

Krzysztof BĄK, Waław CABAJ, Grzegorz HACZEWSKI

Instytut Geografii WSP – Kraków

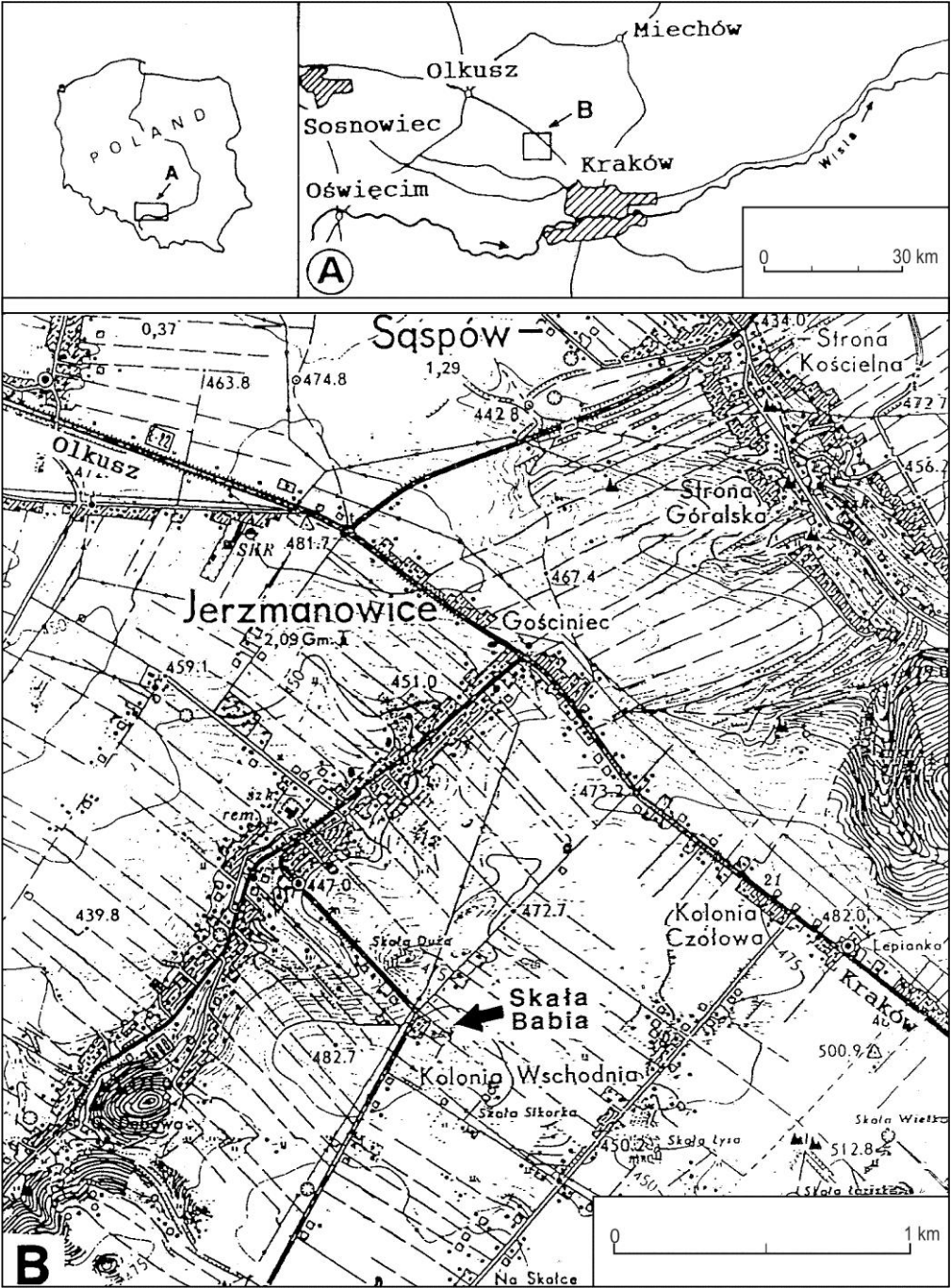
GEOMORFOLOGICZNO-GEOLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA SKUTKÓW ZJAWISKA W JERZMANOWICACH

GEOMORPHOLOGICAL AND GEOLOGICAL EFFECTS OF THE VIOLENT EVENT AT JERZMANOWICE

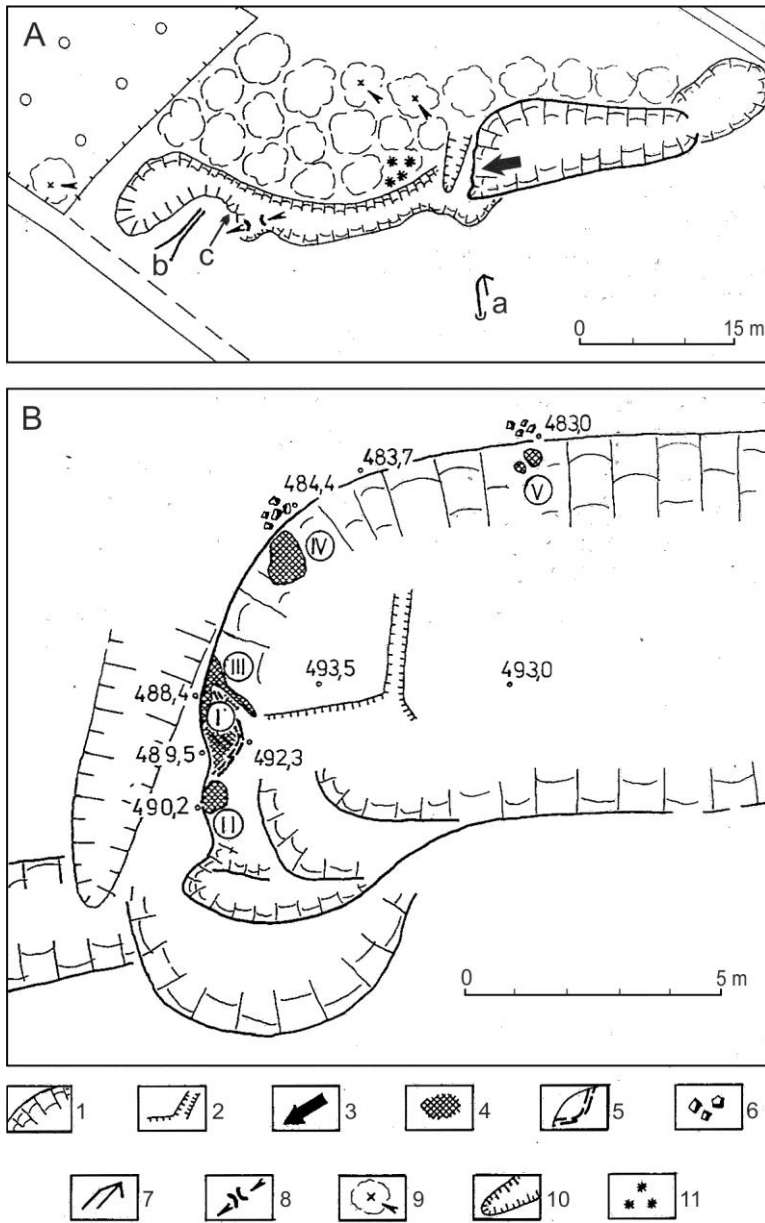
Przedstawiono tu obserwacje skutków zjawiska w Jerzmanowicach na powierzchni terenu w rejonie Skały Babiej. Pierwsze obserwacje zostały wykonane przez autorów dniami 19 I oraz 5, 8 i 12 II 1993 r. Uwzględniono też informacje od osób mieszkających w pobliżu Skały Białej i osób, które oglądały miejsce zdarzenia częściej niż autorzy. Próbką materiału skalnego, pobraną z powierzchni płata śniegu (a na rys. 8) dnia 19 I 1993 r., przekazano prof. A. M a n e c k i e m u z Zakładu Mineralogii i Geochemii AGH. Celem obserwacji było znalezienie przesłanek geomorfologicznych i geologicznych dla wyjaśnienia natury zjawiska.

Położenie i opis Skały Białej. Miejscowość Jerzmanowice jest położona przy drodze Kraków-Olkusz w północnej części województwa krakowskiego (rys. 1). W podziałach fizycznogeograficznych teren ten należy do subregionu Wyżyny Krakowskiej zwanego Płaskowyżem Ojcowskim (Gilewska, 1972) lub Wyżyną Olkuską (Kondracki, 1978). Wierchowina płaskowyżu jest położona na wysokości 450-480 m n.p.m. Nad nią wznoszą się liczne ostańce, niekiedy o ostrych kształtach, sięgające do ok. 30 m ponad bezpośrednie otoczenie (rys. 1B). Najwyższym zniesieniem jest Skała Wielka (512,5 m n.p.m.). Otaczający teren wznosi się najwyższej nad poziom morza w południowej części Wyżyny Krakowskiej.

Skupienia skałek wapiennych są uważane za wypreparowane przez denudację ciała wapieni sinicowo-gąbkowych, które otoczone były przez odmiany wapieni mniej odporne na erozję oraz przypuszczalnie margle. Pod wapieniami sinicowo-gąbkowymi, na zboczach dolin Szklarki i Będkówki, zalegają wapienie skaliste z przewagą wa-



Rys. 1. Położenie miejsca wybuchu
Fig. 1. Location of the xplosion site



Ryc. 2. Zmiany w Skale Białej spowodowane eksplozją

1 – ściany skalne, 2 – krawędzie poszerzonych szczelin, 3 – miejsce eksplozji, 4 – miejsca ubytku materiału skalnego, 5 – przemieszczony blok skalny, 6 – gruz u podnóża skały, 7 – bruzdy na powierzchni terenu, 8 – domniemane przebicie nasypu, 9 – drzewa i krzewy ze śladami uszkodzeń, kierunek lotu odłamków, 10 – rów, 11 – wysypisko śmieci, I-V – miejsca ubytku skały, a – bruzdy, b – szeroka bruzda, c – przemieszczony blok skalny

Fig. 2. Changes on Skala Biała crag caused explosion

1 – limestone cliffs, 2 – margins of widened joints, 3 – centre of explosion, 4 – places of rock wastage, 5 – displaced block, 6 – debris at foot of cliff, 7 – furrows in ground, 8 – possible puncture of debris heap, 9 – damaged trees and bushes, arrows show direction of rock fragments movement, 10 – trench, 11 – garbage dump, I-V – places of rock wastage, a – furrows, b – wide furrow, c – displaced block

pieni organodetrytycznych. Na głębokości kilkunastu do ok. 100 m pod dnem pobliskich dolin zalegają, stwierdzone wierceniami, utwory paleozoiczne z intruzjami magmowymi (Bukowy, 1974) i licznymi przejawami mineralizacji polimetalicznej. Od Skały Babiej ku południo-wschodowi rozciąga się lokalna dodatnia anomalia geomagnetyczna, zwana anomalią Bębła (Dąbrowski, Karaczun, 1971).

Na powierzchni wierzchowiny występuje pokrywa lessowa o miąższości do 10 m (Czeppe, 1972). Na wychodniach wapieni gleba jest kamienista; obok okruchów wapieni liczne są w niej krzemienie, będące pozostałością po zwietrzeniu wapieni otaczających wapienie skaliste.

Skała Babia znajduje się w przysiółku Kolonia Wschodnia, ok. 800 m na południo-wschód od centrum Jerzmanowic, przy zakręcie drogi do Łaz (rys. 1B). Jest ona jedną z mniej wyróżniających się skałek (rys. 3); o 1 km na południo-wschód od niej znajduje się grupa skałek o ostrzejszych kształtach, obejmująca najwyższe wzniesione punkty w promieniu 30 km. W odległości ok. 200 m od Skały Babiej znajdują się inne podobne do niej skaliste wzniesienia. Jaskinie krasowe należą do charakterystycznych form w tej części wapiennej wyżyny, ale najbliższe znane jaskinie są odległe o ponad 1 km od Skały Babiej.

Skała Babia tworzy wąski grzbiet o długości ok. 20 m, rozciągający się w kierunku wschód-zachód (rys 2). Najwyższy punkt (493,5 m n.p.m.) znajduje się na zachodnim



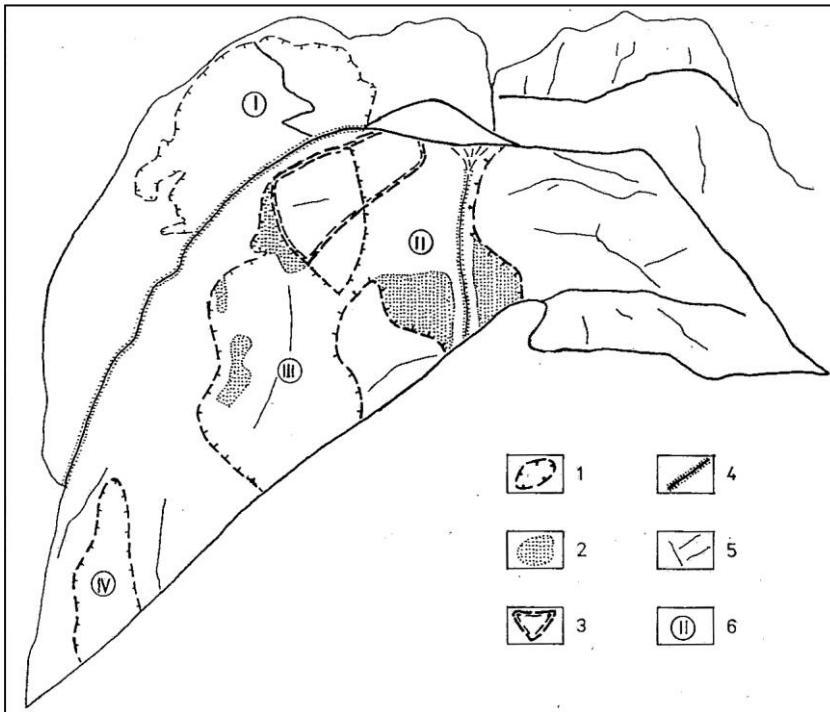
Rys. 3. Widok Skały Babiej od południa
Strzałką wskazano miejsce eksplozji

Fig. 3. View of Skała Babia from the south
Arrow points to the centre of explosion

skraju grzbietu. Na południe grzbiet opada stromym skalistym stokiem o wysokości do ok. 4 m, przechodzącym niżej w umiarkowanie nachylony stok gruzowy, porośnięty trawą. Na północ od grzbietu opada pionowa ścianka skalna o wysokości do 10 m. Ku zachodowi od wierzchołka opada również pionowa ścianka, wysoka od ok. 4 do 10 m, której podnóże pochylone jest ku północy.

U podnóża zachodniej ścianki daje się rozpoznać ślad rowu o szerokości ok. 2 m, który według informacji mieszkańców był rowem strzeleckim, wykutym w skale w pierwszej połowie lat czterdziestych. Rów jest niemal całkowicie wypełniony gruzem skalnym i różnymi odpadkami. Większe nagromadzenie odpadków (liczne przedmioty metalowe, szklane, odpadki organiczne) znajdują się ok. 10 m na północ-zachód od wierzchołka skałki (rys. 4). W zachodnim przedłużeniu skałki biegnie niski, do 2 m wysokości, grzbiet o łamanym zarysie, z wyraźnymi śladami eksploatacji kamienia, częściowo pokryty wysypiskiem odpadków (rys. 2A).

Skała Babia jest zbudowana z wapieni skalistych oksfordu (Malinowska i in., 1973), podobnie jak inne skałki na wierzchowie w okolicy Jerzmanowic. W budowie



Rys. 4. Zachodnia ściana Skały Babiej – widok od południo-wschodu

1 – granice oddzielnego materiału skalnego, 2 – nie zwiertzałe powierzchnie w miejscach oddzielenia, 3 – granice poruszonego bloku skalnego, 4 – poszerzone szczeliny, 5 – szczeliny, 6 – numeracja miejsc oddzielenia materiału skalnego

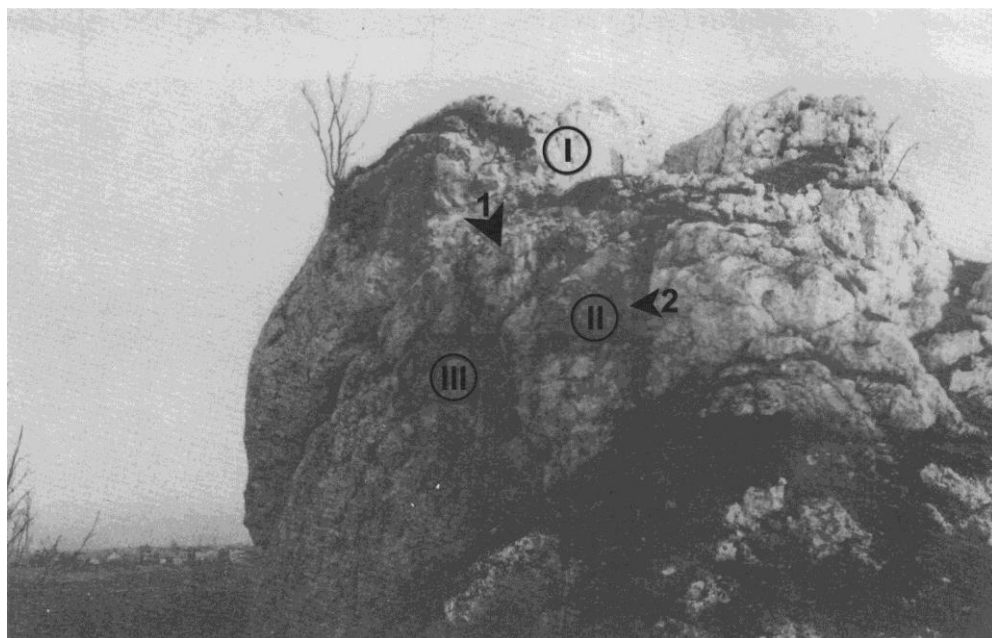
Fig. 4. Western side of Skała Babia – view from south-west

1 – limits of areas of rock wastage, 2 – non-weathered parts of the rock-wastage areas, 3 – contours of

skałki przeważa wapień sinicowo-gąbkowy. Jest to bardzo czysty wapień, zbity, o niewielkiej porowatości, zawierający lokalnie dość liczne pustki pierwotne o wielkości do ok. 10 mm. Wapień jest silnie spękany, z wieloma szczelinami poszerzonymi krasowo. Skałka jest częściowo porośnięta trawą. Pod szczytem od zachodu ze ściany skalnej wyrasta krzew o wysokości ok. 1 m. Od zachodu przylega do skałki ogrodzony ogród; z pozostałych stron skałkę otaczają pola uprawne (rys. 2A). Najbliższe budynki mieszkalne znajdują się w odległości ok. 100 m od szczytu skałki: cztery od zachodu, jeden od południa.

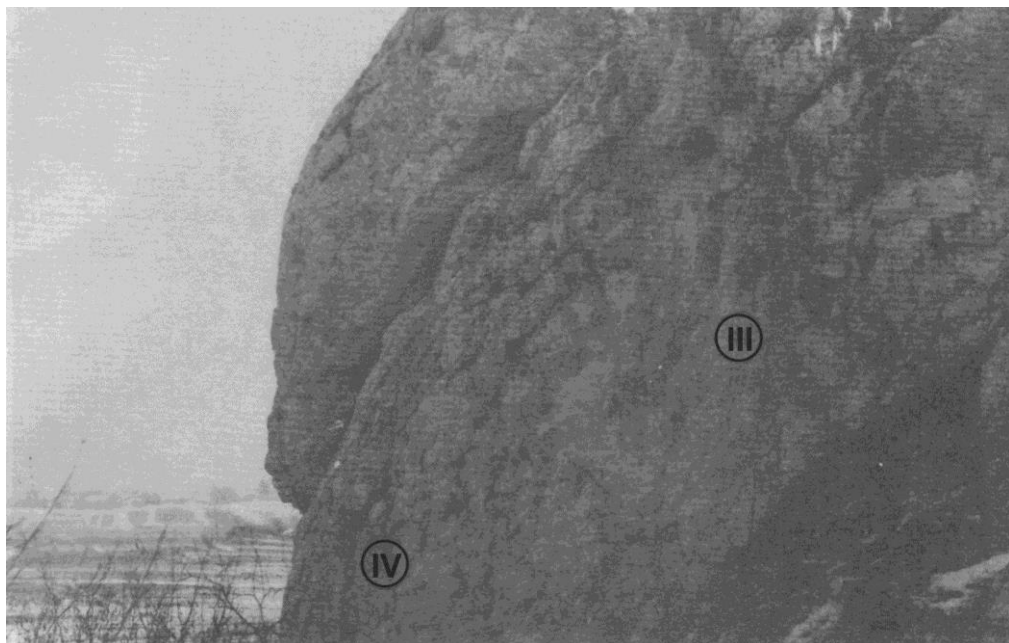
Zmiany powstałe po wybuchu. Zmiany na Skale Babiej powstałe po wybuchu polegają na ubytku skały o znacznej objętości, głównie w jej szczytowej partii, i rozrzuconiu rozdrobnionego materiału skalnego w okolicy. Na powierzchni terenu, na drzewach, krzewach, budynkach powstały liczne ślady uderzeń odłamkami skalnymi. Większe ubytki w obrębie skałki stwierdzono w pięciu miejscach (I-V na rys 2B, rys 5-7).

I. Na wierzchołku zachodniej części skałki (I na rys. 2B, rys 5); pionowa powierzchnia oddzielenia (I na rys. 5) była wcześniej zwietrzała oraz częściowo wypeł-



Rys. 5. Miejsce największych zmian na wierzchołku i zachodniej ścianie
I, II, III – miejsca ubytków skały, 1 – poruszony blok skalny, 2 – zwietrzała powierzchnia miejsc oddzielenia

Fig. 5. Area of greatest damage near the top and west wall
I, II, III – sites of rock wastage, 1 – displaced block, 2 – weathered surface of rock wastage areas



Rys. 6. Zwietrzałe powierzchnie (III, IV) odsłonięte po oddzieleniu części skały

Fig. 6. Weathered surfaces (III, IV) exposed by rock wastage

niona wmywaną od góry zwietrzeliną i glebą. Poniżej tego ubytku znajdował się blok skalny o objętości ok. 1 m^3 (1 na rys. 5 i 7), oderwany od skałki wzdłuż powierzchni szczelin i przemieszczony o kilkanaście centymetrów (2 na rys. 5); blok ten został zrzucony 11 II 1993 przez właściciela terenu, gdyż zagrażał licznie tam przebywającym osobom.

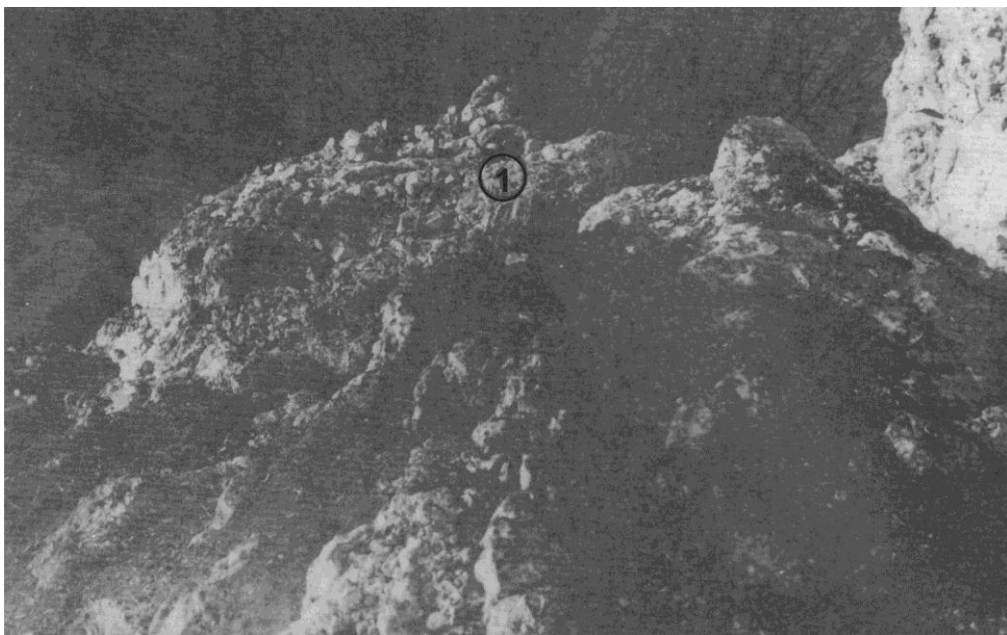
II. Na zachodniej ścianie skałki (II na rys. 2B); materiał skalny oddzielił się wzdłuż spękań poszerzonych w górnej części (II na rys. 5); powierzchnia oddzielenia była zwietrzała i graniczyła od góry ze ścianą poruszonego bloku skalnego (2 na rys. 5).

III. Na zachodniej ścianie skałki (III na rys. 2B); powierzchnia oddzielenia była zwietrzała, ze śladami wmycia zwietrzliny; od góry graniczyła z boczną ścianą poruszonego bloku skalnego.

IV. Na zachodniej ścianie skałki (IV na rys. 2B i 4, rys. 7); materiał skalny oddzielił się wzdłuż zwietrzalej powierzchni spękania, ale bez śladów wmycia zwietrzliny i humusu; u podnóża ściany leżał świeży gruz skalny w ilości odpowiadającej temu ubytkowi.

V. na północnej ścianie skałki (V na rys. 2B); powierzchnie oddzielenia były stosunkowo świeże; oderwany materiał leżał u podnóża ściany.

Znaczna część powierzchni odsłoniętych po gwałtownym usunięciu materiału skalnego jest zwietrzała, co jest podkreślone przez:



Rys. 7. Widok poruszonego bloku skalnego (1) od góry

Fig. 7. Displaced block (1) viewed from above

- zmianę barwy wapienia z kremowej na białą-szarą,
- struktury skały ujawnione przez nadtrawienie,
- wmytą od góry zwietrzelinę i glebę w miejscach poszerzonych.

Niektóre z tych powierzchni nawiązują do kierunków spękań w skałce. Oddzielony materiał był słabo związany z resztą skałki. Na odsłoniętych powierzchniach oddzielenia nie stwierdzono śladów uderzenia, wgniecenia, zarysowania ani otarcia. Materiał skalny oddzielony z miejsc IV i V leży u podnóża ściany. Materiał z miejsc I, II i III został przemieszczony na większe odległości.

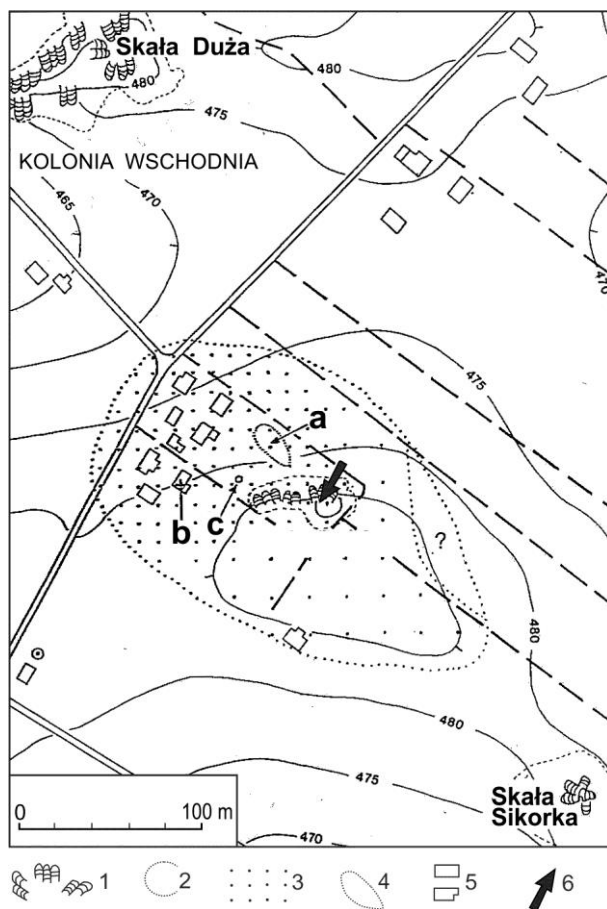
Objętość oderwanego materiału skalnego. Szacunkową objętość ubytku skały określono na podstawie powierzchni widocznych śladów, ich stosunku do obecnego kształtu ścian, porównania ze zdjęciami archiwalnymi (fotografie z lat 1963 i 1968 otrzymano od J. G u t a) oraz na podstawie ustnych informacji od mieszkańców.

Ocenioną w ten sposób powierzchnię i objętość oderwanych fragmentów skał przedstawia poniższe zestawienie:

- ślad I – $2,4 \text{ m}^2$ – $1,5 \text{ m}^3$
- ślad II – $1,1 \text{ m}^2$ – $0,2 \text{ m}^3$
- ślad III – $2,0 \text{ m}^2$ – $0,4 \text{ m}^3$
- ślad IV – $1,4 \text{ m}^2$ – $0,2 \text{ m}^3$
- ślad V – $1,0 \text{ m}^2$ – $0,1 \text{ m}^3$

Całkowita objętość oderwanych fragmentów skał wynosi ok. 2,5 m³, zatem ich wagę można szacować na ok. 5-6 ton.

Zasięg rozrzutu. Strefa rozrzutu odłamków skalnych przedstawiona jest na rys. 8. Zasięg strefy rozrzutu określony jest z pewnym przybliżeniem na podstawie własnych obserwacji występowania ostrokrawędzistych okruchów wapiennych o niezwykłych powierzchniach i relacji okolicznych mieszkańców. Minimalny



Rys. 8. Zasięg rozrzutu materiału wokół Skały Babiej

1 – ściany skalne, 2 – minimalny stwierdzony zasięg rozrzutu, 3 – strefa maksymalnego i minimalnego rozrzutu, 4 – płat śniegu, z którego pobrano próbkę materiału do badań petrograficznych, 5 – zabudowania, 6 – miejsce eksplozji

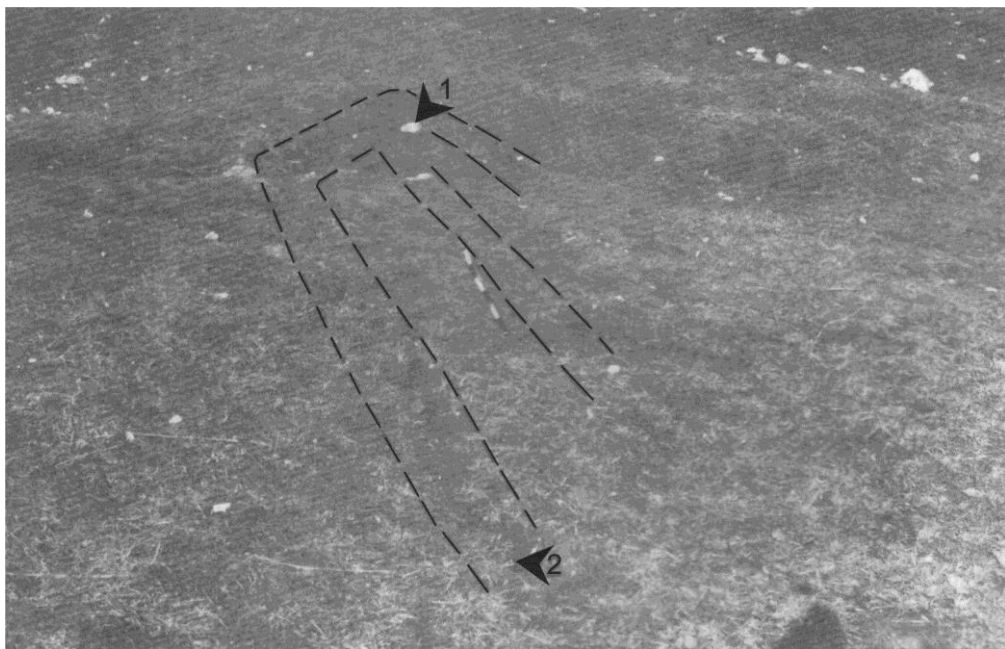
Fig. 8. Dispersal of rock fragments around Skala Babia

1 – cliffs, 2 – minimum proven extent of rock fragments, 3 – dense and less dense distribution of fallen rock debris, 4 – patch of snow which a sample was taken for mineralogical analysis, 5 – buildings, 6 – centre of explosion

Stwierdzony zasięg określono na ok. 140 m. Znaczna ilość okruchów skalnych została wyzbierana przez mieszkańców uszkodzonych domów i przez bardzo licznych odwiedzających.

Rozrzucony w okolicy materiał skalny został znacznie rozdrobniony. Przeważają okruchy wielkości ok. 1-5 cm. Największa ich ilość spadła na zachód od szczytu skałki w odległości do 100 m. Według relacji mieszkańców, największe okruchy skalne ważyły kilkanaście kilogramów i spadły w odległości kilkudziesięciu metrów na zachód od skałki, wśród zabudowań. Większe fragmenty skał leżą bezpośrednio pod miejscami oderwania oznaczonymi IV-V na rys. 2B.

Uszkodzenia budynków odtworzone są głównie na podstawie relacji mieszkańców. Największe szkody zostały naprawione w pierwszych dniach po zdarzeniu. Zwrócone ku skałce eternitowe dachy domów mieszkalnych i zabudowań gospodarskich położonych na zachód od skałki zostały podziurawione, niewątpliwie odłamkami skalnymi, które powpadały na strychy i do mieszkań. Jedyne dach, który nie był jeszcze naprawiony 19 I (b na rys. 8), miał w przybliżeniu jeden kilkucentymetrowy otwór na 1 m² powierzchni dachu. Największy otwór miał ok. 15 cm i był położony blisko szczytu dachu, ok. 6 m nad ziemią. Jeden z odłamków wpadł przez szybę do pokoju i doleciał do przeciwległej ściany (w budynku J. Guta). W wielu miejscach uszkodzone zostały tynki, rynny, blaszany parapet, powybijane szyby.



Ryc. 9. Bruzdy u południowego podnóża Skały Babiej

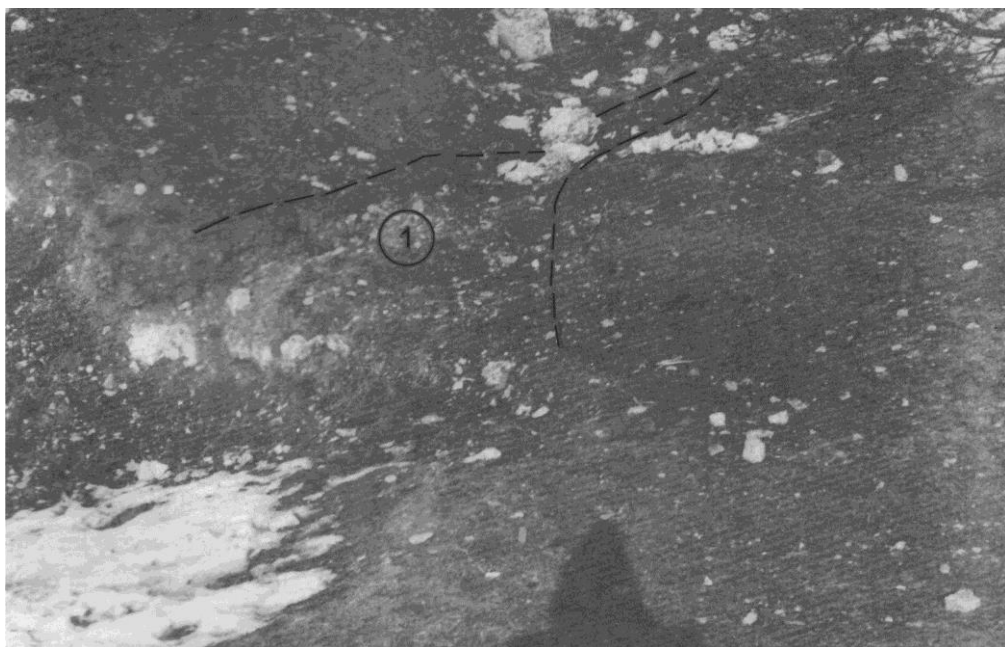
1 – okruch odsłonięty po rozerwaną darnią, 2 – zagłębienie na końcu bruzdy

Fig. 9. Furrows on southern slope of Skała Babia

1 – rock fragment exposed beneath soil, 2 – deepened end of furrow

Liczne ślady urazów mechanicznych widoczne były na roślinach znajdujących się na zachód od skałki. Cienkie, giętkie, młode pędy na szczytach drzew i krzewów u zachodniego podnóża skałki były poćcinane ; uszkodzenia kory na niektórych pniach miały postać zadrapań i zgnieceń. Około 50 m na zachód od skałki, na pniu drzewa na wysokości ok. 2 m nad ziemią tkanka pnia została wgnieciona na głębokość ok. 1 cm. Opisane ślady wskazują, że część odłamków skalnych przemieszczała się po płaskich torach z dużą prędkością.

Bruzdy na powierzchni terenu u podnóża skałki. Po wybuchu znaleziono w dwóch miejscach charakterystyczne bruzdy na powierzchni terenu. Jedno z tych miejsc znajduje się w odległości ok. 10 m na południe od wierzchołka Skały Babiej. Są tam bruzdy o głębokości do 10 cm i szerokości ok. 10 cm. Ich przebieg jest lekko zygzakowaty, biegną promieniście w kierunku od centrum wybuchu i w tym kierunku rozgałęziają się (*a* na rys. 2A, rys. 9). W miejscu potrójnego rozgałęzienia spod rozerwanej części darni odsłonił się okruch skalny, tkwiący od dawna w glebie (1 na rys. 9). Najdłuższa bruzda jest zakończona kolistym zagłębieniem. Drugi ślad znajduje się w odległości ok. 30 m od skałki (*b* na rys. 2A, 1 na rys. 10). Ma on kształt płytkiej, rozoranej bruzdy, kończącej się lejkowatym rozszerzeniem w przydrożnym rowie. Przedłużenie śladu nie trafia w skałę (rys. 2A). W odległości



Rys. 10. Bruzda na zachód od zniszczonej skałki

1 – zarys bruzdy

Fig. 10. Furrow west of Skała Babia

1 – outline of furrow

ok. 3 m od początku tej bruzdy znajduje się blok skalny, nieco poruszony z pierwotnego położenia.

Wskazywano też inne, punktowe ślady rozerwania darni. Nie można jednak wykluczyć późniejszego ich powstania.

Okoliczni mieszkańcy wskazywali 12 II domniemany ślad przebiecia wypukłości terenu o długości ok. 3,. Dwa dni po eksplozji obserwował ten ślad geolog dr Tadeusz S ł o m k a z AGH (informacja ustna). Od domniemanych otworów wlotowego i wylotowego biegły w głąb wzgóрка, zbudowanego z porośniętych darnią okruchów skalnych, tunele o średnicy ok. 2 cm, widoczne na odległość kilkunastu centymetrów w kierunku domniemanego przebiecia.

Interpretacja. Obserwowane cechy powierzchni oderwania wskazują, że skała wapienna została oderwana wzdłuż ścian naturalnych szczelin sięgających w głąb skałki, silnie rozdrobniona niemal równocześnie z oderwaniem i odrzucona we wszystkich kierunkach, głównie jednak ku zachodowi. Odległość przemieszczenia odłam-kó, ślady uderzeń z bardzo dużą siłą w stosunku do wielkości odłamków i dowody płaskiego toru wielu z nich, wskazują na znaczne prędkości początkowe. Suma obserwacji wskazuje, że w szczelinach skały nastąpił gwałtowny wybuch. W połączeniu z obserwacjami świadków wydaje się to wskazywać na wybuch wywołany silnym wyładowaniem atmosferycznym. Wysoka temperatura mogła spowodować zamianę w parę wodną wilgoci zawartej w glebie wypełniającej niektóre szczeliny. Bardzo gwałtowny przebieg zamiany wilgoci w parę mógł spowodować wybuch, pomimo że szczeliny były częściowo otwarte.

Kruszenie i odrywanie fragmentów skał w wyniku uderzeń piorunów jest stosunkowo częste (Barnett, 1908; Astre, 1961; Revel, Martinet, 1985); na ogół doprowadza ono jedynie do grawitacyjnego przemieszczenia odspojonych fragmentów. Doniesienia o eksplozjach skał w następstwie uderzeń piorunów są stosunkowo nieliczne. Obserwowano oderwanie ponad 3 ton skał (Norin, 1986), podrzucenie do góry dużych fragmentów skalnych (Revel, Martinet, 1985), nawet wielotonowych (Barnett, 1908) lub o wadze około jednej tony, w miejscu oddalonym o dziesiątki metrów od obserwowanego miejsca uderzenia pioruna w skałę (Norin, 1986). Gwałtowna zamiana wody w parę wodną jest na ogół uznawana za proces wywołujący opisywane skutki.

Eksperymentalne wyładowania elektryczne godzące w skały wapienne prądem o natężeniu 10^5 A nie wywoływały zmian termicznych w miejscach dotkniętych wyładowaniem, przypuszczalnie z powodu bardzo krótkiego czasu trwania wysokiej temperatury (Schnitzer, Fortsmeyer, 1978). Brak zmian termicznych w przebadanych próbkach z Jerzmanowic zgodny jest z tymi obserwacjami.

Innymi typowymi śladami wyładowań elektrycznych na skałach są ślady przetopienia kwarcu i zmiany lokalnego pola magnetycznego. Żadne z tych zjawisk nie występuje jednak w skałach wapiennych (Schnitzer, Fortsmeyer, 1978).

Kręto biegnące bruzdy w darni, odbiegające promieniście od miejsca wyładowania i rozwidlające się w miarę oddalania, obserwowano na porośniętych trawą wil-

gotnych powierzchniach, w pobliżu miejsc silnych wyładowań elektrycznych (Norin, 1986; Revel, Martinet, 1985). Przebijające głębę kanały o średnicy ok. 8 mm wytworzono przez oddziaływanie na głębę wyładowaniami o parametrach zbliżonych do naturalnych wyładowań atmosferycznych (Revel, Martinet, 1985).

Podsumowując możemy stwierdzić, że obserwowane skutki zjawiska zgodne są z interpretacją jego natury jako silnego wyładowania elektrycznego między atmosferą a Babią Skałą. Żadne z obserwowanych śladów zjawiska nie wskazują na uderzenie z zewnątrz, na przykład przez meteoryt lub falę uderzeniową, jako przyczynę skruszenia i rozruczenia skał.

L i t e r a t u r a

- A s t r e G. 1961, *Effects géologiques des coups de foundre observés sur les montagnes luchonnaises*. Acad. Sci. Toulouse, Mem., t. 123 (ser. 14, t. 2).
- B a r n e t t V.H., 1908, *An example of disruption of rock by lightning on one of the Lucite hills in Wyoming*. Journal of Geology, t. 16.
- B u k o w y S., 1974. *Struktury epok tektonicznych bajkalskiej, kaledońskiej i waryscyjskiej; przedpole obszaru wyniesionego platformy wschodnioeuropejskiej – część południowo-zachodnia*. [W:] *Budowa geologiczna Polski, Tektonika, Niż Polski* (red. W. P o ż a r y s k i), Warszawa, Wyd. Geol.
- C z e p p e Z., 1972, *Rzeźba Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej*, Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, t. 1.
- D ł a b o r o w s k i A., K a r a c z u n K., 1971. *Skały czynne magnetycznie na obszarze monokliny śląsko-krakowskiej*. Kwartalnik Geologiczny, t. 15, nr 1.
- G i l e w s k a S., 1972. *Wyżyny Śląsko-Małopolskie*. [W] *Geomorfologia Polski* (red. M. Klimaszewski), t. 1 Warszawa, PWN.
- K o n d r a c k i J., 1978, *Geografia fizyczna Polski*. Warszawa, PWN.
- M a l i n o w s k a L., D e m b o w s k a J., D ł a b o r o w s k a Z., 1973, *Jura górna; Wyżyna Krakowsko-Wieluńska*. [W] *Budowa geologiczna Polski, Stratygrafia, Mezozoik* (red. S. S o k o ł o w s k i). Warszawa, Wyd. Geol.
- N o r i n J., 1986. *Geomorphological effects of lightning*. Zeitschrift fur Geomorphologie, t. 30, nr 2.
- R e v e l J.-C., M a r t i n e t I., 1985, *Étude de simulation d'impacts de foundre sur les sols*. Comptes Rendus des Seances de l'Academie des Sciences, Serie 2 : Mecanique Physique, Chimie, Sciences de l'Univers, Sciences de la Terre, t. 300, nr 4.
- S c h n i t z e r S., T u r k o w s k i W., J a r o s i ń s k i B., M i l a d o w s k a K., 1979, *Influence de la foundre sur la forme de crêtes à la montagne; II, Resultats des Tatra Polonais*. Acta Geophys. Pol., t. 27, nr 2.

S u m m a r y

A violent natural explosion destroyed a part of limestone crag at Jerzmanowice, 20 km northwest of Kraków, on 14 January 1993, a few minutes before 19.00 GMT.

The explosion occurred about one meter below the top of the crag 10 m high. About 2.5 m³ of limestone rock was disintegrated into fragments 1-5 cm in size, exceptionally larger, blown up and scattered within a distance of 140 m. The detachment surfaces on the crag are joint walls, partly

weathered. Only about 10 percent of the detachment surface were freshly broken. We observed no traces of impact, push, abrasion or shearing on the detachment surfaces. A ground elevation was apparently punctured over a distance of 3 m. Sinuous or zigzagging furrows radiating away and bifurcating were carved in the grass-covered soil surface within 50 m from the detachment point on the crag.

The observed effects are in agreement with an explosion caused by a violent electrical discharge from the atmosphere to the top part of the crag.