 6 trenches. The distance from the drip-line is marked by the scale at side

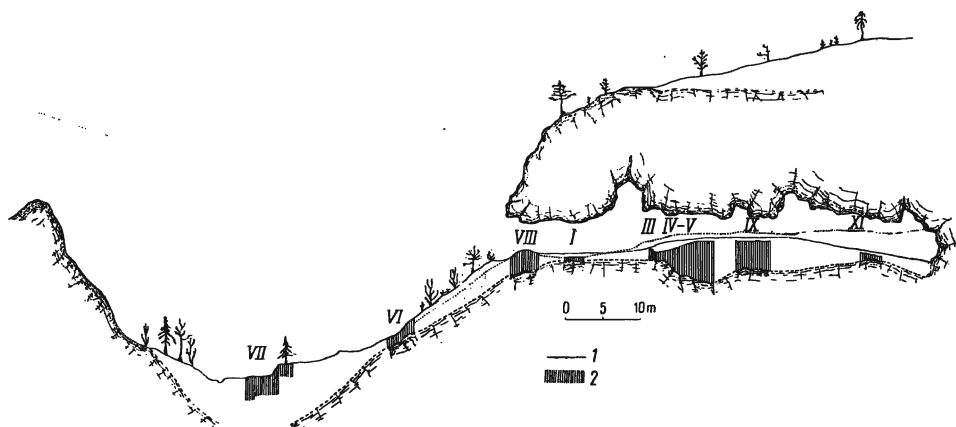


Fig. 4

## Przekrój przez jaskinię Koziarnię i dolinę Koziańnię

1 odtworzony, pierwotny strop osadów przed zniszczeniem, 2 nienaruszona część osadów zbadana podczas prac w latach 1958—1962

## Section through Koziarnia cave and Koziarnia ravine

1 original top of the sediments (reconstructed), 2 intact part of sediments, systematically examined in the years 1958—1962

*Warstwa 20* — brązowa glina z ostrakrawędzistym gruzem, nadwietrzalym chemicznie. Warstwa ta występuje tylko w środkowej części korytarza jaskini.

*Warstwa 19* — brązowa glina z niewielką ilością zwietrzałego chemicznie gruzu.

*Warstwa 18* — brązowa glina z większą ilością mniej zwietrzałego gruzu wapiennego.

Opisane warstwy wzięły udział w osiadaniu widocznym w postaci nieckowatego zakłębnięcia w środkowej części jaskini (pl. VI, fig. 2).

*Warstwa 17* — brązowa glina z nadwietrzalym, zaokrąglonym gruzem wapiennym. Warstwa ta przykrywa nierówności w stropowej powierzchni warstwy 18.

*Warstwa 16* — jasnożółta glina z niezwiertzalym, ogładzonym gruzem wapiennym niewielkich rozmiarów. Kulturowa warstwa 16b rozdziela ją na dwie części, 16a i 16c. Drewno węgielków w warstwie 16b zostało oznaczone jako *Picea* vel *Larix* (oznaczenie dr M. Reymanówny).

*Warstwa 15* — jasnożółta glina z dużym gruzem wapiennym.

*Warstwa 14* — czerwona glina ilasta.

*Warstwa 13* — czarna warstwa kulturowa z węgielkami *Picea* (vel *Larix*) i *Pinus cembra*.

*Warstwa 12* — szarobrązowa glina z gruzem ogładzonym i ostrakrawędzistym.

*Warstwa 11* — nie zwietrzały chemicznie, ostrakrawędzisty gruz. Miąższość tej warstwy jest bardzo zmienna.

*Warstwa 10* — szara glina z gruzem i czarnymi pakietami o dużej zawartości okruchów i pyłu węgla drzewnego (*Pinus silvestris*).

*Warstwa 9* jest bardzo podobna do warstwy 16, a *warstwa 8* do 14. *Warstwa 7* jest pozostałością warstwy kulturowej.

*Warstwy 6—2* zachowały się jedynie w małym fragmencie pod naciekiem (1s) w wykopie IX. Składają się one z gruzu ostrakrawędzistego, a różnią się między sobą ilością i zabarwieniem materiału wiążącego.



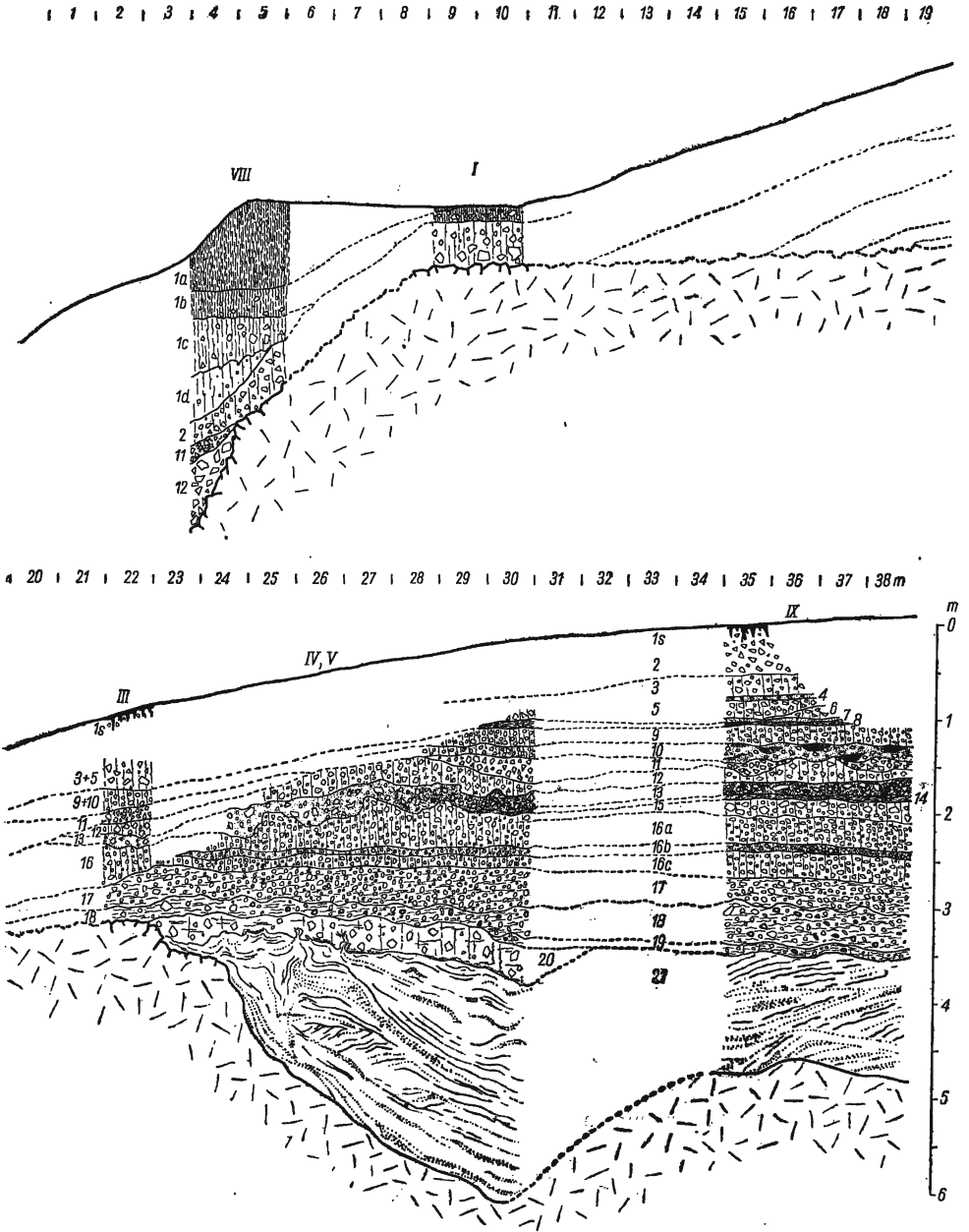


Fig. 5

Schematyczny przekrój podłużny osadów jaskini Koziarnia

Opis przekroju w tekście

Longitudinal section through the sediments of the Koziarnia cave

*Schronisko Wylotne**Położenie i opis schroniska*

Schronisko Wylotne leży w północnym, czyli orograficznie lewym zboczu Doliny Sąspowskiej (fig. 1). Jest wypreparowane w grzbiecieniu skalnym, kilkadziesiąt

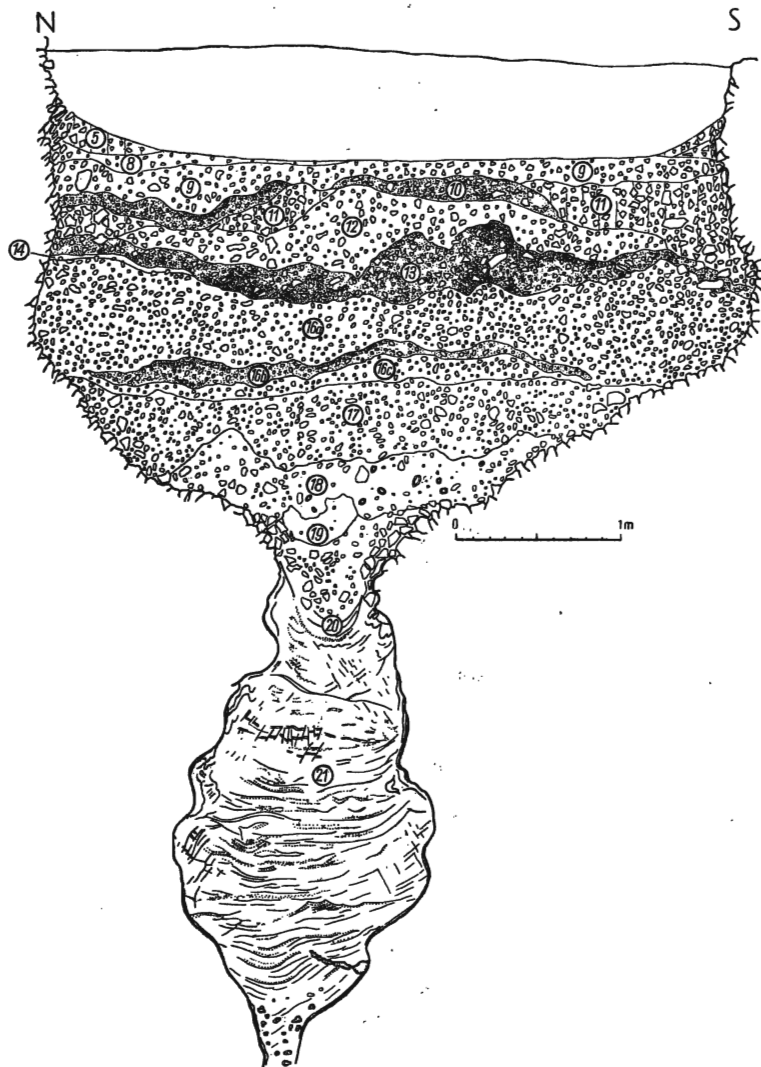


Fig. 6

Przekrój poprzeczny osadów jaskini Koziarni, usytuowany w odległości 30 m od otworu jaskini

Szczegółowe objaśnienia w tekście

Sediments of Koziarnia cave — cross section situated 30 m from the entrance

metrów na zachód od ujścia wąwozu Jamki (pl. II, fig. 1). Powierzchnia osadów leży 32 m powyżej tarasu akumulacyjnego Sąspówki tworzącego obecnie dno doliny (367 m n.p.m.). Schronisko jest przelotowe, posiada dwa duże otwory (fig. 7; pl. III, fig. 1), z których jeden — pd.-wschodni wychodzi na stromy stok doliny, równoległe do spadku, a drugi — zachodni usytuowany jest pod ostrym kątem do spadku. Pod oboma otworami istnieją wyraźne wały osypiskowe. Pod otworem pd.-wschodnim wał ma wysokość 1,5 m, pod drugim jest niższy. Wały składają się z rumoszu wapiennego i bloków o długości do 2 m oraz z materiału lessowego i próchnicy. Schronisko Wylotne składa się z wysoko sklepionej dużej komory i ślepego korytarka o łącznej powierzchni 95 m<sup>2</sup>.

Badania wykopaliskowe w Schronisku Wylotnym rozpoczęto w 1962 roku, a w latach 1963—1965 przeprowadzono systematyczne badania szeregiem wykopów obejmujących dużą część schroniska (fig. 7). W czasie tych badań zebrano bogatą kolekcję zabytków należących do trzech środkowopaleolitycznych zespołów cyklu kulturowego prądnicko-mikockiego.

### Opis osadów

W osadach Schroniska Wylotnego zaznacza się dwudzielność analogiczna do tej która istnieje w poprzednio opisanych jaskiniach Nietoperzowej i Koziarni (fig. 8 i tabl. IB). Chociaż morfologiczne wyodrębnienie się rynny dennej jest tu znacznie słabsze, to różny stan zachowania ścian i podział na dwa typy osadów jest wyraźny. Główną cechą odróżniającą osady schroniska od osadów jaskiń jest ich zubożenie pod względem miąższości i ilości możliwych do wyróżnienia warstw, a także znaczne zniekształcenia w pierwotnym ich układzie, prowadzące niekiedy do całkowitego usunięcia warstwy. Sytuacja ta powoduje powstanie wielu komplikacji przy odtwarzaniu przebiegu sedymentacji.

Seria dolna (pl. VII, fig. 2), wydzielona jako *warstwa 8* jest jałowa pod względem archeologicznym i paleontologicznym. Składa się głównie z mułów z przewarstwieniami i soczewkami grubo- i średnioziarnistego piasku. W części górnej domieszki materiału grubszego maleją i warstwowanie jest mniej wyraźne.

*Warstwa 7* — ciemnobrązowa glina, występuje w postaci porozrywanych pakietów, a tylko w niewielu miejscach, głównie w obrębie wykopów II i III, ciągnie się kilkucentymetrową warstewką. Niezbyt licznie występuje w niej gruz wapienny o ogładzonych krawędziach, nadwietrzały chemicznie. Pojedyncze okruchy wapienne, oblepione 2—3-milimetrową otoczką brązowej gliny, wiążącej się genetycznie z warstwą 7, tkwią w stropowej części warstwy 8. Na granicy obu warstw znajdowano dość liczne zabytki archeologiczne. Gruz, który obecnie wchodzi w obręb warstwy 7, pochodzi przynajmniej częściowo z warstw młodszych. Spotyka się tu zniszczone fragmenty kości zwierzęcych.

*Warstwa 6* leży na opisanej wyżej brązowej glinie, a w miejscach, gdzie jej brak, wprost na jałowej serii mułowej. Jest to szarobrązowa glina pylasta z gruzem o ogładzonych krawędziach, rozmiarów od kilku do 10 cm średnicy. W wykopach VII i IV wyraźnie podściela ona warstwę 5, a w innych często jest porozrywana i zmieszana z sąsiednimi warstwami. W wykopie VIII warstwa 6 zawiera duże bloki wapienne, ostrokrawędziste. Niewielką domieszkę stanowią pokruszone i zniszczone fragmenty kości zwierzęcych, dość obficie występują zabytki.

*Warstwa 5* jest warstwą kulturową, bardzo bogatą w wyroby krzemienne. Składa się z gruzu wapiennego przeciętnie o średnicy 2—5 cm, lekko nadwietrzałego i ogładzonego, związanego czarną gliną pylastą. Nie stanowi ona ciągłego poziomu,

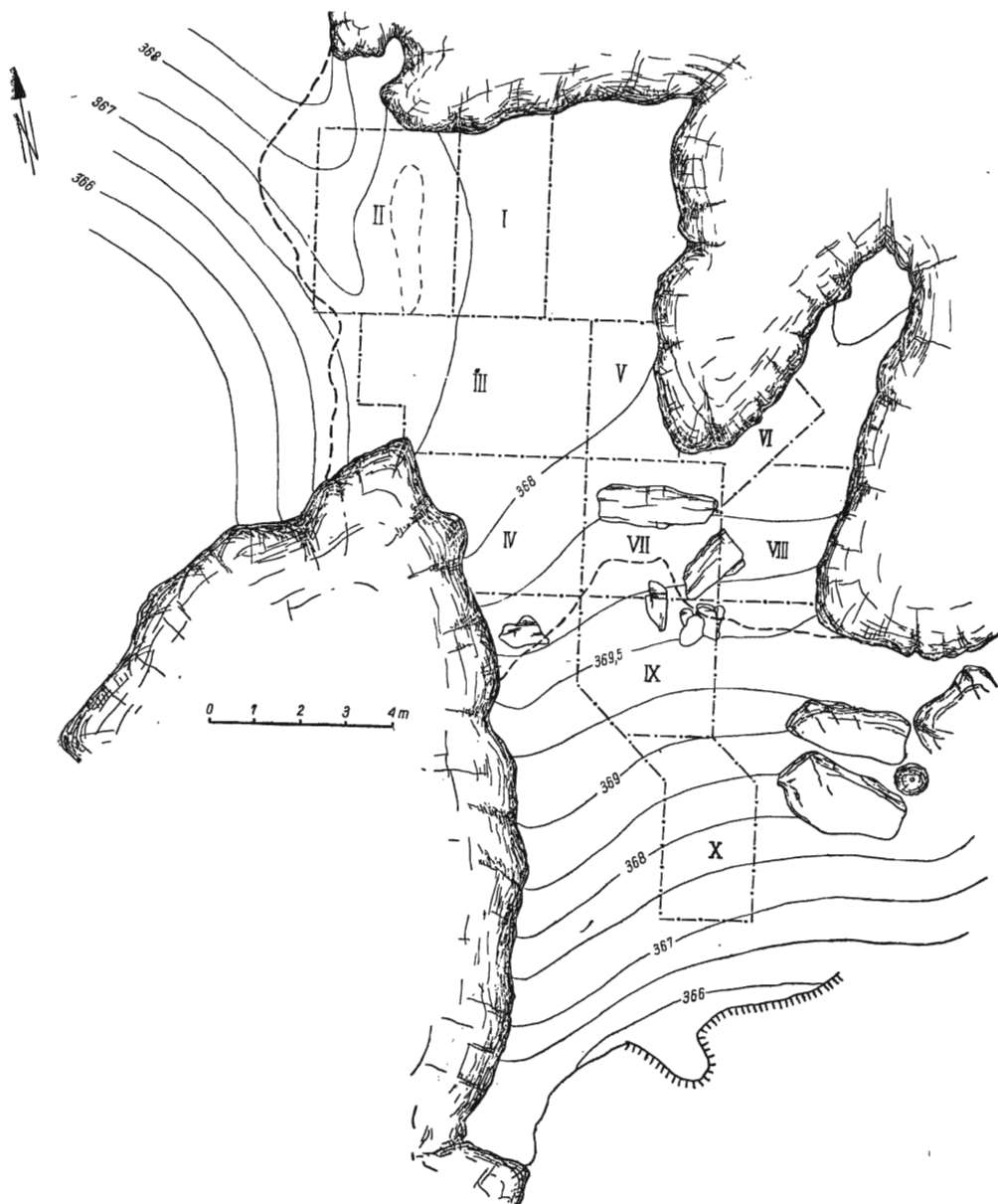


Fig. 7

Plan Schroniska Wylotnego

Objaśnienia jak na fig. 3

Sketch map of Wylotne rock-shelter

For legend see fig. 3

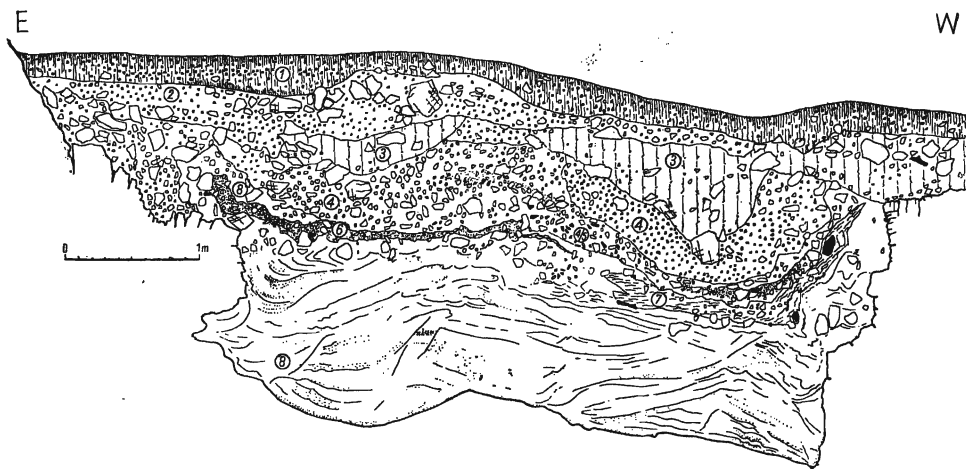


Fig. 8

Przekrój poprzeczny osadów Schroniska Wylotnego. Przekrój obejmuje ściany północne wykopów III i V (por. fig. 7)

Szczegółowe objaśnienia w tekście

Cross section through the sediments of Wylotne rock-shelter. This section is composed of the northern walls of trenches III and V — see fig. 7.

Explanations in the text

ale często tkwi pakietami w obrębie warstw sąsiednich. W wielu miejscach trudno ją oddzielić od warstwy 6. Często wyznacza jej zasięg duże nagromadzenie zabytków krzemiennych, które w miejscach zniekształceń pierwotnego układu warstw sterczą pionowo. W warstwie 5 nie stwierdzono obecności węgla drzewnych, natomiast dość często są okruchy spalonych kości. Prawdopodobnie właśnie pył spalonych kości zabarwił glinę na szary kolor. Na powierzchni warstwy 5 często występują rozwleczone drobne okruchy ciosu mamuta.

Seria osadów, leżąca nad warstwą 5, odznacza się ostrokrawędzistością gruzu i lessowym charakterem materiału wiążącego.

Warstwa 4 występuje na całym obszarze schroniska, jednak jest znacznie zróżnicowana (pl. IV, fig. 1). Ogólnie, w środkowej części schroniska składa się ona głównie z gruzu ostrokrawędzistego o małych rozmiarach (ok. 2 cm średnicy), który przechodzi w gruz grubszy w pobliżu ścian jaskini. Wyróżniono następujące odmiany warstwy 4: 4a — gruz drobny z lessem żółtobrazowym, 4b — less, zawierający bardzo mało gruzu, występujący w postaci soczewki, 4c — gruz średni i gruby z lessem żółtobrazowym, 4d — gruz lekko oglądony z luźnym lessem, stanowiący dużą część pełniska bocznego korytarzyka.

Wszystkie odmiany warstwy 4 z wyjątkiem 4d zawierają dużo wytrąceń węgla wapnia, które cementują częściowo materiał lessowy i oblepiają okruchy skalne. Wyroby krzemienne, znajdujące w pobliżu spągu warstwy 4, często są spiekane termicznie i prawdopodobnie pochodzą z warstwy 5.

Warstwa 3 jest to jasnożółty lub żółtobrazowy less z bardzo małą domieszką gruzu wapiennego. Najlepiej jest ona wykształcona w wykopach II i IX. Występuje

w postaci soczew i wypełnia kieszeniowate zagłębienia w osadach starszych. W wykopie IX warstwa czystego lessu przedzielona jest na dwie części soczewką zawierającą dość znaczną ilość ostrokrawędzistego gruzu wapiennego. Warstwa 3 jest bardzo uboga archeologicznie, znaleziono w niej zaledwie kilka niewyraźnych typologicznie wyrobów górnopaleolitycznych i strzęp szarej warstwy kulturowej w wykopie I.

Warstwa 2 składa się z drobnego gruzu wapiennego (1—3 cm średnicy) ostrokrawędzistego, o powierzchni nadwietrzalej, a miejscami także z niewielkiej ilości gruzu większych rozmiarów. Pylasty materiał występuje w niewielkiej, ale zmiennej ilości i ma barwę jasnożółtą lub jasnobrązową. Warstwa 2 leży prawie poziomo na wyrównanej powierzchni zaburzonych osadów starszych. Granica między warstwą 2 i 1 nie wszędzie jest wyraźna.

Warstwa 1, to czarna lub szara próchnica z gruzem wapiennym różnych rozmiarów. Ilość gruzu i wielkość okruchów zmienia się w zależności od położenia w jaskini. W pobliżu południowego otworu, częściowo na powierzchni osadów, a częściowo zagłębione w próchnicy leżą głazy wapienne dużych rozmiarów, do 2 m długości. Miąższość próchnicy w części środkowej schroniska jest niewielka, wynosi zaledwie 10 cm, natomiast staje się znacznie większa pod ścianami skalnymi, osiągając miejscami nawet 50 cm. W północnej części schroniska warstwa 1 rozdziela się na kilka nieregularnych poziomów, różniących się między sobą ilością i wielkością gruzu oraz zabarwieniem materiału wiążącego. Cała warstwa 1 zawiera dość liczne, w różnym stanie zachowania kości zwierzęce, głównie ptasie, a także, często w skupieniach, węgielki drzewne. W wykopie III, w najniższej części warstwy 1 znajdowane były zabytki neolityczne, a wyżej ceramika średniowieczna i nowożytna.

Jak już wspomniano, układ warstw w Schronisku Wylotnym jest bardzo urozmaicony i zniekształcony. Powoduje to dużą zmienność miąższości poszczególnych warstw, a nawet częściowo ich zniszczenie. Warstwa 8 w wielu miejscach, szczególnie przy ścianach skalnych została wyciśnięta do około 1 m w górę, w obręb młodszych warstw, gdzie tworzy pakiety leżące w przybliżeniu poziomo i pionowe słupy koło ścian (fig. 8 i tabl. IB). Warstwy 5, 6 i 7, a częściowo także dolna część warstwy 4 są silnie przemieszane i ich stropowa powierzchnia jest bardzo nierówna. Na przekrojach poziomych rysuje się to w postaci wydłużonych smug ciemniejszego materiału gliniastego (warstwy 5 i 6) w obrębie jasnej, gruzowo-lessowej warstwy 4 (pl. IV, fig. 2). Smugi te ciągną się w strony otworów schroniska.

W pobliżu środkowej części schroniska wyraźnie rysują się duże zagłębienia (fig. 8) w stropowej powierzchni warstwy 4. Są one wypełnione prawie bezgruzowym materiałem lessowym, czyli warstwą 3. Dopiero warstwa 2 przykrywa ten skomplikowany układ w przybliżeniu wyrównanym poziomem.

## PROCESY SEDYMENTACYJNE W JASKINIACH WYŻYNY KRAKOWSKIEJ

### *Jaskinie na początku sedymentacji serii gruzowo-gliniastej*

W jaskiniach Wyżyny Krakowskiej seria osadów gliniasto-gruzowych leży z reguły na osadach wodnych, wypełniających rynny denne. Seria osadów wodnych nie jest przedmiotem niniejszego opracowania. Osady wypełniające rynny denne z reguły są ugięte w środkowej części, podobnie jak to ma miejsce w kieszeniach krasowych (fig. 6 i pl. VI, fig. 2). Przyczyną tego ugięcia jest kompaktacja.

Po osadzeniu się serii wodnej, jaskinie ulegały osuszeniu. Na podstawie obecnego kształtu jaskini, form widocznych w przekrojach pionowych oraz charakteru powierzchni ścian można pokusić się o odtworzenie ówczesnej ich wielkości i wyglądu, w części bliskiej otworowi.

Bezpośrednio nad górną powierzchnią serii osadów warstwowych w wielu miejscach zaznacza się wyraźne rozszerzenie jaskini (fig. 9), przy czym powstają „nisze zakolowe”, zagłębiające się w ściany na przemian z jednej i drugiej strony korytarza. Formy takie opisane zostały z szeregu jaskiń przez R. Gradzińskiego (1962). Ściany skalne meandrów w miejscach, gdzie nie uległy późniejszemu zniszczeniu, są podobne do ścian rynien dennych. Są one ogładzone, nadwietrzałe chemicznie i często pokryte cienką warstwą gliny rezydualnej.

Wielkość jaskini (wolna przestrzeń między powierzchnią osadu a stropem i ścianami), w momencie gdy uległa ona osuszeniu, można z grubsza oszacować na wybranym przekroju w następujący sposób. Serią osadów gruzowo-gliniastych zawiera gruz wapienny pochodzący z kruszenia stropu i ścian jaskini. Ponieważ gruz właściwie pozostał w tym samym przekroju, tylko zmienił swoje położenie, więc zmniejszenie przekroju jaskini wywołane nagromadzeniem gruzu na dnie jest równoważone powiększeniem tego przekroju na skutek odpadnięcia gruzu ze stropu i ścian. Wobec tego przekrój sprzed osadzenia serii gruzowo-gliniastej był większy od obecnego przekroju o część powierzchni przekroju serii gruzowo-gliniastej zajętej obecnie przez glinę. Na podstawie analizy granulometrycznej próbek serii gruzowo-gliniastej można określić procent wagowy gliny w tej serii, który można w przybliżeniu uznać za miarodajny dla oszacowania procentu powierzchni pola serii gruzowo-gliniastej zajętego przez glinę. Otrzymany w ten sposób procent gliny jest jednak zaniżony z powodu większej różnicy ciężaru właściwego i objętościowego gliny niż różnica ciężaru właściwego i ciężaru objętościowego wapienia. Błąd przy tym powstały jest prawdopodobnie z nadwyżką równoważony przez ilość wapienia, który uległ rozpuszczeniu podczas wietrzenia chemicznego ścian jaskini i gruzu. Tak otrzymany procentowy udział gliny w serii gruzowo-gliniastej, przeliczony następnie w procentach powierzchni obecnego przekroju jaskini, wskazuje o ile mniej więcej zmniejszyła się wielkość jaskini w wyniku osadzenia serii gruzowo-gliniastej.

Wyczenia takie wykonano w trzech przekrojach poprzecznych Jaskini Nieto-perzowej (fig. 9), znajdujących się w odległości 2, 7 i 12 m od otworu. W przekroju usytuowanym 2 m od otworu okazało się, że jaskinia przed rozpoczęciem osadzania serii gruzowo-gliniastej była o około 75% większa niż obecnie, w przekroju 7 m od otworu — 70%, a w przekroju 12 m od otworu — 40%. Z liczb tych wynika pośrednio szybsze tempo sedymentacji w części przyotworowej jaskini w porównaniu z głębszą jej częścią.

Ściany skalne jaskini w momencie rozpoczęcia sedymentacji serii gruzowo-gliniastej różniły się od obecnych tym, że były bardziej wygładzone, podobne do obecnych ścian w głęboko położonych częściach jaskini, gdzie jeszcze dziś obserwować można dobrze zachowane formy wadzone a także freatyczne. Formy takie w pobliżu otworu nie mogły się dobrze zachować ze względu na długotrwałą dezintegrację mrozową skały.

Osuszenie jaskiń zmieniło w nich zasadniczo środowisko sedyment-

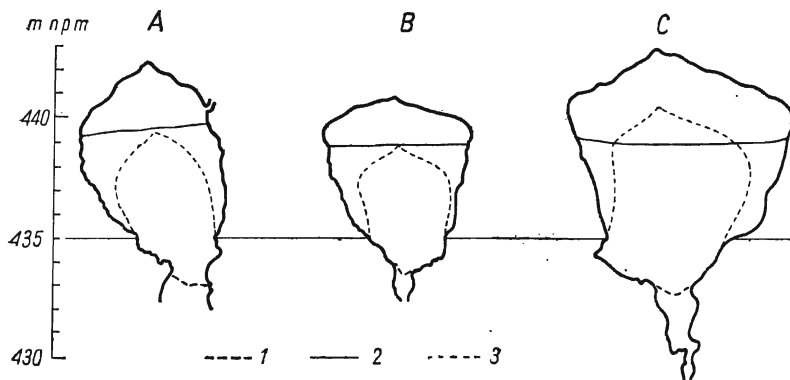


Fig. 9

### Przekroje poprzeczne Jaskini Nietoperzowej

Usytuowanie przekrojów w odległości od otworu jaskini: A przekrój w odległości 2 m, B przekrój w odległości 7 m, C przekrój w odległości 12 m. 1 spąg osadów gruzowo-gliniastych, 2 strop osadów gruzowo-gliniastych, 3 rekonstruowany kształt jaskini przed sedymentacją serii gruzowo-gliniastej

### Cross sections through Nietoperzowa cave

Cross sections A, B, C at a distance from the entrance of: 2 m, 7 m and 12 m respectively. 1 bottom surface of the sediments composed of limestone debris and loam, 2 top surface of these sediments, 3 reconstructed shape of cave prior to the sedimentation of the layers composed of debris and loam

tacji. Nastąpiło to w różnych jaskiniach w różnym czasie. Na przykład w Jaskini Nietoperzowej w schyłkowym okresie zlodowacenia środkowopolskiego, a w jaskini Koziarni i w Schronisku Wylotnym dopiero w ostatnich interglacjale.

### Warunki sedymentacji serii gruzowo-gliniastej

W poszczególnych jaskiniach procesy sedymentacyjne przebiegały zasadniczo podobnie, ale z pewnymi różnicami. Wiele zależy od wielkości, kształtu i położenia jaskini. Spośród zbadanych stanowisk jaskinie Nietoperzowa i Koziarnia mają wiele cech wspólnych, natomiast znacznie różni się od nich Schronisko Wylotne.

Jaskinie Nietoperzowa i Koziarnia mają poziomo rozwinięte korytarze i jeden otwór, co zasadniczo wpływa na ich mikroklimat. Obie te jaskinie należą do typu jaskiń statycznych, które charakteryzuje brak przewiewu, regularne w cyklu rocznym, niewielkie wahania temperatury ograniczone do strefy przyotworowej i znaczna wilgotność.



Według W. Starzeckiego (1959) w Jaskini Nietoperzowej amplituda roczna temperatury maleje w miarę posuwania się w głąb od 13,6°C, w odległości 23 m od otworu, do 1,6°C w odległości 135 m. Cirkulacja powietrza zmienia się zależnie od sezonu. W lecie górną częścią powietrze ciepłe wiewane jest do środka, a dołem uchodzi powietrze zimne. Zimą układ kierunkowy zmienia się. Ciepłe powietrze w zimie, zatrzymując się w zagłębieniach stropu skalnego, często nie dopuszcza do zamarzania tam sączącej się szczelinami wody. Woda ta zamarza dopiero po skapaniu na dno w postaci tzw. „chłopców lodowych” (pl. III, fig. 2).

Wilgotność w jaskiniach jest z reguły większa niż na powierzchni, często bliska nasycenia. Woda kapiąca niekiedy bardzo obficie ze stropu jaskini wpływa znacznie na zmiany wilgotności osadów, natomiast nie ma prawie wpływu na wilgotność powietrza, gdyż w jaskiniach statycznych prawie nie ma parowania (Starzecki 1959).

Jak widać, mikroklimat jaskiń statycznych jest znacznie złagodzony w stosunku do klimatu zewnętrznego, co ma duże znaczenie w kształtowaniu procesów sedymentacyjnych. Dopiero zmiany długookresowe, wielosezonowe mogą wyraźnie wpłynąć na warunki panujące w jaskini. Jednocześnie osady jaskiń nie są narażone na działanie takich czynników, jak gwałtowne opady i rozmycia, które mogłyby je zniszczyć.

W jaskiniach istnieją więc większe niż na powierzchni szanse zachowania się niezmiennego profilu osadów.

Obecnie w jaskiniach Jury Krakowskiej sedymentacja jest bardzo powolna. W kilku miejscach można zauważyć wytrącanie się nacieków, a w pobliżu otworu wiosną odłamuje się ze stropu kilka czy kilkanaście okruchów skalnych. Materiał drobny (głównie szarobrazowa, gliniasta próchnica) jest wnoszony przez wodę przesączającą się szczelinami w stropie w bardzo małej ilości. Niewielką ilość różnych materiałów wnoszą też ludzie odwiedzający jaskinię. Miejscami gromadzą się także liście nawiane do jaskini przez wiatr. W odmiennych niż dzisiejsze warunkach klimatycznych sedymentacja zachodziła nieco inaczej.

Na podstawie nielicznych danych o współczesnej sedymentacji w jaskiniach różnych stref klimatycznych oraz rozważań teoretycznych, opartych na rozpatrywaniu profilów, można spróbować odtworzyć przebieg sedymentacji w różnych okresach klimatycznych.

Głównymi składnikami osadów jaskiń suchych są gruz wapienny i tzw. glina jaskiniowa, występujące w zmiennych względem siebie proporcjach.

*Gruz wapienny* pochodzi, jak już wielokrotnie wspomniano, z kruszenia skały macierzystej, tworzącej strop i ściany jaskini. Ulegał on bardzo niewielkiemu przemieszczaniu, ograniczającemu się w większości przypadków do spadnięcia na powierzchnię osadu. Wielkość okruchów wapiennych jest bardzo zmienna. W przyotworowych częściach jaskiń często

spotyka się duże bloki o średnicy dochodzącej do 2—3 m. W częściach głębszych, w niektórych warstwach, bloki dochodzą do 20—30 cm średnicy. Najwięcej jest gruzu o średnicach 2—8 cm, ale są też takie warstwy, np. warstwa 8 w Jaskini Nietoperzowej, które zawierają tak drobny gruz, że można go nazwać piaskiem wapiennym (1—3 mm średnicy).

Główną przyczyną oddzielania się odłamków od skały jest dezintegracja mrozowa. Woda wypełniająca szczeliny zamarzając powoduje kruszenie się skały. Wielkość oddzielonych okruchów zależy głównie od gęstości szczelin w skale i nasilenia wahań temperatury. Oprócz mrozu pewną rolę w powstawaniu gruzu odgrywa także rozpuszczające działanie wody. Mimo to, że geneza gruzu jest właściwie w przypadku wszystkich warstw taka sama, istnieje duże zróżnicowanie morfologiczne okruchów. Jest ono wynikiem działania różnych czynników na ściany skalne przed oderwaniem się okruchów, a przede wszystkim na gruz znajdujący się na powierzchni lub w obrębie osadu.

Gruz ostrokrawędzisty, świeży, nie zwietrzały chemicznie gromadzi się w okresach największego nasilenia procesu dezintegracji mrozowej. Zachodzi ona w czasie panowania klimatu zimnego, peryglacialnego, przy czym największe sypanie się gruzu ze ścian przypada na okresy sezonowego topnienia lodu. Tempo akumulacji gruzu jest największe w okresach często powtarzającego się zamarzania i rozmarzania. Okruchy szybko przysypywane przez coraz to nowe porcje gruzu mają szanse zachowania swej ostrokrawędzistej postaci (przykładem tu może być warstwa 9 w Jaskini Nietoperzowej lub 11 w Koziarni).

W okresach ciepłych, gdy procesy mrozowe nie mają tak dużego znaczenia, kształt gruzu ulega zmianom pod wpływem wody opadowej przesączającej się szczelinami w stropie jaskini. Podczas obfitych opadów kapanie w jaskini jest tak intensywne, że powoduje ogładzanie okruchów, które jest prawdopodobnie wynikiem jednoczesnego działania chemicznego i mechanicznego wody. Obecnie w jaskiniach obserwować można w miejscach, gdzie kapanie jest obfite, że na powierzchni osadów powstają małe zagłębienia („dołki wykawkowe”), w których kilka okruchów wapiennych porusza się i ociera o siebie pod wpływem uderzeń spadających kropeł.

Woda z opadów atmosferycznych, zanim dostanie się do jaskini wzbogaca się w różne substancje. Oprócz tego, że porywa ona z powierzchni drobne cząstki mineralne i organiczne, które transportuje do jaskini, to jednocześnie ulega zakwaszeniu, wzbogacając się w  $\text{CO}_2$  i kwasy humusowe w poziomie próchnicznym gleby rozwiniętej na powierzchni. Zakwaszona woda działa rozpuszczająco na skałę poszerzając szczeliny, którymi się przesącza, unosząc z sobą rozpuszczony węglan wapnia i nierozpuszczalne domieszki wapienia. Woda po przesączeniu się przez szczeliny może zachować jeszcze odczyn kwaśny, może także ulec powtórnemu zakwaszeniu pod wpływem bakterii (Caumartin & Renault

1958) i glonów żyjących w jaskini<sup>4</sup>. Taka zakwaszona woda powoduje chemiczne wietrzenie gruzu wapiennego. Powierzchnia okruchów staje się miękka, mączysta, podobna do kredy. Miarą stopnia zwietrzenia może być porowatość ich powierzchni. Intensywność wietrzenia chemicznego wzrasta w okresach cieplejszych.

Inną formą zwietrzenia chemicznego gruzu jest powstawanie na jego powierzchni jamkowatych zagłębień korozyjnych o średnicy 0,2—2 mm (pl. VIII, fig. 1). Mechanizm ich powstawania i przyczyny dla jakich gruz staje się porowaty, albo pokryty jamkowatymi zagłębieniami, nie są jeszcze ostatecznie wyjaśnione. Można stwierdzić jednak, że bardzo podobne jamki do znajdujących wewnątrz jaskini rozwijają się na ścianach skalnych w pobliżu otworu (np. w Jaskini Nietoperzowej), gdy ściany te są porośnięte mchami. Przypuszczalnie ich powstanie wiąże się więc z silniejszym „punktowym” zakwaszeniem. Niektóre okruchy znajdujące się w osadzie pokryte są jamkami tylko na jednej, zwykle górnej powierzchni.

Podobne formy, ale o większych rozmiarach (3—6 i więcej milimetrów średnicy), tworzą się na ścianach wewnątrz jaskini. W osadzie z kolei spotyka się w niektórych warstwach okruchy, które mają jedną powierzchnię pokrytą takimi zagłębieniami, a drugą bardziej świeżą, będącą śladem miejsca odłamania od skały. Takie formy, a także inne, które zamiast jamek mają mączystą jedną powierzchnię, wydzielone są przy zestawieniach morfologii gruzu w klasę „różnopoверхниowych”.

W okresach zimnych, sięgające w głąb jaskini zjawisko powtarzającego się zamarzania i rozmarzania przypowierzchniowej części osadów wpływać może także na zmiany kształtu okruchów wapiennych. Szczególnie w przypadku dużej wilgotności, rosnące kryształy lodu gruntowego unoszą i poruszają okruchy, powodując mechaniczne niszczenie krawędzi na skutek ich wzajemnego ocierania się o siebie. Poruszanie przypowierzchniowej części osadów w jaskiniach przez kryształki lodu można obserwować obecnie w zimie. Formy takiego niszczenia krawędzi okruchów wapiennych są słabo widoczne i trudne do określenia ze względu na stosunkowo niewielką twardość tej skały. Natomiast okruchy, a także narzędzia krzemienne ze względu na swą twardość i kruchość są lepszym materiałem dla obserwacji. Na krawędziach odłamków krzemieni można zaobserwować ślady kruszenia (Chmielewski 1968). Te jakby ślady odbicia przypominają retusz stosowany przy wyrobieniu narzędzi krzemiennych przez człowieka paleolitycznego, ale są znacznie bardziej strome w stosunku do powierzchni okrucha. Wiele okruchów krzemiennych o tak zniszczonych krawędziach występuje na przykład na granicy warstw 5 i 6 w Jaskini Nietoperzowej, prawie wszędzie w Schronisku Wylotnym i w innych miejscach.

<sup>4</sup> Obecność sinic na powierzchni osadów w jaskini Koziarni stwierdziła mgr G. Tomaszewicz (informacja ustna).

Innym przejawem regulacji sięgającej w głąb jaskini jest dalsze rozdrabnianie mrozowe okruchów wapiennych znajdujących się już w osadzie. Czasem można je stwierdzić w przypadku dużych bloków spękanych w osadzie w ten sposób, że poszczególne części przylegają do siebie, a w momencie poruszenia oddzielają się (np. warstwa 8 w Jaskini Nietoperzowej). W przypadku małych okruchów trudno jest to stwierdzić, gdyż ulegały one łatwo poruszaniu, przesuwaniu i przewracaniu. Odłamki powstałe na skutek pęknięcia większego okrucha w osadzie, charakteryzujące się świeżą powierzchnią przełamu, wydzielono w badaniach morfologii gruzu jako „świeżo pęknięte”. Podobne popękanie większych brył krzemiennych obserwuje się w niektórych warstwach, na przykład w warstwie 4 Schroniska Wylotnego.

Drugim ważnym składnikiem pełniska jest tzw. *glina jaskiniowa*. W dużej części składa się ona z materiału allochtonicznego względem jaskini. Głównym czynnikiem transportującym jest przedostająca się szczelinami woda opadowa. Przesączać się przez osady, przykrywające skałę macierzystą jaskini, porywa ona drobne cząstki mineralne i organiczne, przenosząc je do jaskini. Skład gliny zależy więc w pierwszym rzędzie od utworów występujących na powierzchni terenu. Na obszarze Wyżyny Krakowskiej najbardziej rozpowszechnione na wierzchowinie są osady lessowe, a w mniejszym stopniu glina zwietrzelińowa. W konsekwencji głównym składnikiem gliny w jaskiniach jest pył. W okresach rozwijania się procesów glebowych na powierzchni, zwiększa się podaż substancji pochodzenia organicznego i rozpuszczanych w procesie glebowym związków żelaza. Znajdując zatem w pewnych warstwach większe niż gdzie indziej nagromadzenie substancji organicznych i związków żelaza można sądzić, że powstały one w okresie sprzyjającym rozwojowi procesu glebowego na powierzchni.

Oprócz materiału przyniesionego szczelinami przez wodę z powierzchni, w skład gliny jaskiniowej wchodzi także i inne składniki. W częściach przyotworowych materiał lessowy, a obecnie jesienią liście nawiewane są tutaj przez wiatr.

Wymienić tu należy jeszcze różne materiały przyniesione przez człowieka, jak np. liście, trawa, gałęzie, przekształcane później w substancje humusowe albo — po spaleniu — w węgiel drzewny<sup>5</sup>.

W osadach jaskiniowych prawie zawsze występują kości zwierzęce. Są to pozostałości zwierząt szukających w jaskini schronienia lub stano-

---

<sup>5</sup> Dłuższy pobyt człowieka w jaskini może się wyrazić miejscową zmianą mikroklimatu. Palenie ognisk przez dłuższy czas wpłynąć może na podwyższenie temperatury w jaskini, a lokalnie nawet na znaczne rozgrzanie ścian. Fakt wzrostu ilości gruzu ostrokrawędzistego w warstwach kulturowych (np. warstwa 6 w Jaskini Nietoperzowej i 10 w Koziańni), w stosunku do warstw sąsiednich, może być wynikiem termicznego pęknięcia okruchów.

wiących łup człowieka albo drapieżników. Na wielu stanowiskach istnieją poziomy przepelnione kośćmi, odpowiadające okresom zamieszkiwania jaskini przez zwierzęta. Za przykład posłużyć może warstwa 8 w Jaskini Nietoperzowej, z której podczas ostatnich prac wykopaliskowych wydobyto kilkaset kilogramów kości, głównie niedźwiedzi jaskiniowych. Rozkładające się kości zwierząt, a także ekskrementy są bogatym źródłem związków fosforowych. W Jaskini Nietoperzowej, w rozważanej warstwie 8, ilość  $P_2O_5$  oznaczona przez W. Chmielewskiego metodą kolorymetryczną wynosi 1,5%.

W warstwach bogatych w związki fosforu tworzą się skorupki mineralne, wytrącane na powierzchni okruchów wapiennych (pl. VIII, fig. 2). Powstawanie takich skorupki tłumaczy J. Schadler (in Abel & Kyrle 1931) reakcją fosforanów, uwalnianych z kości pod wpływem kwasów, z wapieniem. W warstwach 12 i 13 w Jaskini Nietoperzowej, a także 18 i 19 w Koziarni występują liczne okruchy wapienne ze skorupką na powierzchni, zbudowaną głównie z kollofanu. Wytrącanie fosforanów, w postaci różnych konkrecji także jest częste w dolnych częściach profilu osadów jaskiniowych.

Obecność niektórych gatunków zwierząt w jaskiniach zaznaczyć się może jeszcze w inny sposób. Można obserwować na przykład nory kopalne w osadzie (mora świstaka opisana w jaskini (Drachen), tzw. *szlify niedźwiedziowe* — miejsca, gdzie ściana skalna jest jakby wypolerowana przez czochrające się niedźwiedzie (Schadler in Abel & Kyrle 1931). Okruchy wapienne z takimi szlifami, powstałymi gdy okruch był jeszcze fragmentem ściany, znajdują się na przykład w warstwie 8 w Jaskini Nietoperzowej.

Niekiedy dość znaczną rolę w składzie osadów jaskini odgrywają różne formy wytrąceń węglanu wapnia. Występują one na przykład w postaci nadwietrzalnych całych stalagmitów przy ścianie na głębokości występowania warstwy 13 — interglacjalnej — w Jaskini Nietoperzowej. Mogą też być obecne w postaci pokruszonych nacieków, które dostały się do osadu podobnie jak gruz skalny. Ich obecność świadczy o istnieniu okresu sprzyjającego wytrącaniu się nacieków, poprzedzającego etap mechanicznego, mrozowego niszczenia ścian skalnych.

Bardzo często węglan wapnia wytrąca się w osadzie lub na jego powierzchni z wody kapiącej ze stropu lub sączącej się po ścianach. Na przykład w Schronisku Wylotnym niektóre, głównie przytworowe części warstwy 4 są silnie scementowane węglanem wapnia, a w warstwach 5 i 6 duża ilość zabytków krzemiennych jest oblepiona wapienną skorupką naciekową. Powszechnie występują w naszych jaskiniach skorupy naciekowe, będące najmłodszym ogniwem profilów. Ich postaci są bardzo rozmaite, są one zwężone lub syfkie. Stosunkowo duża różnorodność form naciekowych istnieje w Jaskini Nietoperzowej.

### *Zmiany składu pełniska w zależności od położenia w jaskini*

Opisany wyżej typ osadów jest charakterystyczny dla przyotworowej części jaskini. Inaczej wygląda pełnisko w głębi jaskini. W miarę oddalania się od otworu, udział gruzu wapiennego staje się coraz mniejszy. Jest to spowodowane zmniejszaniem się amplitudy wahań temperatur, aż do wyrównania do stałej temperatury w cyklu rocznym w głębi jaskini. Gruz osadzać się może głównie w strefie, w której wahania temperatury przechodzą przez punkt zamarzania wody. W miejscach, gdzie zaznaczają się już tylko wieloletnie wahania temperatury, kruszenie ścian i stropu zachodzi oczywiście znacznie słabiej. W najgłębszych częściach jaskiń osadza się tylko glina, a jedynie w pobliżu większych kominów gromadzić się może gruz. W głębokich częściach jaskiń często zachowane są na powierzchni osady ze stadium wadczego — warstwowane gliny i duże otoczaki wapienne.

W częściach położonych bliżej otworu stwierdzić można, że nie na całym obszarze skład danej warstwy jest taki sam. Wyraźnie jest to widoczne na przekrojach poprzecznych. W warstwach obfitujących w gruz, obserwuje się wzbogacenie w okruchy wapienne w pobliżu ścian skalnych w stosunku do części osiowej. Wy tłumaczyć ten fakt można łatwo samym pochodzeniem gruzu. W miejscach, gdzie ściany są pionowe lub prawie pionowe, na jednostkę powierzchni osadu przypada znacznie większa powierzchnia skały ulegającej kruszeniu. W osiowej części jaskini, gdzie strop jest w przybliżeniu poziomy, powierzchnia ta jest znacznie mniejsza. Oprócz tego, w niższych częściach jaskini, znacznie częściej niż w pobliżu stropu, wahania temperatury mogą przechodzić przez punkt zamarzania. Szczególnie wyraźnie można to zaobserwować, gdy w stropie istnieją zagłębienia sprzyjające powstawaniu zastoisk ciepłego powietrza. W profilach osadów opisywanych jaskiń, w niektórych warstwach, nagromadzenie ostrokrawędzistego gruzu przy ścianach jest bardzo duże i właściwie przechodzi on stopniowo w silnie spękaną ścianę skalną.

Jak już wspomniano, nacieki wapienne wytrącają się także głównie w pobliżu ścian, po których sączy się woda.

W pobliżu otworów jaskiń pełnisko narażone jest na niszczące działanie czynników zewnętrznych. Szanse zachowania kompletnego i niezaburzonego profilu osadów są bez porównania mniejsze tutaj, niż w głębszych częściach jaskiń. Strop i ściany w bliskim sąsiedztwie otworu, szczególnie w zewnętrznej części, najsilniej ulegają dezintegracji mrozowej, gdyż oprócz wahań temperatury powietrza dochodzi tu jeszcze drugi czynnik przyspieszający niszczenie, a mianowicie insolacja. Otwór więc stale się cofa. W okresach intensywnego wietrzenia mechanicznego pod okapem w progu jaskini tworzyć się może tak zwany wał usypiskowy. Warunkiem utworzenia się wału jest istnienie spłaszczenia przed jaskinią. W przypadku, gdy otwór usytuowany jest bezpośrednio na stromym sto-

ku, sypany materiał zsuwa się po nim w dół. Spośród zbadanych jaskiń Koziarnia jest właśnie usytuowana na stromym stoku i nie posiada wału przyotworowego (fig. 4). Obecny profil osadów jest tu wyraźnie zaburzony w stosunku do profilu wewnątrzjaskiniowego (fig. 5) na skutek spełnienia znacznej części osadów strefy przyotworowej.

Inaczej przedstawia się sytuacja w Jaskini Nietoperzowej, gdzie w czasie akumulacji serii gruzowo-gliniastej kilkakrotnie wytwarzały się przed otworem wały usypiskowe. Starszy utworzył się w czasie sedymentacji warstwy 9, około 5 m przed obecnym progiem; młodszy, bliżej otworu — w czasie sedymentacji warstwy 3; zatem w okresie od utworzenia się pierwszego wału do dziś otwór cofnął się o około 5 m. Wały te chroniły pełnisko przyotworowej części jaskini przed zniszczeniem, dlatego profil osadów tej części nie różni się od profilu wewnątrz jaskini tak zasadniczo jak w Koziarni, chociaż i tutaj zachodziły procesy niszczące pierwotny układ warstw. Niszczenie to jednak nie zawsze prowadziło do usuwania osadów z jaskini. Przeciwnie, na przykład zachowane w warstwie 14 i 8 struktury świadczą o wmywaniu lub spełzywaniu materiału z wału usypiskowego w głąb jaskini. Istniał także i etap usuwania pełniska na zewnątrz. Przed lub w początkowym okresie osadzania się warstwy 3 nastąpiło zniszczenie osadów aż do dolnej części warstwy 7 (tabl. IA) i utworzenie się powierzchni erozyjnej pochylonej pod kątem  $30^\circ$  w kierunku na zewnątrz. Na niej nagromadziły się bloki skalne wchodzące w skład warstwy 3.

Opisane procesy, charakterystyczne dla obszarów przyotworowych dużych jaskiń, mają także wpływ na pełniska schronisk podskalnych. Pod względem morfologii i warunków mikroklimatycznych schroniska są bardzo podobne do przyotworowych części jaskiń. Charakteryzuje je złagodzenie warunków klimatycznych w stosunku do obszaru zewnętrznego i częściowe zabezpieczenie ścianami skalnymi przed wpływem niszczących czynników, jednak w znacznie mniejszym stopniu, niż w głębszych częściach jaskiń. W efekcie osady schronisk są o wiele uboższe pod względem zróżnicowania warstw od osadów jaskiń i bardzo silnie zaburzone lub zniekształcone. Dobrym tego przykładem jest pełnisko Schroniska Wylotnego. Podobny typ osadu posiada schronisko w Dziadowej Skale koło Skarżyc (Chmielewski 1955), Jaskinia Maszycka (S. K. Kozłowski 1963) i małe jaskinie koło Strzegowej (Sawicki 1953).

#### PRÓBA INTERPRETACJI KLIMATYCZNEJ I WIEKOWEJ GLINIASTO-GRUZOWEJ SERII OSADÓW JASKIŃ WYŻYNY KRAKOWSKIEJ

##### *Podstawy metodyczne*

Podstawy interpretacji dynamicznej, klimatycznej i wiekowej osadów jaskiń są dwojakie. Po pierwsze, są to wyniki obserwacji tereno-

wych, polegających na śledzeniu zmian składu oraz cech strukturalnych poszczególnych warstw w przekrojach pionowych i poziomych. Po drugie, wyniki analiz laboratoryjnych, mających na celu określenie zmienności ilościowej różnych cech osadów. Cechy te i ich wymowa klimatyczna opisane były w rozdziale poprzednim.

Załączone diagramy (fig. 10) są zestawione na podstawie wyników analiz próbek pobranych z przekrojów jaskiń Koziarni i Nietoperzowej. Opracowany przekrój osadów Jaskini Nietoperzowej usytuowany jest 16 m od wejścia; jest to NW ściana wykopu III. W Koziarni wybrany został przekrój zachodni wykopu IX odległy o 33 m od otworu. Przyczyną, dla której zdecydowano się na opracowanie tego właśnie przekroju, jest fakt, że jedynie w tym miejscu zachowała się górna część profilu osadów. Dla obu tych jaskiń wykonano także analizy próbek pobranych dodatkowo z różnych miejsc, w celu uchwycenia zmienności poszczególnych warstw w poziomie lub zdobycia materiałów uzupełniających.

Oś pionowa diagramów jest wyskalowana w metrach, a przy przedstawieniu graficznym poszczególnych wartości uwzględniono miąższości warstw.

Duża zmienność warstw w poziomie wprowadza komplikacje przy interpretacji diagramów. Niejednokrotnie zmiany te są stosunkowo łatwe do prześledzenia na drodze obserwacji w terenie, a uchwycenie ich w analizach jest trudniejsze. Przebieg zmian cech ilustrowanych poszczególnymi diagramami wykazuje wahania, które nie zawsze są na tyle regularne, aby można było na ich podstawie jednoznacznie wyciągać wnioski. Wydaje się, że w czasie interpretacji należy zachować dość daleko idącą ostrożność, a wnioski wyciągać w oparciu o ogólną ocenę wymowy poszczególnych diagramów w zestawieniu z danymi otrzymanymi z obserwacji profili.

Jedną z charakterystycznych cech osadów jaskiniowych jest nierównowiekowość poszczególnych ich składników. Na przykład w okresie intensywnego wietrzenia mechanicznego sedymentacja gliny może nie nadążać za gromadzeniem się gruzu wapiennego. Przestrzenie pomiędzy okruchami wapiennymi wypełniane będą materiałem gliniastym dopiero później, gdy rola wietrzenia mechanicznego zmaleje w stosunku do roli innych procesów, charakterystycznych dla cieplejszych okresów. W rezultacie w obrębie jednej warstwy znajdują się dwa składniki, pochodzące z różnych okresów klimatycznych. Gruz może być też młodszy od gliny, jeżeli kruszenie stropu i ścian skalnych przypadnie w czasie, gdy osadzona uprzednio glina jest jeszcze miękka, tak że spadające okruchy mogą w niej grzęznąć. Dlatego podczas interpretacji przekrojów pełnisk należy zachować daleko idącą ostrożność, przede wszystkim w przypadku warstw o małej miąższości. Z tych powodów również granice poszczególnych warstw, nawet dość wyraźne, nie muszą odpowiadać granicom okresów klimatycznych.



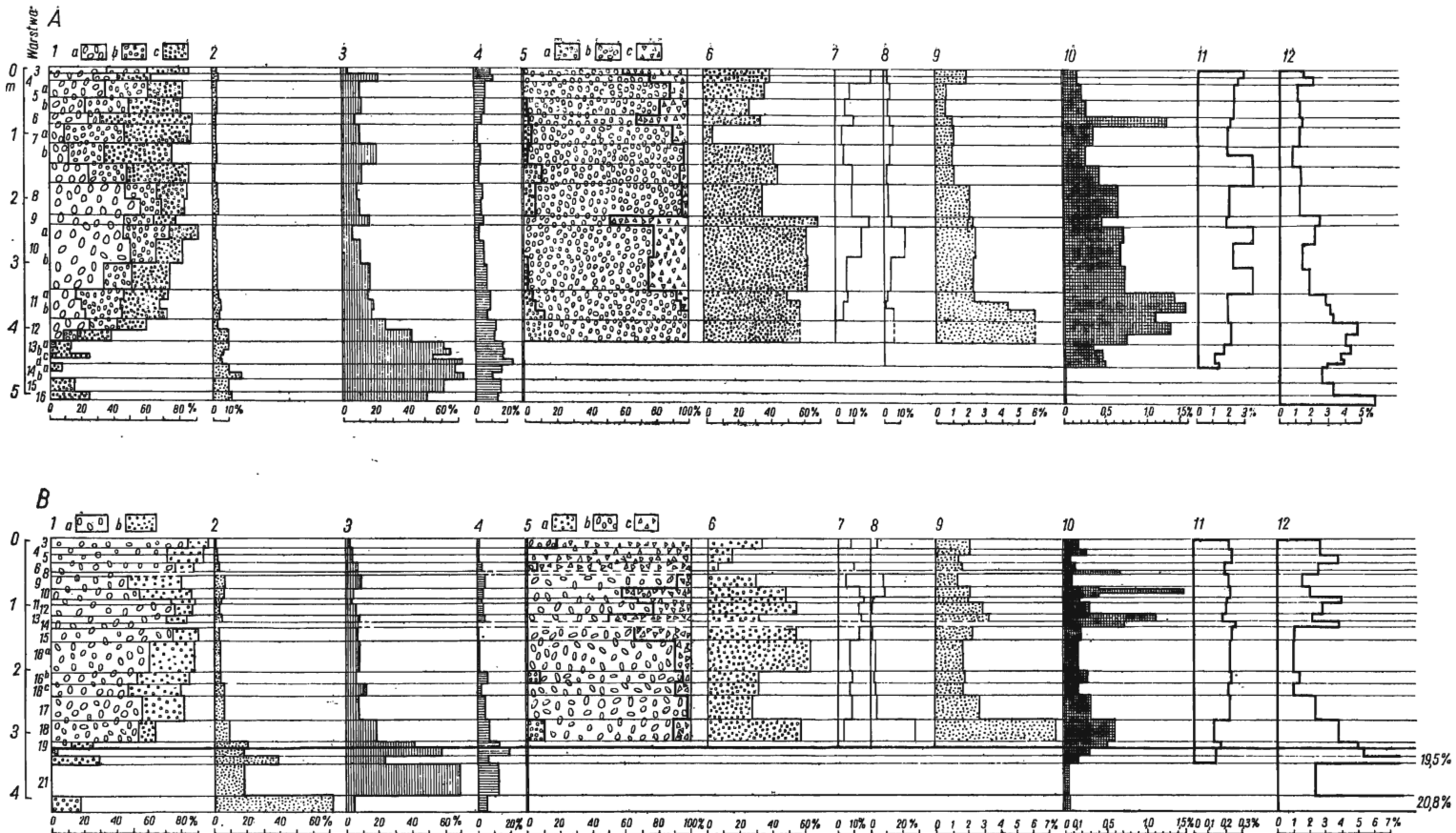


Fig. 10

Pomimo tych wszystkich trudności, w badaniach osadów jaskiniowych jesteśmy w wyjątkowo korzystnej sytuacji, ponieważ dane geologiczne mogą być sprawdzone przez wyniki badań innych dyscyplin — paleontologii i archeologii. Największe znaczenie ma tu obficie występująca i opracowana szczegółowo fauna, a także bogate materiały archeologiczne, a w mniejszym stopniu szczątki roślin.

Spośród szczątków zwierzęcych największe znaczenie dla odtwarzania paleoklimatu mają kości gryzoni. Występują one obficie w osadach jaskiniowych dzięki temu, że stanowią główne pożywienie sów chroniących się w dzień w jaskiniach. Fauna gryzoni z jaskiń (Nietoperzowej i Koziarni) jest szczegółowo opracowana przez K. Kowalskiego (1961, 1962; vide także Chmielewski et al. 1967), który w profilach osadów tych jaskiń stwierdził zmiany procentowego udziału poszczególnych gatunków gryzoni, związanych z różnymi środowiskami (arktyczne, leśne, stepowe). Stwierdzone kości innych ssaków także są pewnymi wskazówkami określającymi klimat (K. Kowalski 1962, Chmielewski et al. 1967). Wszystkie dane o składzie fauny w poszczególnych warstwach podawane są za wymienionymi autorami.

Niektóre znajdowane w jaskiniach zespoły zabytków mogą także posłużyć jako element datujący, gdy analogiczne zespoły są dobrze datowane na innych stanowiskach. Opracowanie znalezisk z opisywanych jaskiń jest w dużej części wykonane (Chmielewski 1961, Chmielewski et al. 1967).

Fig. 10

Diagramy ilustrujące wyniki analiz osadów jaskiń Nietoperzowej (A) i Koziarni (B)

1-4 wyniki analizy granulometrycznej: 1 frakcje gruzu wapiennego (a powyżej 40 mm, b 20-40 mm, c 2-20 mm); 2 frakcja piaskowa 0,5-2 mm; 3 frakcja pyłowa 0,005-0,5 mm; 4 frakcja ilowa poniżej 0,005 mm. 5-8 morfologia gruzu wapiennego we frakcji >40 mm: 5 ogładzenie (a okruchy ogładzone, b okruchy o ogładzonych krawędziach, c okruchy ostrokrawędziste); 6 okruchy z jamkową powierzchnią korozyjną; 7 okruchy o różnych powierzchniach; 8 okruchy ze świeżą powierzchnią pęknięcia. 9 porowatość powierzchni okruchów wapiennych we frakcji 10-20 mm. 10 substancje organiczne we frakcji < 1 mm. 11 węglany we frakcji < 0,1 mm dla Jaskini Nietoperzowej i we frakcji < 1 mm dla Jaskini Koziarni. 12 żelazo we frakcji < 1 mm

Diagram showing the results of analyses of the sediments of Nietoperzowa (A) and Koziarnia (B) caves

1-4 grain size: 1 limestone debris (a above 40 mm in diameter, b 20-40 mm, c 2-20 mm); 2 sand-grade particles (0.5-2 mm); 3 silt-grade particles (0.005-0.5 mm); 4 clay-grade particles (below 0.005 mm). 5-8 shape of limestone debris (above 40 mm in diameter): 5 smoothness (a smooth particles, b particles with smooth edges, c sharp-edged particles); 6 corroded particles with pit-like hollows; 7 particles with different facets; 8 particles with fresh surfaces of disruption. 9 porosity of surfaces of limestone debris (particles 10-20 mm). 10 alkali-soluble organic matter (in grade < 1 mm). 11 carbonates in grade < 0.1 mm of Nietoperzowa cave and < 1 mm of Koziarnia cave sediments. 12 iron in grade < 1 mm

Wszystkie dane dotyczące materiałów archeologicznych, podawane poniżej, pochodzą z tych prac lub informacji ustnych W. Chmielewskiego.

Dodatkowymi danymi porównawczymi są jeszcze oznaczenia wieku kości kopalnych metodą fluoro-chloro-apatytową, wykonane przez T. Wysockańskiego-Minkowicza (1969). Poza tym wykorzystano także wyniki oznaczeń drewna węgielków z kilku warstw kulturowych, wykonane przez M. Reymanównę.

Jako podstawę nawiązań chronologicznych zastosowano klimatostatygraficzny schemat podziału plejstocenu S. Z. Różyckiego (1961, 1967). Kolejność zdarzeń paleoklimatycznych, odtworzona w tym schemacie, znajduje wyraz również w osadach jaskiniowych.

### *Jaskinia Nietoperzowa*

Chronologia osadów Jaskini Nietoperzowej oparta jest częściowo na koncepcji S. Z. Różyckiego (1967), a także na opracowaniach W. Chmielewskiego (1961) i K. Kowalskiego (1961).

Najstarszymi osadami serii osadzonej w suchej już jaskini są warstwy 15 i 16. Występujący w warstwie 16, w części przyotworowej gruz wapienny zachował swą ostrokrawędzistą postać, chociaż jest nadwietrzalą chemicznie. Wskazuje to na pochodzenie tej warstwy z okresu klimatu zimnego. Obecność fauny arktycznej, *Dicrostonyx torquatus* (Pallas), *Lemmus lemmus* (L.), oraz fakt, że datowanie wyżej leżących warstw na ostatni interglacjał nie budzi wątpliwości, są podstawą zaliczenia warstw 15 i 16 do schyłku *G III* (zlodowacenia środkowopolskiego).

Lessowo-gruzowa warstwa 14 leży na poprzednio opisanych warstwach zgodnie, nie zaznacza się między nimi żadna powierzchnia, której istnienie mogłoby sugerować przerwę w sedymentacji. Prawdopodobnie dolna część warstwy 14, obfitująca w części przyotworowej w ostrokrawędzisty gruz wapienny, jest sedymentacyjnie dalszym ciągiem warstwy 15 i odpowiada schyłkowi *G III*. Jednak jej górna część, prawie bezgruzowa, najgrubsza w pobliżu progu jaskini, jest zapewne redeponowanym lessem starszym. Jego nagromadzenie w tym miejscu spowodowane jest, być może, zsuwaniem się czy zsypanyaniem materiału lessowego ze skałki nad jaskinią. Fauna w stropowej części tej warstwy swym składem nawiązuje już do warstw młodszych, co wskazuje, że redeponowanie tego materiału nastąpiło w cieplejszym okresie. Występują tu gryzonie związane ze środowiskiem leśnym (*Clethrionomys glareolus* Schr. i *Apodemus* sp.), a także koń (*Equus caballus* L.), łasica, kret i in.; wśród węgielków drzewnych znaleziono jesion. Wszystkie te cechy, a także krzemienne zabytki, charakteryzujące się techniką lewaluaską, pozwalają jednoznacznie wiązać tę warstwę z okresem ostatniego interglacjału.

Wszystkie cechy warstw 13 i 12 świadczą o pochodzeniu ich z okresu panowania najcieplejszego klimatu w skali serii osadów gruzowo-gliniastych. Zwiertzenie chemiczne gruzu wapiennego jest tu najsilniejsze (porowatość ok. 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), a ciągła duża zawartość humusu (ok. 1,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) i żelaza (ok. 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) świadczą o rozwoju procesów glebowych na powierzchni. W warstwie 13 odsłonięto przy zachodniej ścianie skalnej kopalny stalagmit, którego obecność także wskazuje na warunki klimatu cieplejszego. W warstwach tych występuje środkowopaleolityczny zespół zabytków krzemienionych, nawiązujący do kultury mustierskiej o tradycji aszelskiej. Opisane powyżej fakty jednoznacznie datują tę część osadów na okres optymalny i pooptymalny ostatniego interglacjału.

Wyżej leżąca seria osadów odznacza się przewagą gruzu wapiennego nad frakcjami drobnymi i reprezentuje ostatni okres chłodny z mniej lub bardziej wyraźnie zaznaczonymi kolejnymi wahaniami klimatycznymi tego okresu.

Warstwy 11 i 10 charakteryzują się mniejszym niż w warstwach 12 i 13 stopniem zwiertzenia gruzu wapiennego (porowatość ok. 2,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) i wysokim udziałem gruzu o powierzchniach pokrytych jamkowatymi zagłębieniami korozyjnymi. Cechy te wskazują na ogólne niewielkie ochłodzenie klimatu. W obrębie tych dwu warstw można prześledzić wahania mniejszego rzędu. Niektóre cechy stropowej części warstwy 11, takie jak nieco większa zawartość humusu (1,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) i dość duża jeszcze zawartość żelaza (2,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), wskazują na to, że reprezentuje ona ocieplenie, które prawdopodobnie odpowiada ociepleniu Drny (*J III/IV + 1*). Także w stropie warstwy 10 zaznacza się niewielki wzrost zawartości żelaza (2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>), nieznaczny wzrost zawartości humusu i porowatości gruzu, który wiązać można z ociepleniem Drzasny (*J III/IV + 2*). Ponieważ jednak zmienność wymienionych cech nie jest wielka, a cała seria wykazuje charakter dość jednorodny, przypuszczam, że wymienione wahanienia na obszarze południowej części Jury Polskiej mają łagodny charakter. Fauna w tych warstwach jest stosunkowo uboga. Zanika element leśny wśród gryzoni, a pojawiają się zwierzęta stepowe — szczekuszka, nosorożec włochaty, a także element tundrowy.

Warstwa 9 odróżnia się od niżej opisanych lessowym charakterem materiału wiążącego gruz, ostrokrawędzistością gruzu (47<sup>0</sup>/<sub>0</sub> okruchów ostrokrawędzistych) i małą zawartością humusu (0,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>). Z początkowym okresem powstania tej warstwy wiązać też należy spękanie okruchów wapiennych leżących w osadzie i należących do górnej części warstwy 10 (12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> okruchów wapiennych w tej warstwie ma świeżą powierzchnię przelamu). Duża ilość okruchów „różnopoверхnionych” w warstwie 9 świadczy o okresie zastoju wietrzenia mrozowego przed jej sedymentacją, które wiąże się prawdopodobnie jeszcze z ociepleniem Drzasny. Opisane cechy warstwy 9, a także ślad wymarzenia bloku wapiennego przed jaskinią, świadczą o panowaniu w czasie jej sedymentacji klimatu zimnego.

Fauna tej warstwy zawiera wiele elementów arktycznych — *Dicrostonyx torquatus* (Pallas) i stepowych — *Cricetulus cf. migratorius* (Pallas), a także mamuta. Warstwa 9 powstała w czasie zimnego wahnięcia G IV—2.

Niejednorodna w swym charakterze warstwa 8 wykazuje cechy charakterystyczne dla ocieplenia klimatu, np. znaczne ogładzenie gruzu wapiennego (97% gruzu ogładzonego i o ogładzonych krawędziach). Jej najbardziej charakterystyczną cechą jest jednak przeładowanie kośćmi niedźwiedzia jaskiniowego. Barwa gliny stała się brunatna wskutek dużej zawartości fosforanów. Był to jednocześnie okres wzrostu wilgotności, o czym świadczą ślady spływania materiału do jaskini z części przedotworowej. W składzie fauny zanika element arktyczny. Pod pewnymi względami dolna część warstwy 7 wykazuje podobieństwo do warstwy 8. Duży stopień ogładzenia gruzu, taka sama prawie zawartość żelaza, nieco mniejsza porowatość gruzu, za to nieco większa ilość okruchów skorodowanych świadczą o tym podobieństwie.

Powstanie warstwy 8 i dolnej części warstwy 7 wiązać należy z międzylessowym ociepleniem Zawichosta (G IV —2/—1). Dodatkowym argumentem jest obecność w warstwie 7 wśród gryzoni nornicy *Clethrionomys glareolus* (Schreber), a także duży wskaźnik strat substancji organicznych w kościach.

Dalsza sedymentacja warstwy 7, a także warstwy 6 i dolnej części warstwy 5 przypada na stopniowe pogarszanie się klimatu. Świadczy o tym wzrost ilości gruzu ostrokrawędzistego (18% w dolnej części warstwy 5), stosunkowo niewielka ilość humusu (z wyjątkiem warstwy kulturowej), mała zawartość żelaza (ok. 1%), niewielka porowatość gruzu (poniżej 1%), wzrost frakcji pyłowej kosztem ilowej. Jednocześnie istnienie śladów spływów materiału drobnego w pobliżu otworu jaskini świadczy o dużej wilgotności tego okresu. Powstanie tej serii wiązać można z okresem chłodnym G IV—1. Także i fauna wskazuje na warunki zimne — w warstwie 5 pojawia się leming, w warstwie 6 — zając bielak. Węgle drzewne z warstwy 6 należą do *Pinus cembra* i *Picea* (vel *Larix*). Wiek tej warstwy oznaczony metodą C<sup>14</sup> wynosi 38160 ± 1250 B. P. (Gro 2181). W tym czasie jaskinia dwukrotnie zamieszkiwana była przez gromady ludzkie górnopaleolitycznej kultury jержmanowickiej.

Pod koniec osadzania się warstwy 5 oraz w czasie sedymentacji warstwy 4 zaznacza się kolejne ocieplenie, wyrażające się wzrostem ilości ogładzonego gruzu, wzrostem jego porowatości (do 2%) oraz zwiększeniem zawartości żelaza (2%), dość dużym wskaźnikiem straty substancji organicznych w kościach w warstwie 4. Po raz trzeci zamieszkuje jaskinię gromady kultury jержmanowickiej. Powstanie tej warstwy związane jest zapewne z ociepleniem Hrubieszowa (G IV —1/max.).

Po osadzeniu się warstwy 4 na obszarze przedjaskiniowym nastąpiło ścięcie dużej części osadów, prawdopodobnie na skutek soliflukcji, związa-

nej z nastaniem klimatu peryglacjalnego. W stropie części warstwy 4, na granicy z warstwą 3, widoczne są struktury spływowe.

Warstwa 3, lessowo-gruzowa, powstała w czasie panowania zimnego klimatu. Świadczy o tym ostrokrawędzistość gruzu nagromadzonego w dużej ilości, szczególnie na obszarze przedotworowym. W głębi jaskini warstwa ta jest tak słabo wykształcona, że jej charakterystycznych cech nie dało się w diagramie uchwycić. Wśród ubogo reprezentowanej fauny znaleziono *Dicrostonyx torquatus*. Warstwa 3 powstała w glacialnej części ostatniego okresu chłodnego G IV.

Profil osadów Jaskini Nietoperzowej kończy naciek o zróżnicowanej budowie. Jego holocenijski wiek nie ulega wątpliwości, choćby ze względu na znajdowane w jego obrębie zabytki neolityczne i średniowieczne.

### *Jaskinia Koziarnia*

Szczegółowa interpretacja osadów jaskini Koziarni znajduje się w monograficznym opracowaniu tej jaskini (Chmielewski et al. 1967). Chronologicznie profil jaskini Koziarni odpowiada profilowi Jaskini Nietoperzowej z jedną zasadniczą różnicą polegającą na tym, że w Koziarni sedymentacja serii gruzowo-gliniastej rozpoczęła się później — dopiero po optimum ostatniego interglacjalu (por. tab. 1).

### *Schronisko Wylotne*

W interpretacji osadów Schroniska Wylotnego ważną rolę odgrywa nie tylko skład i budowa poszczególnych warstw, ale także ich zaburzenia i zniekształcenia. Niestety kości zwierzęce znajdowane w tym schronisku są bardzo zniszczone i zachowane na ogół w nieoznaczalnych fragmentach. Niewielka ilość oznaczalnych znalezisk nie jest jeszcze opracowana.

Opracowanie analityczne osadów Schroniska Wylotnego nie jest jeszcze ukończone, zresztą wymaga ono zastosowania innych nieco metod, niż opisane poprzednio jaskinie. Analizy wykazały dużą zmienność frakcji w obrębie poszczególnych warstw. Próby pobierano z różnych miejsc dla tych samych warstw. Wydaje się, że dużo więcej dać tu mogą dobre obserwacje terenowe i analiza wiernie narysowanych przekrojów niż wyniki analiz. Dotyczy to nie tylko uziarnienia, ale i morfologii gruzu. Z powodu niewielkiej miąższości poszczególnych warstw i ich mieszanina, często bardzo trudno jest pobrać czystą próbę. Dotyczy to zarówno gruzu wapiennego, jak i materiału drobnego. Interpretacja przedstawiona poniżej oparta jest więc głównie na obserwacjach terenowych.

Tabela 1\*

Korelacja procesów sedymentacyjnych w jaskiniach ze schematem klimatostatygraficznym S. Z. Różyckiego (1967)

Procesy sedymentacyjne w jaskiniach	Klimat	Symbole warstw w jaskiniach			Schemat podziału plejstocenu (Różycki 1967)
		N	K	W	
Wytrącanie nacieków i powstawanie próchnicy w części przyotworowej	ciepły wilgotny	1 2	1 2	1	
Soliflukcja, wietrzenie mechaniczne stropu i ścian, akumulacja ostrokrawędzistego, drobnego gruzu i bloków skalnych, gromadzenie się lessu przy otworach, tworzenie się wału przyotworowego	arktyczny	3	3—7	2	<i>G IV max.</i>
Wmywanie gliny, ogładzanie gruzu skalnego	chłodny	4 5a	8	—	<i>G IV — 1/max.</i>
Wietrzenie mechaniczne i gromadzenie gruzu, częściowe ogładzanie gruzu, wmywanie lessu	zimny wilgotny	5b 6 7a	9	3	<i>G IV—1</i>
Wmywanie lessu, gliny i piasku wapiennego, korodowanie ścian skalnych, odpadanie bloków ze stropu i wietrzenie chemiczne gruzu i kości	dość ciepły wilgotny	7b 8	10	—	<i>G IV—2/—1</i>
Soliflukcja, wietrzenie mechaniczne stropu i ścian, akumulacja ostrokrawędzistego gruzu i pęknięcie okruszków wapiennych w osadzie, gromadzenie się lessu przy otworach, powstanie wału usypiskowego i wymarzenie głązów	arktyczny suchy	9	11 12	4	<i>G IV—2</i>
Wmywanie gliny, ogładzanie gruzu, przerwa w akumulacji gruzu	dość ciepły wilgotny	10a	13 14	5 6	<i>J III/IV+2</i>
Wietrzenie mechaniczne, gromadzenie i ogładzanie gruzu, wmywanie materiału lessowego	zimny wilgotny	10b	15— —17	—	<i>J III/IV+1/+2</i>
Akumulacja gliny, wietrzenie chemiczne gruzu	umiarkowanie chłodny	11a	18 19	7	<i>J III/IV+1</i>
Wietrzenie mechaniczne, gromadzenie gruzu, wmywanie gliny	chłodny	11b	20	—	<i>J III/IV Opt./+1</i>
Wmywanie lessu, a następnie osadzenie się gliny, wytrącanie się nacieków, intensywne wietrzenie chemiczne ścian skalnych i gruzu	ciepły	12 13 14a	—	—	<i>J III/IV Opt.</i>
Wietrzenie mechaniczne, gromadzenie się gruzu ostrokrawędzistego, akumulacja lessu	zimny	14b— —16	—	—	<i>G III</i>

\* N — Jaskinia Nietoperzowa, K — Koziarnia, W — Schronisko Wylotne.

Najstarsza warstwa, należąca do serii gruzowo-gliniastej, leży na warstwowanych osadach mułowo-piaszczystych (warstwa 8) datowanych, podobnie jak analogiczna seria jaskini Koziarni (Chmielewski et al. 1967), na ostatni interglacjał. Warstwa 7 — brunatna glina z niewielką ilością zwiędzłego chemicznie gruzu osadziła się na warstwie 8, gdy ta nie była jeszcze skonsolidowana. Warstwa 7 reprezentuje prawdopodobnie młodszą część ostatniego interglacjału (*J III/IV + 1*). W czasie lub bezpośrednio przed osadzeniem się warstwy 6, warstwa 7 została porozrywana na pakiety i zmieszana ze stropową częścią warstwy 8.

Warstwy 7 i 6 zostały pofałdowane i porozwlekane, a częściowo prawdopodobnie usunięte z jaskini.

Warstwy 6 i 5, zawierają gruz stosunkowo duży (70% frakcji powyżej 2 cm średnicy), nadwierzały chemicznie i ogładzony. Ich sedymentacja wiąże się prawdopodobnie z ciepłym wahnięciem Drzasny (*J III/IV + 2*). Sposób wykształcenia kulturowej warstwy 5, z dużym nagromadzeniem krzemiennych wyrobów, świadczy o przerwie w sedymentacji gruzowej. Trzy zespoły zabytków występujące na granicy 7 i 8 oraz w warstwie 6 i 5 należą do jednej, środkowopaleolitycznej tradycji kulturowej mikocko-prądnickiej (Chmielewski 1969).

W początkowym okresie osadzania warstwy 4, której ostrokrawędzisty gruz świadczy o nasileniu wietrzenia mrozowego, nastąpiło intensywne niszczenie pierwotnego układu warstw. Część warstwy 8 pod wpływem nacisku zamarzających przykrywających ją warstw wydoostała się różnymi drogami, głównie przy ścianach skalnych ku górze i „wylała się” na ówczesną powierzchnię, którą stanowił strop warstwy 5, porywając za sobą fragmenty warstwy 7.

Charakter warstwy 4, zawierającej dużo ostrokrawędzistego drobnego gruzu (do 40% gruzu frakcji 1—2 cm), wskazuje na ostry klimat podczas jej sedymentacji. Jest ona zapewne odpowiednikiem gruzowych warstw 9 Jaskini Nietoperzowej oraz 11 Koziarni i odpowiada okresowi *G IV — 2*.

W następnym okresie, nierówności w stropie serii zaburzonej wypełniły się napłyniętym lessem z małą ilością gruzu (warstwa 3) aż do wyrównania. W lessie tym znajdują się pozostałości górnopaleolitycznej warstwy kulturowej. Był to okres panowania chłodnych, wilgotnych warunków.

Na tak wyrównanej powierzchni osadziła się druga warstwa drobnego (poniżej 50% gruzu frakcji 1—2 cm) gruzu ostrokrawędzistego — warstwa 2. Okres tak intensywnego wietrzenia mechanicznego odpowiada zapewne *G IV max*.

W przykrywającej całą tę serię próchnicy występują zabytki neolityczne świadczące o jej holocenijskim wieku.



### Inne jaskinie

Interpretowanie osadów innych jaskiń, a mianowicie Jaskini Ciemnej, Mamutowej i Maszyckiej, jest utrudnione ze względu na niekompletność obserwacji i niewielką ilość badań laboratoryjnych. Z konieczności więc nawiązania podane poniżej są tylko orientacyjne, a przyszłe badania pozwolą je sprawdzić i sprecyzować.

Pełnisko Jaskini Ciemnej jest podobne do pełniska Schroniska Wylotnego. W części dolnej profil Jaskini Ciemnej jest, jak się wydaje, bardziej rozbudowany i pełniejszy. Zapewne dostarczy on nowych informacji o przebiegu zmian klimatycznych starszej części ostatniego okresu chłodnego. Zespół zabytków występujących w warstwie kulturowej należy do tego samego cyklu mikocko-prądnickiego, jaki jest reprezentowany w trzech poziomach kulturowych Schroniska Wylotnego z tym, że jest od nich młodszy (Chmielewski 1969). Przypuszczenie to znajduje potwierdzenie w ich pozycji geologicznej, gdyż warstwa kulturowa Jaskini Ciemnej leży już w obrębie lessowej części pełniska. Warstwy leżące niżej odpowiadają wiekowo warstwom 7, 6 i 5 Schroniska Wylotnego, tzn. schyłkowi ostatniego interglacjału, do *J III/IV + 2* włącznie. Seria leżąca nad warstwą kulturową Jaskini Ciemnej prawdopodobnie powstała w zimnym okresie *G IV — 2*. Dokładniejsze powiązanie wyżej leżących warstw ze schematem stratygraficznym byłoby przedwczesne, można jedynie stwierdzić, że prawdopodobnie nagromadzenie ostrokrawędzistego gruzu w górnej części profilu odpowiada glacialnej części ostatniego okresu chłodnego.

W Jaskini Mamutowej warstwy gliniasto-gruzowe, odpowiadające wiekowo początkowi ostatniego okresu chłodnego, są przy otworze silnie zniszczone, a zachowały się prawdopodobnie w głębszej części jaskini. Lepiej rozbudowana jest seria górna, gruzowo-lessowa, zawierająca górno-paleolityczne poziomy kulturowe. Odpowiada ona zapewne głównie okresowi od *G IV — 1* do *G IV max*.

W zbadanej ostatnio przyotworowej części osadów Jaskini Maszyckiej profil jest znacznie zubożony na skutek spełznięcia dużej części pełniska po stoku. Poza ilastą serią dolną i strzępami osadów gliniastych, które prawdopodobnie odpowiadają wiekowo starszej części *G IV*, profil składa się ze smugowanego lessu z nieznaczną domieszką gruzu wapiennego i zabytkami kultury magdaleńskiej. Jak można sądzić ze struktury lessu, uległ on przemyciu i przemieszczeniu, które miało miejsce w schyłkowej części ostatniego okresu chłodnego.

### PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Przedstawione powyżej wyniki obserwacji terenowych i badań laboratoryjnych osadów jaskiń Wyżyny Krakowskiej, głównie Jaskini Nie-

toперzowej i Koziarni oraz Schroniska Wylotnego, można streścić w następujących punktach.

Wśród jaskiń Wyżyny Krakowskiej wyodrębnić można dwa główne typy różniące się znacznie pod względem osadów. Pierwszym z nich są duże jaskinie statyczne. Osady tych jaskiń z racji zróżnicowania w profilach są dobrym źródłem informacji dotyczących zmian klimatu, jakie zachodziły podczas sedymentacji. Drugi typ stanowią schroniska podskalne, których osady, podobnie jak i osady przyotworowych części innych jaskiń, były wielokrotnie narażone na zniszczenie. Pełniska schronisk są z tego powodu znacznie gorzej zachowane niż pełniska jaskiń.

Pełniska jaskiń i schronisk Wyżyny Krakowskiej składają się z zasady z dwu różnych serii osadów. Seria dolna powstawała zwykle w środowisku wody płynącej. Seria górna, gruzowo-gliniasta, jest typowym sedymentem jaskiń suchych i składa się w dużej części z materiału autochtonicznego dla danej jaskini. W obrębie górnej serii występują kości zwierzęce oraz nierzadkie są paleolityczne poziomy i warstwy kulturowe.

Szczegółowe badania terenowe uzupełnione wynikami prostych analiz laboratoryjnych pozwoliły odtworzyć zmiany klimatu podczas sedymentacji gruzowo-gliniastej serii pełnisk jaskiń. Droga w kierunku uściślenia wiadomości dotyczących tych zmian prowadzi przez dokładne obserwacje terenowe oraz przez wykonywanie jak największej ilości prostych analiz mechanicznych, chemicznych i innych.

Wyniki badań geologicznych, prowadzących do odtworzenia zmian klimatu podczas sedymentacji pełnisk opracowywanych jaskiń, są w zasadzie zgodne z wynikami badań paleontologicznych i archeologicznych. Fakt ten pozwala mieć nadzieję, że same badania geologiczne mogą się stać wystarczającą podstawą datowania osadów jaskiń, nie posiadających materiałów archeologicznych i paleontologicznych.

Badania osadów jaskiniowych umożliwiły odtworzenie kolejnych zmian klimatu zachodzących podczas sedymentacji i pozwoliły skorelować te zmiany z klimatostratygraficznym schematem podziału czwartorzędu Polski Środkowej S. Z. Różyckiego (1967). Próba ta została przedstawiona na tabeli 1.

*Pracownia Geologii Czwartorzędu  
Zakładu Nauk Geologicznych PAN  
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93  
Warszawa, w maju 1967 r.*

#### LITERATURA CYTOWANA

- ABEL O. & KYRLE G. 1931. Die Drachenhöhle bei Mixnitz. — Speläologische Monographien, 7—9. Wien.
- BONIFAY E. 1957. Les sédiments détritiques grossiers dans les remplissages des grottes. — Anthropologie, 60. Paris.

- CAUMARTIN V. & RENAULT PH. 1958. La corrosion biochimique dans un réseau karstique et la genèse du mondmilch. — Notes Biospéléologiques, 13. Paris.
- CHAVAILLON-DUTRIEVOZ N. 1955. État de surface des cailloutis et des vestiges osseux dans les couches archéologiques d'Arcy-sur-Cure. — Bull. Soc. Préhist. Franc., vol. 52. Paris.
- CHMIELEWSKI W. 1955. Stanowisko paleolityczne w Dziadowej Skale koło Skarżyc w pow. zawierciańskim (Gisement paléolithique de Dziadowa Skala près de Skarżyce, distr. de Zawiercie). — Prace i Materiały Muz. Archeol. i Etnogr. w Łodzi, s. archeol. nr 3. Łódź.
- 1961. Civilisation de Jerzmanowice. Wyd. Zakł. Nar. im. Ossolińskich. Wrocław.
  - 1964. Dzieje grup ludzkich zamieszkujących ziemie Polski w plejstocenie. — Materiały do prehistorii ziem polskich, cz. 1. Paleolit i mezolit. Wyd. IHKM PAN. Warszawa.
  - 1968. Czy istnieją zespoły tajacko-dupickie? — Acta Arch. Univ. Lodz. (w druku). Łódź.
  - 1969. Ensembles mikocko-prondnikian en Europe centrale. Geographia Polonica (w druku). Warszawa.
- CHMIELEWSKI W., KOWALSKI K., MADEYSKA-NIKLEWSKA T. & SYCH L. 1967. Wyniki badań osadów jaskini Koziarni w Sąpowie pow. Olkusz (Studies on the deposits of Koziarnia cave at Sąpów in the Olkusz district). — Folia Quaternaria, z. 26. Kraków.
- CIĘTAK Z. 1935. Jaskinie południowej części Wyżyny Małopolskiej, studia morfologiczne (Grottes de la partie méridionale du Plateau de la Petite-Pologne). — Ochrona Przyrody, R. 15. Kraków.
- CZARNOWSKI S. J. 1911. Jaskinie okolic Krakowa i Ojcowa. „Polska Przedhistoryczna”. Warszawa — Kraków.
- 1914. Jaskinie w skałach Ogrojca. — Pam. Fizjogr., t. 22. Warszawa.
- DEMETRYKIEWICZ W. & KUŹNIAK W. 1914. Najstarszy paleolit na ziemiach polskich oraz inne wykopaliska odkryte w jaskini „Okienik” koło wsi Skarżyc w pow. będzińskim (gub. piotrkowska). — Materiały Antrop.-Archeol. AU, t. 13, dz. 1. Kraków.
- DZUŁYŃSKI S., HENKIEL A., KLIMEK K. & POKORNY J. 1966. Rozwój rzeźby dolinnej południowej części Wyżyny Krakowskiej (The development of valleys in the southern part of the Cracow Upland). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. 36, z. 4. Kraków.
- 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). — *Ibidem*, t. 32, z. 4.
- KOWALSKI K. 1951—1954. Jaskinie Polski (Les cavernes de la Pologne). T. I, III. Wyd. PMA. Warszawa.
- 1961. Plejstoceńskie gryzonie Jaskini Nietoperzowej w Polsce (Pleistocene rodents from Nietoperzowa Cave in Poland). — Folia Quaternaria, z. 5. Kraków.
  - 1962. Paleozoologiczne datowanie osadów jaskiniowych (Paleozoological dating of cave sediments). — *Ibidem*, z. 8.
- KOWALSKI K., KOZŁOWSKI J. K., KRYSOWSKA M. & WIKTOR A. 1965. Badania osadów schroniska w Puchaczej Skale w Prądniku Czajowskim, powiat Olkusz (Investigations of sediments of the Puchacza Skała cave in Prądnik Czajowski, Olkusz district). — *Ibidem*, z. 20.
- KOWALSKI S. 1963. Wyniki prac wykopaliskowych przeprowadzonych w Jaskini Mamutowej w Wierzchowie, pow. Kraków, w roku 1963. — Wyniki Badań Wykop. przeprow. w 1963 r. Kat. Archeol. Pol. UJ. Kraków.
- 1966. Sprawozdanie z prac wykopaliskowych w Jaskini Ciemnej w Ojcowie

- prowadzonych w roku 1966. — Spraw. z badań Muz. Archeol. w Krakowie. Kraków.
- KOZŁOWSKI L. 1922. Starsza epoka kamienna w Polsce, paleolit (La période paléolithique en Pologne). — Prace Komis. Archeol. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, t. 1, z. 1. Poznań.
- KOZŁOWSKI S. K. 1963. Badania w Jaskini Maszyckiej w latach 1962—1963. I Sympozjum Paleolityczne. Referaty i Komunikaty. Wyd. UJ. Kraków.
- KRUKOWSKI S. 1924. Dolina Prądnika i Sąsówki jako teren przedhistoryczny. — Ochrona Przyrody, R. 4. Kraków.
- LAIS R. 1941. Über Höhlensedimente. — Quartär, Bd. 3. Berlin.
- LAVILLE H. 1964. Recherches sédimentologiques sur la paléoclimatologie du Würmien récent en Périgord. — Anthropologie, 66. Paris.
- OSSOWSKI G. 1881. Drugie sprawozdanie z badań w jaskiniach okolic Krakowa dokonanych w 1880 r. — Zbiór Wiad. do Antrop. Kraj., t. 5. Kraków.
- 1882. Jaskinie gór naszych i wypadki osiągnięte z ich badań. — Pam. Tow. Tatr. 1882 r. Kraków.
- RÖMER F. 1883. Die Knochen-Höhlen von Ojców in Polen. — Palaeontographica. Bd. 29. Cassel.
- ROZYCKI S. Z. 1961. Middle Poland. — Guide-Book of Excursion. From the Baltic to the Tatras. Pt. II, vol. I. Vith INQUA Congress. Łódź.
- 1967. Plejstocen Polski Środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie (The Pleistocene of Middle Poland). PWN. Warszawa.
- SAWICKI L. 1953. Stan badań nad wiekiem człowieka kopalnego w Polsce (Geological age of the fossil man in Poland, actual state researches). — Acta Geol. Pol., vol. 3, no. 1. Warszawa.
- SCHMID E. 1958. Höhlenforschung und Sedimentanalyse. — Schr. Inst. Ur-u. Frühgesch. Schweiz, Bd. 13. Basel.
- STARZECKI W. 1959. Badania mikroklimatyczne w jaskiniach południowej części Wyżyny Małopolskiej (Microclimatic research in caves of the southern part of Małopolska Highlands). — Ekologia Polska, ser. A, t. 7, nr 7. Warszawa.
- VERTES L. 1959. Untersuchungen an Höhlensedimenten. Methode und Ergebnisse. — Régészeti Füzetek, ser. 2, nr 7. Budapest.
- WYSOCZAŃSKI-MINKOWICZ T. 1969. Próba oznaczania wieku względnego kości kopalnych metodą fluoro-chloro-apatytową (An attempt at relative age determination of fossil bones by fluorine-chlorine-apatite method). — Studia Geol. Pol., vol. 28. Warszawa.
- ZAWISZA J. 1874. Jaskinia Mamuta w Dolinie Wierchowskiej (Grotte de Mammoth dans la vallée de Wierchowa). — Wiad. Archeol., t. 2. Warszawa.
-

## SUMMARY

**ABSTRACT:** Deposits in the caves of the Cracow Upland may be divided into two sets of strata. The lower one composed of clay and sand is aqueous, the upper one — composed of limestone debris with loam. The upper set results from Upper Pleistocene sedimentation processes in dry caves. Animal remains and some traces of human occupation are common in the upper set. The investigation of this set allows to reconstruct climatic changes during its sedimentation.

## INTRODUCTION

The main purpose of this paper is to investigate the cave deposits of the Cracow Upland (Nietoperzowa cave, Koziarnia cave and Wylotne rock-shelter) in order to reconstruct climatic changes and the environment of Paleolithic man in the Upper Pleistocene. The deposits of these caves were systematically examined during archaeological excavations headed by Doc. Dr. W. Chmielewski (Institute of the History of Material Culture of Polish Academy of Sciences). Deposits of other caves of this region have been compared, e.g. the Ciemna cave (Krukowski 1924, S. Kowalski 1966), the Mamutowa cave (S. Kowalski 1963) and the Maszycka cave (S. K. Kozłowski 1963). The situation of these caves is shown in fig. 1.

The Nietoperzowa cave lies in the slope of the upper part of the Będkowska valley (pl. I, fig. 1; pl. II, fig. 2). It is a big cave consisting of horizontal passages and chambers about 300 m long (fig. 2). Trenches cover the front part of the cave over a distance of 16 m from the entrance.

The Koziarnia cave is situated in the slope of the Koziarnia ravine (pl. I, fig. 2) which enters the valley of the Sąspówka stream. It is a wide, corridor like cave, 60 m long (fig. 3). The trenches were excavated inside the cave along 30 m from the entrance (fig. 4).

The Wylotne rock-shelter is situated in the rocky slope of the Sąspówka valley (pl. II, fig. 1). It is hardly 95 m<sup>2</sup> in area (fig. 7). The other caves are located in the Prądnik and Kluczwoda valleys.

## DESCRIPTION OF CAVE SEDIMENTS

The deposits of the Nietoperzowa and Koziarnia caves are composed of two sets of layers. They fill up two morphologically and genetically different parts of the caves. Similar differentiation is observed in other caves of this region (Graczyński 1962). The lower parts — bottom channels — are fissure-like and narrower than the upper parts. They formed during the stage of gravitational flow (vadose stage). In these parts of the caves the walls are smooth, slightly chemically weathered and very often covered by a crust of iron compounds or brown residual clay. The upper parts of the caves are wider, and have fresh walls not chemically weathered. They are cracked on sharp-edged particles and gradually pass into the rubbly layers of the sediments.

The lower parts of the caves are filled up by laminated aqueous deposits without archaeological or palaeontological materials. The filling of the upper parts

is composed of limestone debris and loam. These sediments formed after the draining of the caves. Cultural and palaeontological materials are plentiful in the upper layers.

The profile of sediments in the Nietoperzowa cave is as follows (tabl. IA). The lower set of strata marked as *layer 17* may be divided into 4 parts separated by surfaces of unconformity. *17d* — compact red clay of terra rossa type with an admixture of well rounded quartz gravel, without traces of stratification. This sediment has been washed out and it is now preserved in a few depressions of the bedrock only. *17c* — laminated quartz gravel and sand interbedded with loam containing clay balls. *17b* — yellow reddish loam with a lot of quartz gravel and a small admixture of limestone debris. *17a* — greenish loam with a small amount of limestone debris strongly chemically weathered. The last layer fills up a depression eroded in layer *17b*.

*Layer 16* — grey-pinkish silty loam with abundant quartz gravel and few chemically weathered limestone particles. A huge accumulation of large limestone blocks covered by a mineral crust was observed near the entrance of the cave in this layer.

*Layer 15* — grey silty loam with quartz gravel and a small quantity of chemically weathered limestone debris. Mineral concretions and fragments of a mineral crust are visible.

*Layer 14* — is subdivided into 2 parts. *14b* — light yellow loess, with sharp edged slightly weathered debris, occurs in the front part of the cave. *14a* — clotted loess without limestone debris or containing a few particles of it only.

*Layer 13* — brown gray silty loam with charcoal dust and small quantity of weathered limestone debris (pl. VI, fig. 1). This weathering is seen as a yellowish brown crust of phosphates mainly kollofan (pl. VIII, fig. 2). Layer 13 is subdivided into smaller units according to the amount of limestone debris and colour of the loam.

*Layer 12* — brown and dark brown loam with limestone debris similar to those of layer 13. Layers 13 and 12 fill up the meander niches in the rocky walls. A stalagmite was discovered in one niche. The base of this stalagmite lies on the surface of layer 14.

*Layer 11* — brown loam with a large amount of limestone debris slightly chemically weathered. The upper part of this layer (*11a*) is darker.

*Layer 10* — smoothed limestone debris with single boulders and loam. The upper part of this layer (*10a*) is dark reddish brown in colour. Horizon *10c* was distinguished as the remnant of a cultural layer inside this layer.

*Layer 9* — sharp edged and smooth limestone debris with light gray silty loam. Near the entrance there are several limestone blocks. In front of the entrance the layer forms a dike-like structure situated on the sill, at a distance of 5 m from the contemporary drip-line.

Middle Paleolithic flint artifacts were found in layers 16—9. They belong to several mousterian assemblages, sometimes with levalloisian appearance. The edges of the artifacts were usually destroyed.

*Layer 8* is composed of several large lenses inclined towards the cave and differentiated by the occurrence of limestone debris of various size. The size of the debris ranges from sand grade to blocks 0.5 m in diameter. Extremely numerous bones of *Ursus spelaeus* were found there (pl. V, fig. 2).

*Layer 7* — smooth limestone debris of medium size with light brown silty loam at the bottom, and a smaller size debris with grey brown loam in the upper part of the layer (*7a*).

*Layer 6* — black cultural layer (pl. V, fig. 1) with many charcoals. It is subdivided into 2 horizons. A radiocarbon dating for the lower part is  $38160 \pm 1250$  B. P. (Gro-2181).

*Layer 5* — smooth limestone rubble of medium size with light brown silty loam at the bottom (5b) and brown loam at the top (5a).

*Layer 4* — light brown cultural layer. The limestone debris is slightly smoothed.

Three cultural horizons were found in layers 6—4. They belong to the Jerzmanowician culture of the upper Paleolithic (Chmielewski 1961).

*Layer 3* is well represented near the entrance where it forms a dike-like talus. It is composed of sharp-edged limestone debris of different size and of light brown loess. This layer discordantly overlies the partly destroyed lower layers. Huge blocks fallen from the roof of the cave occur near the entrance.

*Layer 2* — decalcified clotted loess, light brown in colour.

*Layer 1* — near the entrance consists of loamy soil, inside the cave it is composed mainly of various kinds of stalagmites either stratified or clotted (pl. VIII, fig. 3). Barley and wheat seeds were found in the stalagmites as well as some Neolithic potsherds. Fragments of medieval potteries were found in the upper part of the layer.

The section of the Koziarnia cave is very much like that described above (fig. 5, 6; pl. VI, fig. 2). Its description is given in another paper (Chmielewski et al. 1967).

A big collection of middle paleolithic artifacts of Micoque-Prądnician culture was gathered during the investigations in Wylotne rock-shelter (fig. 7; pl. III, fig. 1; pl. IV, fig. 1, 2).

Sediments of the outer-type cave were much more destroyed by external agents than sediments of the inner-type cave. Hence relatively few layers were distinguished and the composition of profile is complicated and disturbed (fig. 8, tabl. IB). The division of the profile of the sediments into two different sets of strata is very clear.

*Layer 8* — the lower, silty-sand set resembles the lower set of the Koziarnia cave (pl. VII; fig. 1, 2).

*Layer 7* — dark brown loam preserved only in some disrupted lenses and packets.

*Layer 6* — brownish grey silty loam with smoothed limestone rubble.

*Layer 5* — black culture layer with chemically weathered limestone debris. It occurs as thin, disrupted, irregular lenses. In layers 7, 6 and 5 there are 3 cultural horizons.

*Layer 4* — loess stratum with sharp edged limestone rubble, which varies in amount and size. Calcium carbonate agglutinated a large part of this layer.

*Layer 3* — light yellow loess with limestone rubble in small quantities. This sediment filled up depressions in the upper surface of the underneath layers. Some upper Paleolithic artifacts, typologically not very clear, were found in this layer.

*Layer 2* — fine sharp edged limestone rubble with light yellow silt.

*Layer 1* — black or grey soil with limestone rubble of different sizes. There are Neolithic artifacts in the lower part of this layer and some medieval potsherds in the top part.

The type of sediments in the other caves in the Cracow Upland resembles that described above. The differentiation into two parts — the lower one of aqueous deposits and the upper one — accumulated in dry caves — is very common. The division of the upper set into 2 parts — one composed of smoothed limestone rubble with dark brown loam, the other of sharp edged rubble with loess material — is very common too.

## LABORATORY EXAMINATIONS

Limestone debris and loam — the main components of the upper set of the cave sediments alternate in sections. This alternation is connected with climatic fluctuations during the sedimentation. Laboratory examinations aimed at the quantitative determination of the fluctuations. Usually a whole series of samples is taken from some sections of a cave. A detailed description of the methods of analyses (cf. Lais 1941, Chavaillon-Dutrievoz 1955, Bonifay 1957, Schmid 1958, Vértés 1959, Laville 1964) will be given in another paper. The following analyses were made:

1. Grain size.

2. Shape of limestone debris. The following morphological classes of limestone debris were distinguished.

I. Debris with even surfaces (not pitted): IA — smooth particles, IB — particles with smooth edges, IC — sharp-edged particles;

II. Corroded debris with pit-like hollows: IIA — smooth particles, IIB — particles with smooth edges, IIC — sharp-edged particles;

III. Particles with different facets (e.g. one side fresh and the other chemically weathered);

IV. Particles with fresh, unweathered surface — broken in the sediment.

Three kinds of particles are distinguished to illustrate the grade of smoothness of limestone debris (fig. 10):

smooth limestone rubble (the sum of classes IA and IIA),

limestone rubble with smooth edges (the sum of classes IB and IIB),

sharp-edged limestone rubble (the sum of classes IC and IIC).

3. Porosity of surfaces of limestone debris.

4. Content of alkali-soluble organic matter („humus”).

5. Iron compounds.

## SEDIMENTATION PROCESSES IN THE DRY CAVES

It is possible to reconstruct the sedimentation processes in the caves on the observations of contemporary sedimentation in the caves and on changes of sediments in their vertical and horizontal distribution.

The sedimentation of the limestone debris with loam began in the caves of the Cracow Upland after they had been drained. The caves had different shapes and sizes at that time than they have now. The limestone debris resulted from the desintegration of cave walls and roof. The primary size of the cave at the moment when the sedimentation of the upper set had begun may be determined by counting the total volume of the debris and comparing it with the contemporary empty space of the cave. Such a comparison shows that the empty space of the Nietoperzowa cave was some tens of percent bigger than it is now (fig. 9).

The main factor of the crumbling of the limestone roof and walls of the cave is the frost weathering — desintegrational activity of freezing water in the fissures, and to some degree — its dissolutorial activity. The size of the particles depends on the density of the fissures in the rock and on the intensity of the freezing and refreezing processes. The origin of the limestone rubble in the different layers is very much alike but the morphology of the debris varies from layer to layer. The sharp-edged particles without traces of chemical weathering accumulate during the periods of the maximal activity of the freezing and refreezing processes, as is shown in layers 3 and 9 of the Nietoperzowa cave and layer 11 of the Koziarnia cave.

Water percolated through the fissures inside the rock and dropped into the



cave during the warm and humid periods smoothing the rock particles by chemical and mechanical action. Rainwater, before reaching the cave space, is enriched with  $\text{CO}_2$  and humic acid, from the atmosphere and the soil on the surface of the rock above the cave (Caumartin & Renault 1958). This acidity might be preserved during the transport of the water through the fissures or even enriched by the activity of bacteria and algae living inside the cave. The acid water acts chemically on the surface of the limestone debris leading to its porosity and softness. The slight pitting on the surface of the rubble is another form of the chemical weathering (pl. VIII, fig. 1).

Some rock particles occurring in several layers of the cave sediments have one facet chemically weathered while the other is fresh. Traces of chemical weathering on one facet only, indicated that this type of weathering had taken place before the mechanical destruction of the cave walls.

Remnants of cracking of the particles after their deposition on the cave floor occur in several layers. The disruption surfaces are fresh. Examples of this type of breaking were observed very frequently in layer 8 of the Nietoperzowa cave. The freezing and thawing of the superficial part of a sediment were the main factors at work in these circumstances during the cold periods.

Cave loam is the other important component of the cave sediments. It is mainly material washed into the cave through the entrance and fissures. The composition of the cave loam depends mainly on the sediments covering the surface of the rock above the cave. Loess-like silt and a small amount of residual clay are the main components of the cave loam in the Cracow Upland. The amount of organic matter and iron compounds in cave loam is bigger if during their formation a soil developed on the rock above the cave.

Other admixtures occur side by side with the components described above. They are organic man-transported matter showing a high proportion of „humus” in the cultural layers, charcoals, animal bones, phosphates of an organic origin dispersed within the loam or in the shape of concretions and crusts on the surface of limestone debris (pl. VIII, fig. 2). Calcium carbonate in concretions or dispersed is a characteristic component of the layers formed under warm and humid climatic conditions. The stalagmites found in the Nietoperzowa cave are referred to the last interglacial (those in layer 13) and to the Middle Holocene horizons — layer 1 (pl. VIII, fig. 3).

The position of the cave sediments in relation to the walls and the entrance caused their further differentiation. Those situated near the entrance are affected by temperature fluctuations and very often destroyed. The sections near the entrance are less developed (Koziarnia cave) or the deposits are partly washed out (Nietoperzowa cave). More debris accumulate near the rocky walls and stalagmites are produced there because more water runs down the walls.

The type of cave deposits described above from the Cracow Upland is characteristic of our climatic zone. Many similar features occur among the cave sediments in France, Hungary, Czechoslovakia and the Alpine Countries (Schmid 1958).

The writer has made an attempt to reconstruct the sequence of the climatic changes which took place during the sedimentation.

The base of this reconstructions is founded on changes in the different features of the described cave sediments (fig. 10). The results were compared with the results of investigations carried out on fossil rodents (K. Kowalski 1961, 1962; Chmielewski et al. 1967), with the analysis of charcoals (given by Dr. M. Reymanówna) and with the age of fossil bones determined by the fluorine-chlorine-apatite tests (Wysocki-Minkowicz 1969). The conclusions are related to the climatic-stratigraphical subdivision of the Quaternary worked out by S. Z. Różycki (1967). They are illustrated on chart 1.

Chart 1\*

Correlation of sedimentation processes in dry caves with the climatic-stratigraphical scheme of S. Z. Różycki (1967)

Sedimentation processes in the caves	Climate	Symbols of layers			Stratigraphical scheme (Różycki 1967)
		N	K	W	
Deposition of sinter, formation of the soil in the front part of the cave	warm, humid	1 2	1 2	1	
Solifluction, frost weathering of the walls and roofs, accumulation of fine, sharp edged limestone rubble and blocks; accumulation of loess in front part of the cave, formation of dike-like taluses on the drip-line	arctic	3	3—7	2	<i>G IV max.</i>
Wash in of loamy material through the cracks, smoothing of the debris	cool	4, 5a	8	—	<i>G IV—1/max.</i>
Mechanical weathering, accumulation and slight smoothing of debris, wash in of loess	cold, humid	5b, 6, 7a	9	3	<i>G IV—1</i>
Wash in of loess, loam and limestone sand, corrosion of rocky walls, fall of large blocks from the roof, chemical weathering of debris and bones	moderately warm, humid	7b, 8	10	—	<i>G IV—2/—1</i>
Solifluction, mechanical weathering of the roof and walls, accumulation of sharp-edged rubble, breaking of limestone pieces in the deposit, accumulation of loess in the front part, formation of dike-like talus	arctic, dry	9	11, 12	4	<i>G IV—2</i>
Wash in of loam, smoothing of debris, lack of debris sedimentation	moderately warm, humid	10a	13, 14	5 6	<i>J III/IV+2</i>
Mechanical weathering, accumulation and smoothing of debris, wash in of loess	cold, humid	10b	15— 17	—	<i>J III/IV+1/+2</i>
Accumulation of loam, chemical weathering of limestone debris	moderately cool	11a	18, 19	7	<i>J III/IV+1</i>
Mechanical weathering, accumulation of debris, wash in of loam	cool	11b	20	—	<i>J III/IV Opt./+1</i>
Wash in loess, followed by accumulation of loam, deposition of sinter, intensive chemical weathering of rocky walls and debris	warm	12, 13, 14a	—	—	<i>J III/IV Opt.</i>
Mechanical weathering, accumulation of sharp-edged rubble, deposition of loess	artic	14b— 16	—	—	<i>G III</i>

\* Abbreviations: N — Nietoperzowa cave, K — Koziarnia cave, W — Wylotne rock-shelter.

In the writer's opinion careful field observations accompanied by additional results of simple laboratory examinations of samples will allow a reconstruction of the climatic changes. In some cases they are sufficient for the age determination of cave sediments not bearing archaeological and paleontological materials.

*Laboratory of Quaternary Geology  
Institute of Geological Sciences  
Polish Academy of Sciences  
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 93  
Warsaw, May 1967*

---

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ I—VIII

DESCRIPTION OF PLATES I—VIII

PL. I

Fig. 1

Widok na skałkę w górnej części Doliny Będkowskiej z widocznym otworem Jaskini Nietoperzowej

Rocky hill in the upper part of Będkowska valley showing the entrance to Nietoperzowa cave

Fig. 2

Skałki w dolince Koziarni z widocznym otworem jaskini Koziarni

Rocks in Koziarnia ravine showing the entrance to Koziarnia cave

PL. II

Fig. 1

Grzebień skalny w Dolinie Saspowskiej, w którym usytuowane jest Schronisko Wylotne

Rock in Saspówka valley where the Wylotne rock-shelter is situated

Fig. 2

Otwór Jaskini Nietoperzowej  
The entrance to Nietoperzowa cave

## PL. III

Fig. 1

Ogólny widok Schroniska Wylotnego  
Wylotne rock-shelter

Fig. 2

„Chłopki lodowe” w jaskini Koziarni  
Ice stalagmites in Koziarnia cave

## PL. IV

Fig. 1

Fragment serii lessowo-gruzowej Schroniska Wylotnego  
Fragment of Wylotne rock-shelter sediments composed of loess and limestone debris

Fig. 2

Przekrój poziomy osadów Schroniska Wylotnego  
Horizontal section of Wylotne rock-shelter sediments

## PL. V

Fig. 1

Warstwa 6 (kulturowa) w Jaskini Nietoperzowej  
Culture layer 6 of Nietoperzowa cave

Fig. 2

Skupienie kości niedźwiedzia jaskiniowego w Jaskini Nietoperzowej  
Concentration of bones of *Ursus spelaeus* in Nietoperzowa cave

## PL. VI

Fig. 1

Fragment osadów interglacjalnych Jaskini Nietoperzowej  
Fragment of the interglacial deposits of Nietoperzowa cave

Fig. 2

Dolna granica serii gruzowo-głiniastej jaskini Koziarni  
Lower boundary of sediments composed of limestone debris with loam in Koziarnia cave

## PL. VII

## Fig. 1

Fragment serii mułowo-piaszczystej jaskini Koziarni  
Fragment of aqueous silty-sand deposit in Koziarnia cave

## Fig. 2

Fragment serii mułowo-piaszczystej Schroniska Wylotnego  
Fragment of aqueous silty-sand deposit in Wylotne rock-shelter

## PL. VIII

- 1 — Okruchy wapienia z jamkowatymi zagłębieniami korozyjnymi.  
Limestone particles with corrosional pit-like hollows.
- 2 — Okruchy wapienia ze skorupką fosforanową na powierzchni.  
Limestone particles covered by a crust of phosphates.
- 3 — Fragment nacieku z Jaskini Nietoperzowej.  
Fragment of calcareous crust from Nietoperzowa cave.

*Fotografie wykonali W. Chmielewski i T. Madeyska-Niklewska*  
*Photographs by W. Chmielewski and T. Madeyska-Niklewska*



Fig. 1

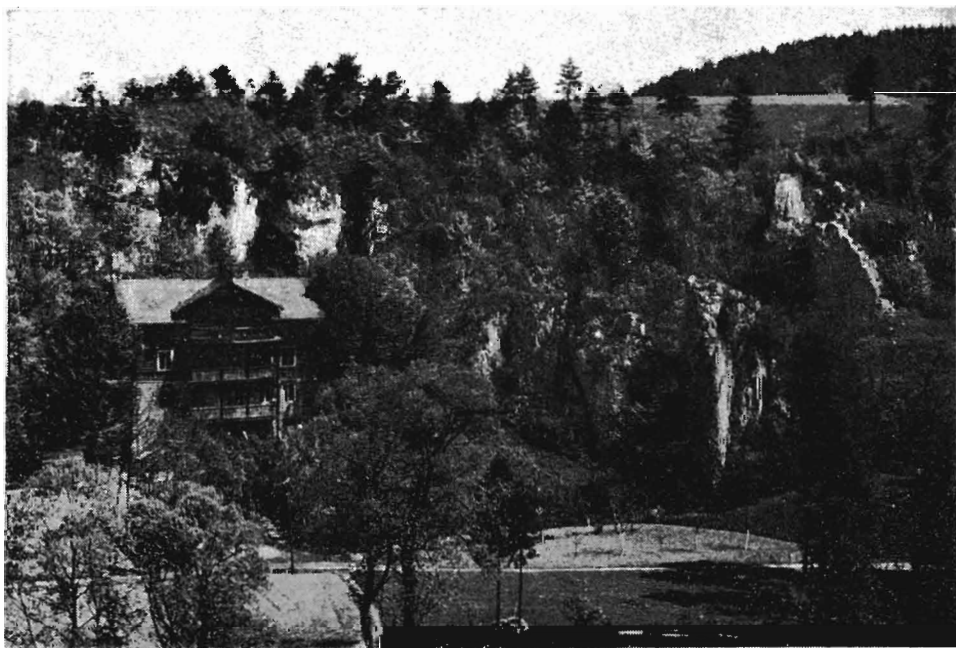


Fig. 2



Fig. 2



Fig. 1



Fig. 1

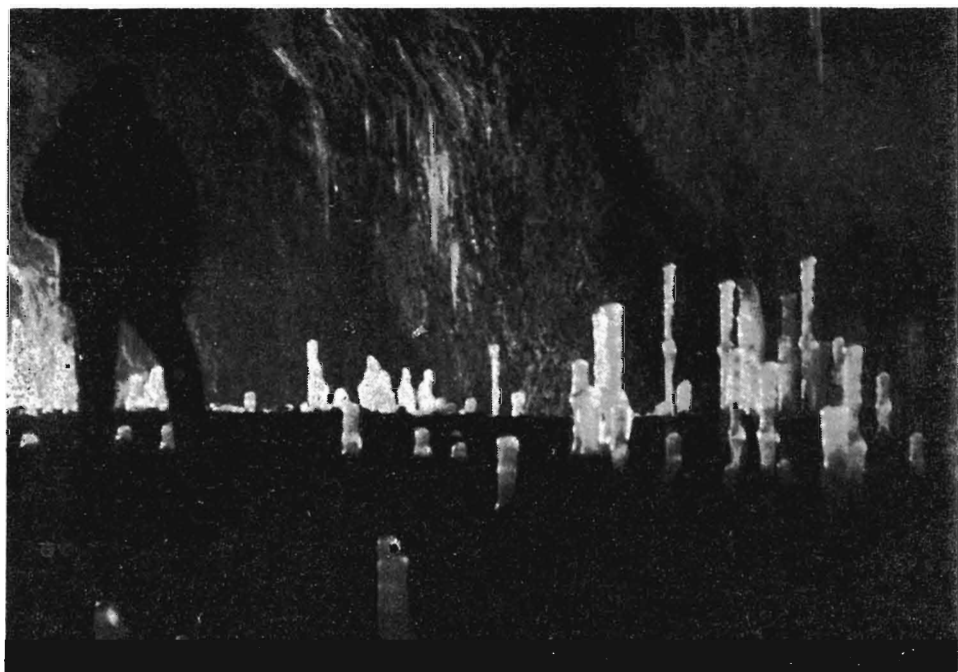


Fig. 2





Fig. 1

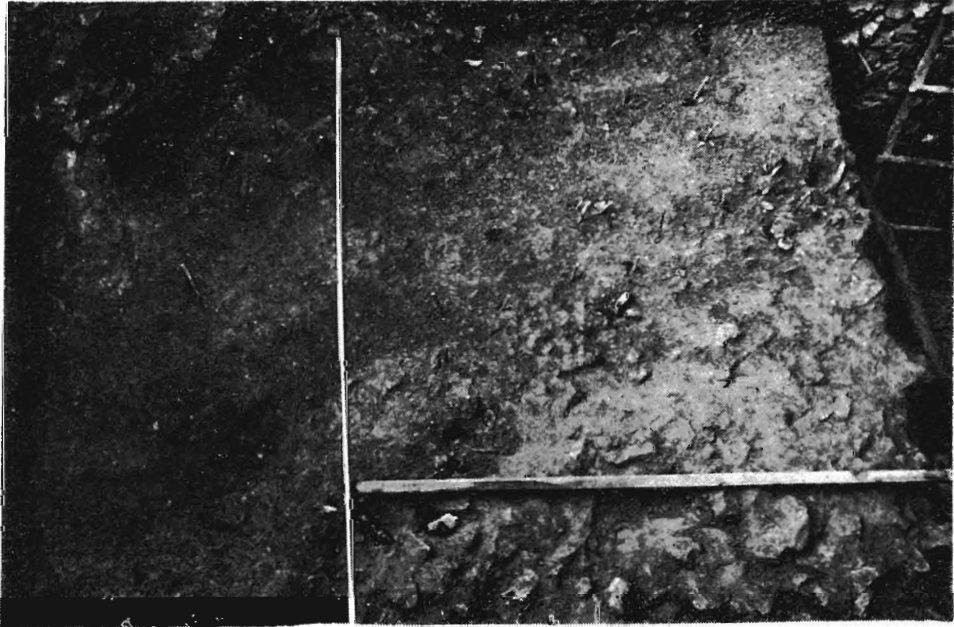


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

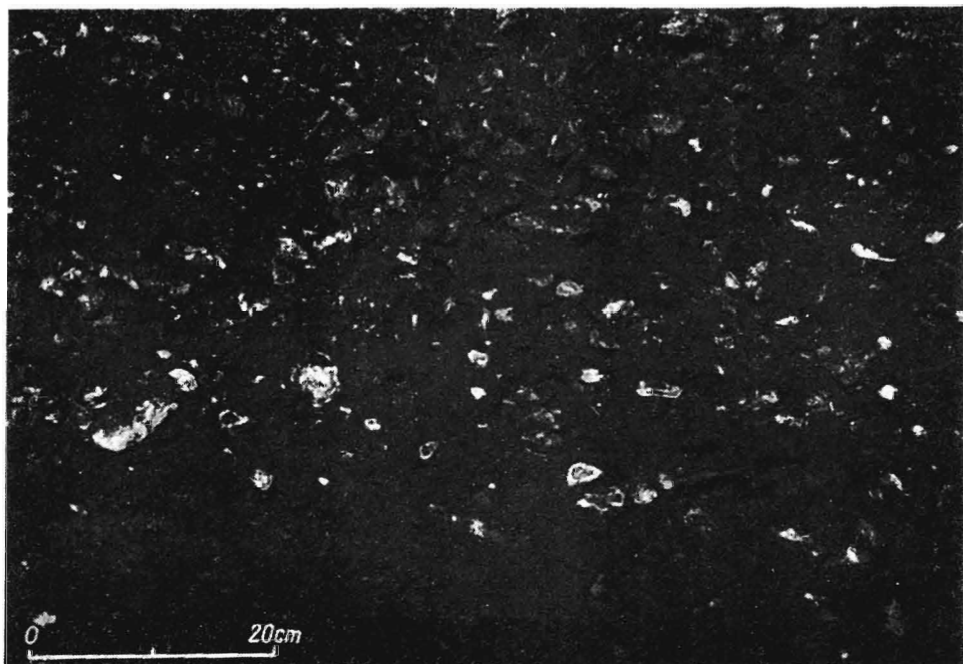


Fig. 1

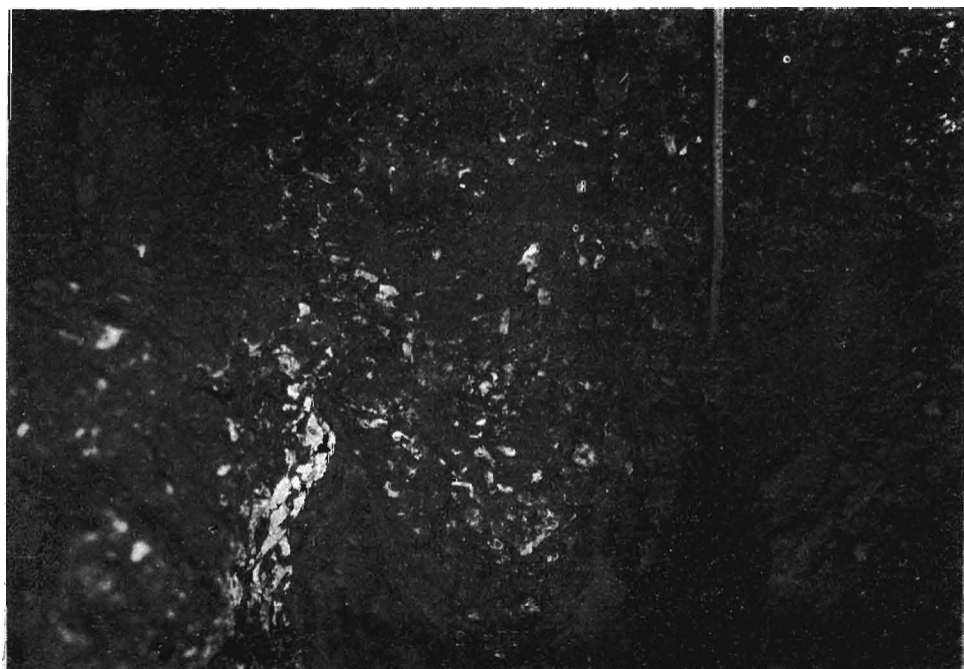


Fig. 2

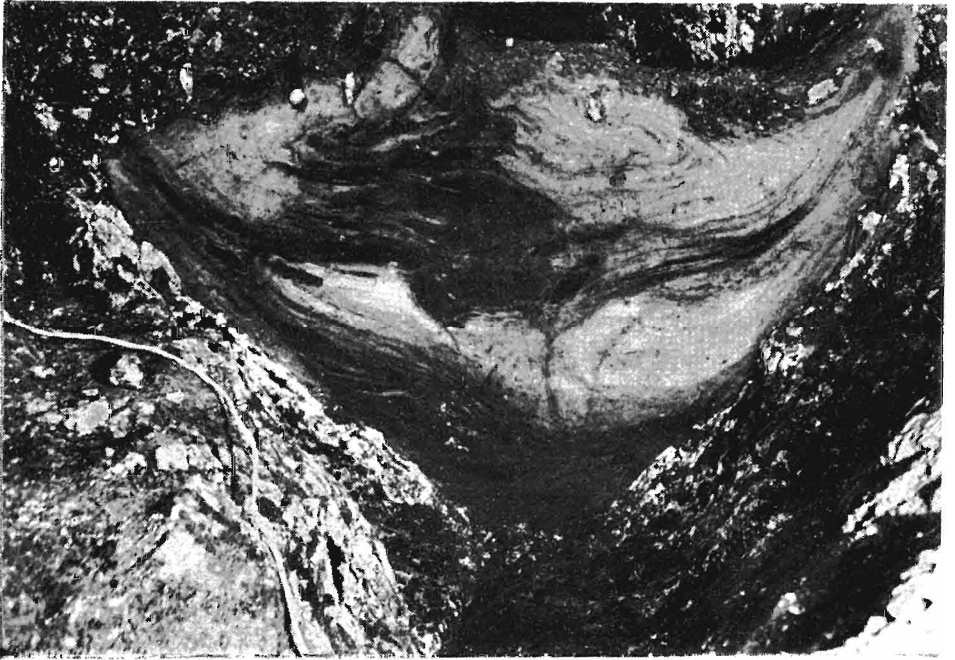


Fig. 1

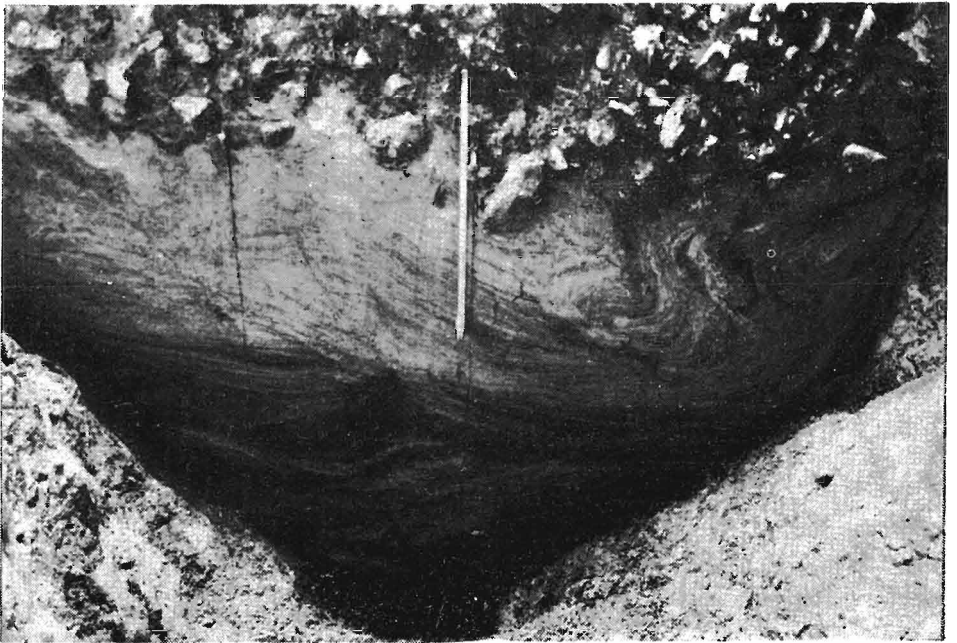


Fig. 2

