

KRZYSZTOF BIRKENMAJER¹

TRZECIORZĘDOWE WULKANY GRACZY NA DOLNYM ŚLĄSKU I ICH ZAŁOŻENIA USKOKOWE

(14 fig.)

*Tertiary volcanoes of Gracze, Lower Silesia,
and inferred fault pattern*

(14 Figs.)

Treść: Opisano budowę geologiczną i rozpoznano sukcesję zjawisk wulkanicznych trzeciorzędowych melabazanitów Graczy na Dolnym Śląsku. W pierwszym etapie powstały pokrywy lawowe rozdzielone utworami piroklastycznymi, w drugim — brekcje kominowe złożone z utworów piroklastycznych, w trzecim zaś powstałe kratery zostały zapełnione w sposób spokojny przez melabazanit tworzący dzisiaj czopy. Wulkanity Graczy występują w strefie uskoku Odry (uskoku środkowej Odry), ale związane są genetycznie z uskokami doń poprzecznymi, o kierunku SW—NE.

WSTĘP

Trzeciorzędowa formacja bazaltowa okolic Opola, reprezentowana przez wystąpienia w Górze Św. Anny, Ligocie Tułowickiej i Graczach, znajduje się we wschodnim zakończeniu środkowoeuropejskiej kenozoicznej prowincji wulkanicznej (fig. 1, 2), w obrębie pasa czesko-śląskiego. Pas ten tworzy łuk otwarty ku południowi, o długości około 350 km i promieniu podobnego rzędu. Ciągnie się on od zachodniego obrzeżenia masywu czeskiego przez Czechy zachodnie i północne, następnie przez Łużyce (NRD), wkraczając w granice Polski nad Nysą Łużycką. Stąd pas wystąpienia formacji bazaltowej kontynuuje się przez obszar Dolnego Śląska aż po rejon Opolszczyzny i Moraw.

Wystąpienia skał formacji bazaltowej znajdują się w obrębie różnych, wielkich elementów tektonicznych obszaru, a mianowicie masywu czeskiego, bloku Sudetów, strefy przedsudeckiej i strefy śląsko-morawskiej.

¹ Pracownia Geologii Młodych Struktur ZNG PAN, 31-002 Kraków, Senacka 3.

Łuk wulkanizmu bazaltowego odpowiada strefie głębokiego rozłamu trzeciorzędowego, sięgającego prawdopodobnie aż do górnego płaszczu Ziemi. Wzdłuż systemów dyslokacyjnych tej strefy pierwotna magma bazaltowa górnego płaszczu Ziemi przedostawała się ku powierzchni, a intrudując w struktury geologiczne o różnym składzie petrograficznym ulegała dyferencjacji. Według klasyfikacji przyjętej przez K. S m u l i k o w s k i e g o (1960) skały formacji bazaltowej Dolnego Śląska reprezentowane są przez bazalty właściwe, bazanity, tefryty, nefelinity, limburgity, bazanitojdy, tefrytojdy i ankaratryty, z lokalnymi odmianami (np. trachyfonolity). Dyferencjacja magmowa była tutaj typu atlantyckiego (por. S m u l i k o w s k i, 1957, 1960), a wspólną cechą skał formacji bazaltowej jest niedomiar krzemionki i duża zawartość alkaliów (por. C h o d y n i e c k a, 1967; J e r z m a ń s k i, M a c i e j e w s k i, 1968).

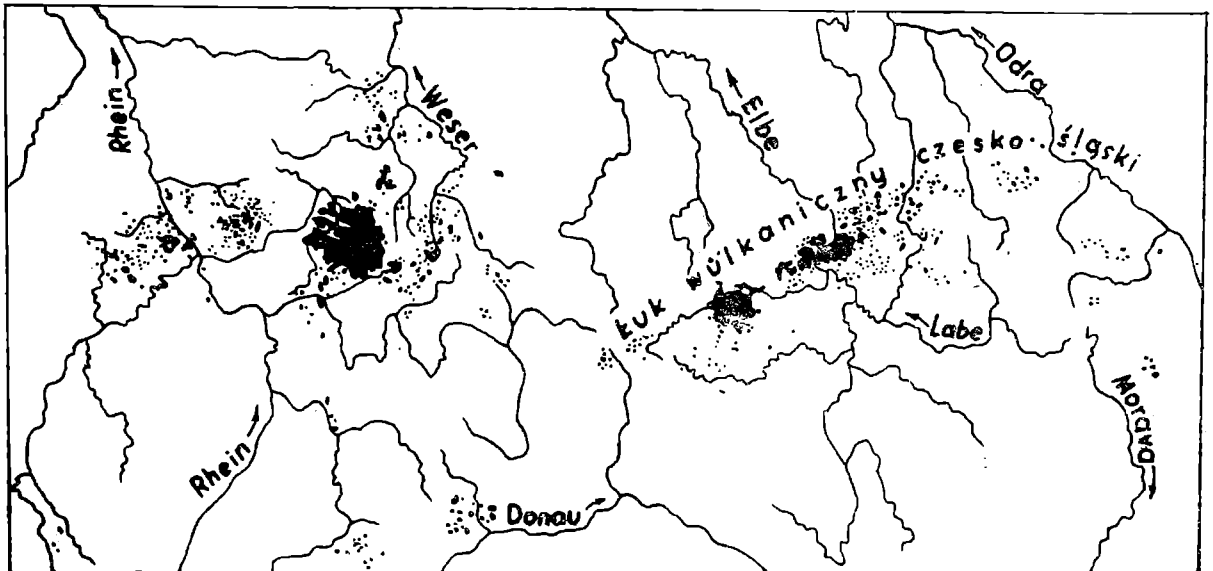


Fig. 1. Położenie łuku wulkanicznego czesko-śląskiego na tle środkowoeuropejskiej prowincji kenozoicznego wulkanizmu bazaltowego

Fig. 1. Position of the Bohemo-Silesian volcanic arc within the Central European Cenozoic basaltic province

Na terytorium Dolnego Śląska działalność wulkaniczna rozpoczęła się w dolnym lub środkowym oligocenie, trwała przez miocen i pliocen aż do plejstocenu włącznie (por. J e r z m a ń s k i, 1956, 1961; B i r k e n m a j e r, N a i r n, 1969; B i r k e n m a j e r et al., 1970). Krytyczne daty stratygraficzne i wieku bezwzględnego są niestety nieliczne, co utrudnia określenie bliższego wieku geologicznego większości skał bazaltowych, sukcesji law, kierunków migracji wulkanizmu i wieku stref uskokowych, z którymi wiele ciał bazaltowych jest związanych.

Formy geologiczne bazaltów dolnośląskich są bardzo zróżnicowane (por. B i r k e n m a j e r, 1966, 1967; Ś l i w a, 1967; O b e r c, 1972) i reprezentowane są przez pokrywy lawowe i lawowo-piroklastyczne, czopy i ko-

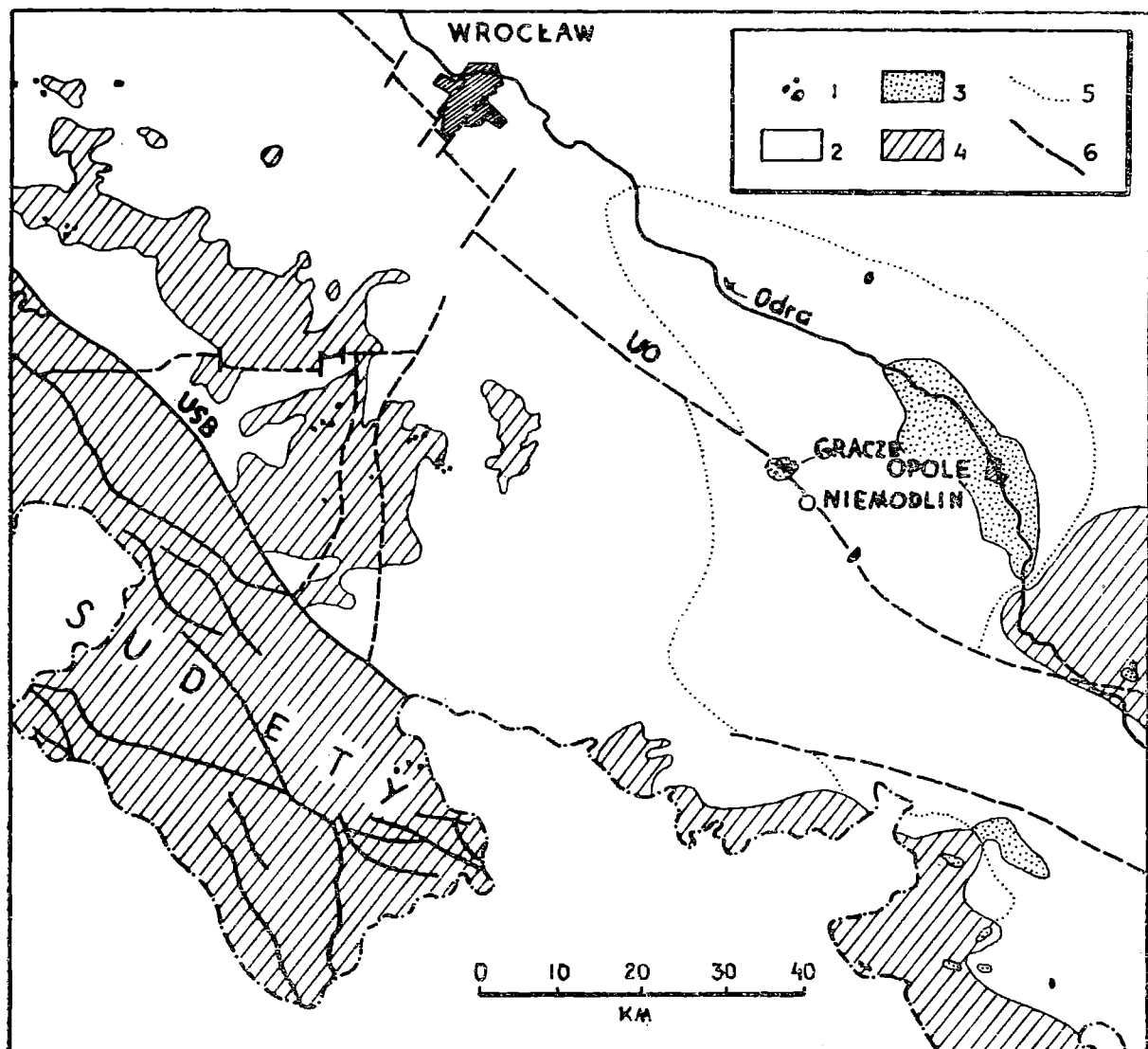


Fig. 2. Położenie trzeciorzędowych wulkanitów okolic Opola na tle struktury strefy przedsudeckiej. 1 — kenozoiczne wulkanity bazaltowe; 2 — osady neogenu; 3 — osady górnokredowe na przedpolu Sudetów; 4 — skały przedneogeńskie (blok Sudecki) i przedkredowe (strefa przedsudecka); 5 — zasięg osadów górnokredowych pod pokrywą neogenu na przedpolu Sudetów; 6 — główne dyslokacje stwierdzone i przypuszczalne; UO — uskoku Odry; USB — uskoku sudeckiego brzoźny

Fig. 2. Position of Tertiary volcanics of the Opole area against geological structure of the Fore-Sudetic zone. 1 — Cenozoic basaltic volcanics; 2 — Neogene sediments; 3 — Upper Cretaceous sediments in the Fore-Sudetic zone; 4 — Pre-Neogene rocks (Sudetic Block) and pre-Cretaceous rocks (Fore-Sudetic zone); 5 — Extension of Upper Cretaceous sediments under Neogene cover (Sudetic foreland); 6 — main dislocations proven and supposed; UO — Odra fault; USB — Sudetic boundary fault

miny wulkaniczne, dajki i sille, natomiast fragmenty właściwych stożków wulkanicznych z materiałem lawowo-piroklastycznym i struktury przypominające kaldery zachowane są bardzo rzadko, z uwagi na daleko posunięty proces denudacji.

Wystąpienia formacji bazaltowej okolic Opola znajdują się w strefie uskoku Odry (uskoku środkowej Odry) o kierunku NW-SE (por. Sawicki, 1966; Birkenmajer, Nairn, 1969; Birkenmajer et al., 1970, 1972, 1973; Oberc, 1972), który przemieszcza utwory górnokredo-

we i starsze, przykryty jest natomiast przez utwory młodotrzeciorzędowe i czwartorzędowe.

Treścią niniejszego artykułu jest omówienie form geologicznych i sukcesji trzeciorzędowych zjawisk wulkanicznych w Graczach koło Niemodlina (na zachód od Opola) w strefie uskoku Odry i próba bliższego rozpoznania charakteru dyslokacji trzeciorzędowych, z którymi te zjawiska były związane.

WULKANITY GRACZY

W najbliższym sąsiedztwie wsi Gracze (fig. 3) na pn.-zach. od Niemodlina występuje melanokratyczny typ bazanitu nefelinowego, czyli melabazanit, z lokalnymi przejściami do ankaratrytu. Wcześniejsze, wstępne badania petrograficzne (Wojno et al., 1951) wskazywały na obecność nefelinitu, bazaltu właściwego i bazanitu, jednakże badania bardziej szczegółowe (Birkenmajer et al., 1973) takiego zróżnicowania nie potwierdziły. Jedyną wyraźniejszą odmianą jest skała typu dolerytu opisana bez bliższej lokalizacji jako cienka żyła w głównym kamieniołomie w Graczach przez L. Chodyńską (1971).

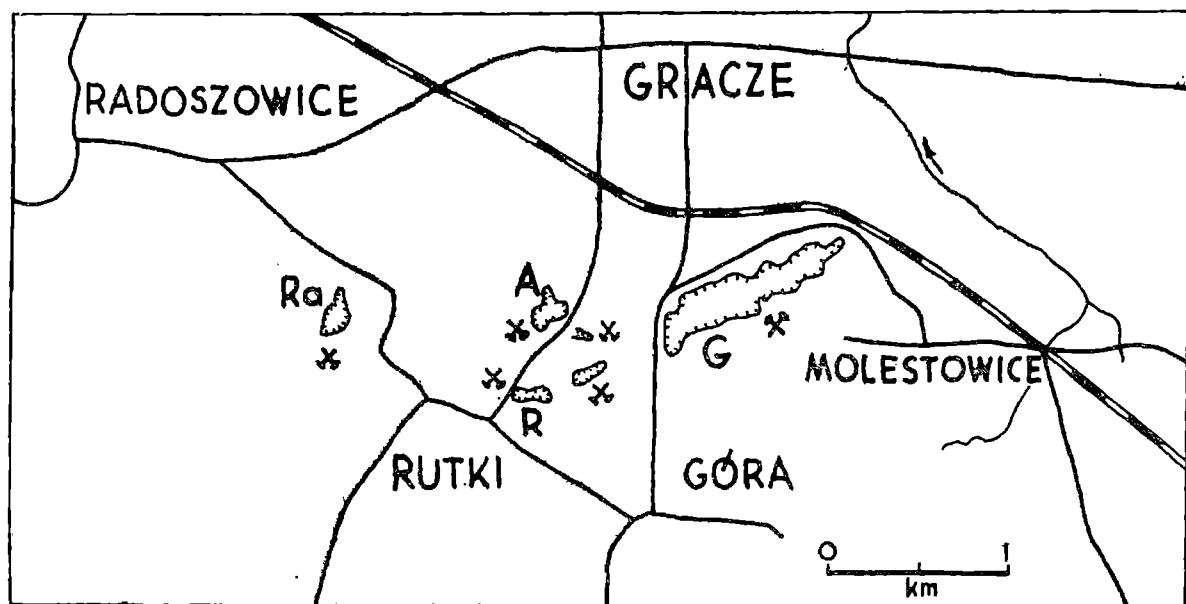


Fig. 3. Lokalizacja odsłoneń wulkanitów trzeciorzędowych w okolicach Graczy
Fig. 3. Location of Tertiary volcanics in the vicinity of Gracze

Melabazanit w okolicach Graczy tworzy czopy i pokrywy lawowe, ponadto występują utwory piroklastyczne z okruchami skał kredowych, albo jako przewarstwienia wśród potoków lawowych, albo jako żyły kominowe. Obserwuje się również odsłoneń skał górnokredowych zmienionych termicznie w strefie kontaktu z melabazanitem. Schematyczny przekrój geologiczny przez wulkany trzeciorzędowe Graczy przedstawia fig. 14D.

Gracze, kamieniołom główny

W zachodniej części dużego kamieniołomu w Graczach (fig. 4), na górnym poziomie eksploatacyjnym, widoczne są dwie pokrywy ciemnoszarego lub czarnego melabazanitu z ksenolitami spieczonych skał kredowych, ze stosunkowo wyraźnie zaznaczonym ciosem kolumnowym, nachylone ku SE pod kątem 25—60° (fig. 4, 5, 6A). Pokrywa lawowa dolna podścielona jest brekcją piroklastyczną z okruchami spieczonych, żółto-wietrzejących skał górnokredowych (fig. 6B), podobne brekcje występują również między dolną i górną pokrywą melabazanitu (fig. 6A). W brekcjach tych występują bloki lawy melabazanitu (bomby?) z fluidalnie ułożonymi bańkami pogazowymi. Potoki lawowe łączą się ze sobą skretem o charakterze leżącego fałdu, a ich powierzchnie górna i dolna są bardzo nierówne, wnikając w brekcje w formie jakby sopli (struktury fluidalne), co wskazuje na dużą płynność lawy.

Przechodzenie lawy dolnej w górną i przenikanie brekcji przez lawę, przy braku przewarstwień typu regolitu, wskazuje na to, że wylewy lawy były równoczesne z fazą piroklastyczną. Nachylenie ciosu kolumnowego law melabazanitu jest zgodne z kierunkiem ich zapadania. Jak wynika z badań paleomagnetycznych (Birkenmajer et al., 1973) nachylenie to jest pierwotne, zaznaczając tym formę stożka stratowulkanu. Cios law jest jednak mniej regularny niż cios sąsiadującego czopu (patrz niżej), co jest cechą charakterystyczną w całym obszarze występowania trzeciorzędowych wulkanitów Dolnego Śląska (por. Birkenmajer, 1967). Oprócz ciosu kolumnowego, w lawach obserwuje się również cios pokładowy, często powyginany zgodnie ze strukturami fluidalnymi, zwłaszcza w spągowej części potoku lawowego. W górnej części potoku lawowego można obserwować struktury gąbczaste (żuźłowe), powstałe wskutek odgazowania się lawy.

W wysokiej, pd.-wsch. ścianie kamieniołomu (fig. 6C) widoczne są dwa potoki lawowe melabazanitu, rozdzielone brekcją piroklastyczną z fragmentami spieczonych żółto wietrzejących skał kredowych. W najwyższej partii skarpy kamieniołomu prawdopodobnie występuje jeszcze trzeci potok lawowy podścielony brekcją. U podnóża ściany kamieniołomu odsłania się partia kolumnowego melabazanitu czopu. Zachowany skręt typu fałdu leżącego, łączący dolną i górną pokrywę lawową oraz struktury fluidalne (soplowe) na kontakcie z brekcją piroklastyczną są tu podobnego typu jak w odsłonięciu poprzednim (por. fig. 6A).

Utwory stożka wulkanicznego przecięte są pionową żyłą kominową o kierunku N-S, wypełnioną brekcją piroklastyczną z fragmentami spieczonych, żółtych skał kredowych, reprezentującą drugi etap wulkanizmu Graczy. Żyła ta jest starsza od czopu melabazanitu (por. fig. 4, 5), który obcina jej południowe zakończenie. Na podstawie wcześniejszych, wstępnych badań, autor wyróżniał jeszcze jedną, analogiczną brekcję kominową

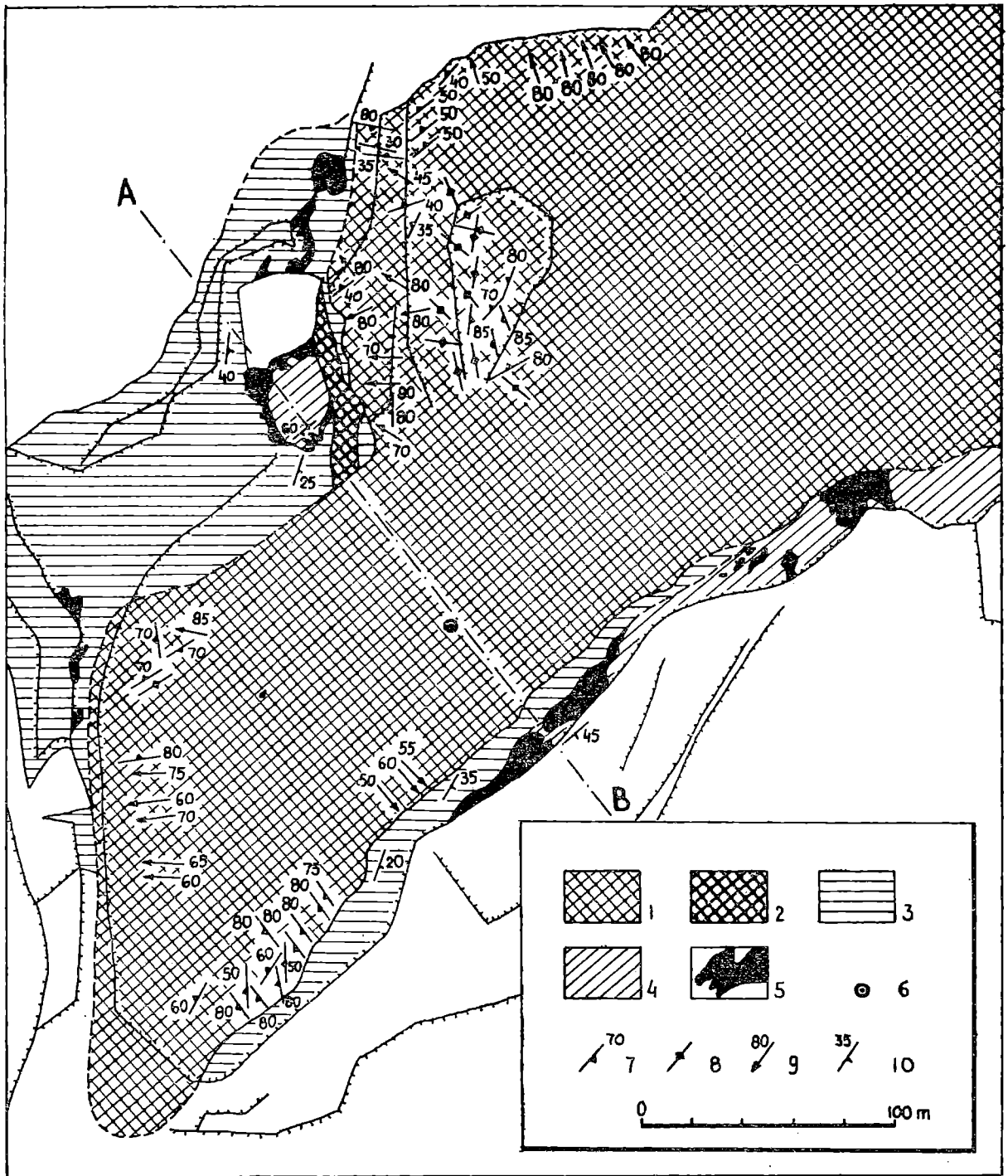


Fig. 4. Szkic geologiczny występowania utworów wulkanicznych w głównym kamieniołomie w Graczach, część południowo-zachodnia. 1 — melabazanit czopu (3 etap działalności wulkanicznej); 2 — brekcje piroklastyczne z okruchami skał kredowych (2 etap działalności wulkanicznej); 3 — dolna pokrywa lawowa melabazanitu; 4 — górna pokrywa lawowa melabazanitu; 5 — utwory piroklastyczne z okruchami skał kredowych (3—5 — pierwszy etap działalności wulkanicznej); 6 — otwór wiertniczy; 7 — cios melabazanitu czopu; 8 — pionowy cios melabazanitu czopu; 9 — kierunek upadu kolumn melabazanitu czopu; 10 — upad potoków lawowych; A—B — linia przekroju geologicznego (por. fig. 5)

Fig. 4. Geological sketch-map of the volcanics at Gracze, main quarry, SW part. 1 — melabasanite of the plug (3 stage of volcanic activity); 2 — pyroclastic breccias with fragments of Cretaceous rocks (2 stage of volcanic activity); 3 — lower melabasanite flow; 4 — upper melabasanite flow; 5 — pyroclastic rocks with fragments of Cretaceous rocks (3—5 — 1st stage of volcanic activity); 6 — borehole; 7 — jointing in melabasanite plug; 8 — vertical jointing in melabasanite plug; 9 — dip of columns in melabasanite plug; 10 — dip of lava flows; A—B — line of geological cross-section (see Fig. 5)

po południowej stronie czopu melabazanitu (Birkenmajer, 1967, fig. 37, 38), jednakże bliższe rozpoznanie dokonane w 1969 r. sugeruje, że brekcja ta ma raczej formę pokładową, występując wśród potoków lawowych.

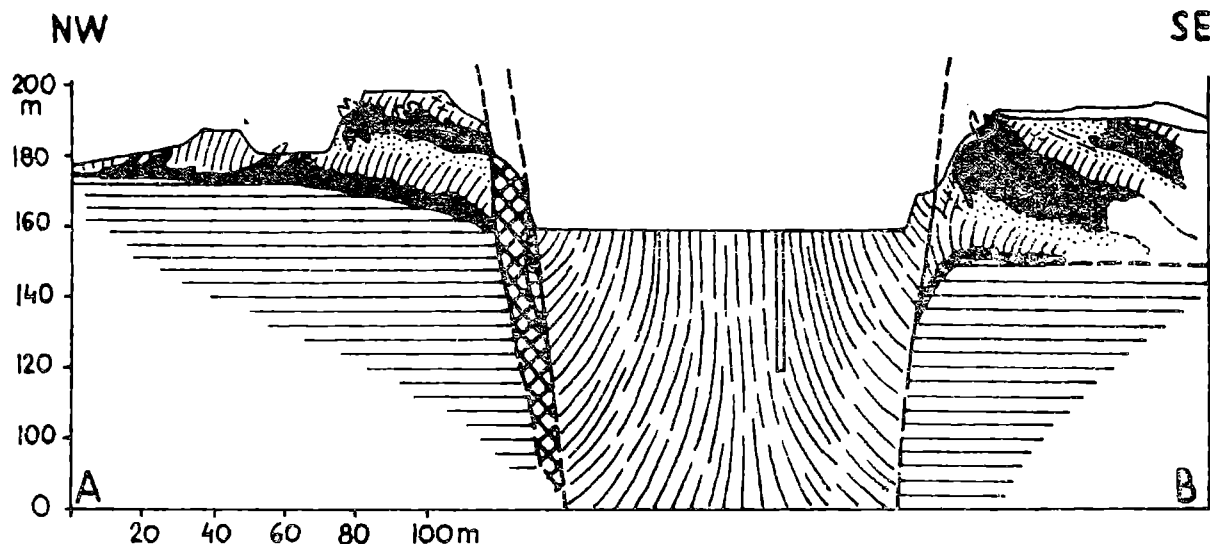


Fig. 5. Przekrój geologiczny przez wulkanity w głównym kamieniołomie w Graczach. Kreski poziome oznaczają utwory górnokredowe; potoki lawowe i czop melabazanitu oznaczono układem ciosu; kropki oznaczają gąbczastą, odgazowaną partię potoków lawowych; na czarno oznaczono utwory piroklastyczne z okruchami skał kredowych; kratkowane — brekcja piroklastyczna z okruchami skał kredowych (forma kominowa)

Fig. 5. Geological cross-section of volcanics at Gracze, main quarry. Horizontal shading denotes Upper Cretaceous rocks; melabasanite lava flows and plugs marked by joint patterns; stippled — scoriaceous part of lava flows; black — pyroclastic rocks with fragments of Cretaceous rocks; criss-crossed — pyroclastic breccia with fragments of Cretaceous rocks (vent)

Czop melabazanitu reprezentujący trzeci etap wulkanizmu Graczy odsłonięty jest na głównym poziomie eksploatacyjnym kamieniołomu, na całej jego długości. Bliżej zbadany został on w zachodniej części kamieniołomu (fig. 4). We wcinie poniżej głównego poziomu eksploatacyjnego widzimy tutaj ciemnoszary bazanit z dużą ilością drobnych, ostrokrawędzistych okruchów łupkowych (0,5—3 mm średnicy), wietrzejących żółto lub rdzawo. Bliżej północnego kontaktu czopu z warstwowanym stożkiem wulkanicznym (na głównym poziomie eksploatacyjnym) występują w melabazanie również ksenolity zbudowane z agregatów minerałów zasadowych, okruchy żółto wietrzejących skał kredowych dochodzą tam do 20 cm średnicy, zaś bazanit staje się bardziej porowaty. Nie udało się rozpoznać miejsca występowania żyłowej skały dolerytowej opisanej przez L. Chodyniecką (1971). Powstaje problem, czy przypadkiem skała ta nie występowała raczej w formie ksenolitu.

W centralnej partii czopu zaznacza się cios kolumnowy lub płytowy o pionowym układzie płaszczyzn oddzielności. Kolumny mają przekrój trójkątny lub czworokątny i grubość 0,3—1 m. Na głównym poziomie eksploatacyjnym cios kolumnowy i płytowy jest dobrze widoczny w obrzeżeniu czopu, zapadając pod stromymi kątami (zwykle 50—80°) w kie-

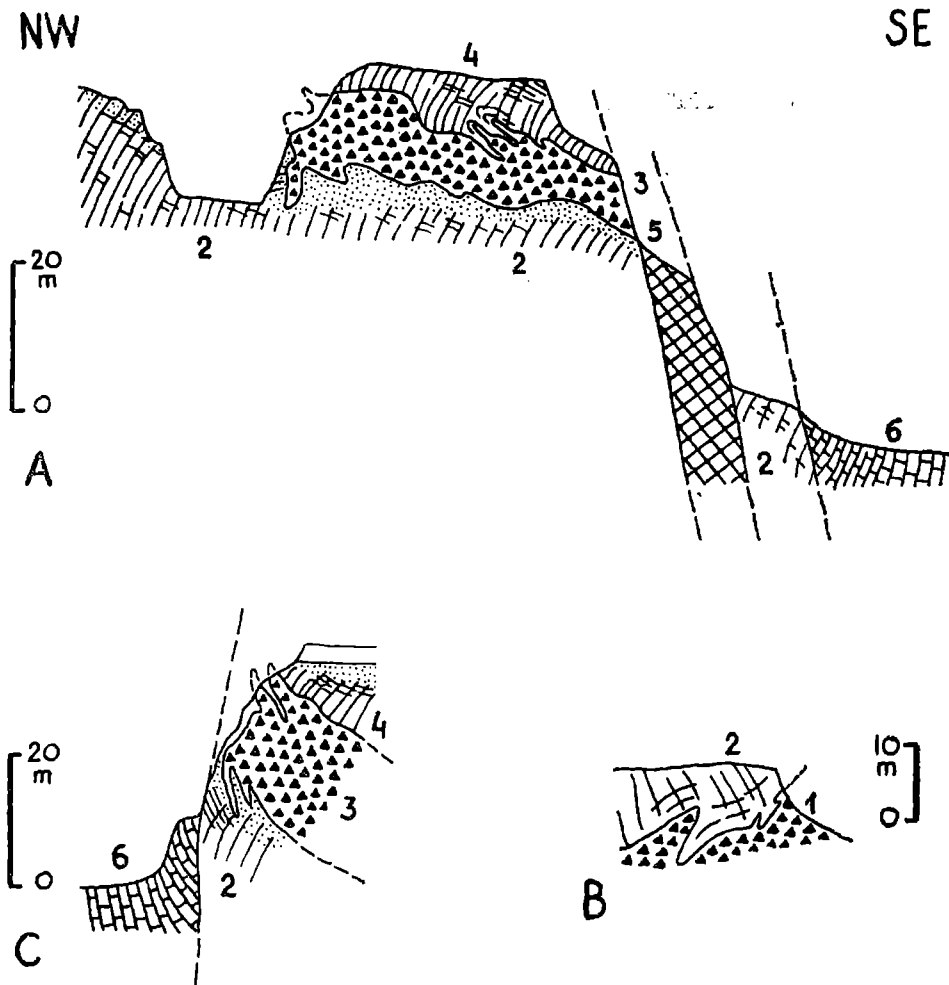


Fig. 6. Rysunki odsłoneń wulkanitów w głównym kamieniołomie w Graczach: A, B — w pn.-zach. części łomu; C — w pd.-wsch. części łomu. 1 — dolna brekcja piroklastyczna z okruchami skał kredowych; 2 — dolna lava melabazanitu, gąbczasta w stropie (kropki); 3 — brekcje piroklastyczne z okruchami skał kredowych między pierwszym i drugim potokiem lawowym; 4 — górna lava melabazanitu; 5 — brekcja piroklastyczna z okruchami skał kredowych (forma kominowa); 6 — czop melabazanitu

Fig. 6. Exposures of volcanics at Gracze, main quarry; A, B — NW part of the quarry; C — SE part of the quarry. 1 — lower pyroclastic breccia with fragments of Cretaceous rocks; 2 — lower melabasanite flow, scoriaceous in the top (stippled); 3 — pyroclastic breccias with fragments of Cretaceous rocks, between the first and second lava flows; 4 — upper melabasanite flow; 5 — pyroclastic plug with fragments of Cretaceous rocks (vent); 6 — melabasanite plug

runku bocznych ścian czopu. Kolumny melabazanitu dochodzą tutaj do 1,5 m grubości, stają się jednak mniej regularne, krzywolinijne. Układ ciosu w obrębie czopu obrysowuje zatem formę geometryczną stożka o podstawie eliptycznej, wydłużonej zgodnie z wydłużeniem czopu (fig. 5), o bocznej powierzchni wklęsłej.

Wiercenie wykonane dla celów dokumentacyjnych złoza kamienia drogowego² w środkowej części czopu (fig. 4, 5) nie przebiło go do głębokości

² Według dokumentacji geologicznej wykonanej przez Przeds. Robót Przygot. Kam. Drogowych i Przeds. Robót Geol.-Poszuk. i Odkr. Kamienia Drogowego w Krakowie (1967), udostępnionej uprzejmie autorowi niniejszego opracowania przez kierownictwo Graczewskich Kamieniołomów Drogowych.

38 m. Z wierceń wykonanych w pn.-wsch. części kamieniołomu (poza obszarem przedstawionym na fig. 4) jedno, usytuowane przy pd.-wsch. obrzeżeniu czopu, przebiło go na głębokości 59 m wchodząc w jasnopopielate margle górnokredowe (z mikrofauną otwornicową). Świadczy to, że pd.-wsch. powierzchnia kontaktowa czopu zapada pod stromym kątem ku NW, wskazując na jego lejkowate rozszerzanie się ku górze (por. fig. 5).

Rutki

W starym, zalanym wodą kamieniołomie w Rutkach, na pd.-zach. od głównego kamieniołomu w Graczach, odsłania się część czopu i potok lawowy melabazanitu (fig. 7, 8). W czopie zaznacza się system ciosu płytowego co 0,1—1 m, nachylonego w kierunku płaszczyzn bocznych czopu, tworzącego w jego środku kopulaste przegięcie. Czop zdaje się przecinać potok lawowy, którego dolna partia z dobrze rozwiniętym drobnym ciosem kolumnowym i płytowym odsłania się we wschodniej części kamieniołomu. W lawę tę wciskają się od dołu kliny brekcji złożonej ze spieczonych, żółto wietrzejących, odwapnionych łupków kredowych, na kontakcie z lawą przekształcającej się w gruzłowatą, gąbczastą skałę tufowo-okruchową, zaś lawa melabazanitu staje się tu zbita, czarna i często wietrzeje kuliście. W obrębie potoku lawowego obserwuje się okruchy skał kredowych i niekiedy struktury fluidalne.

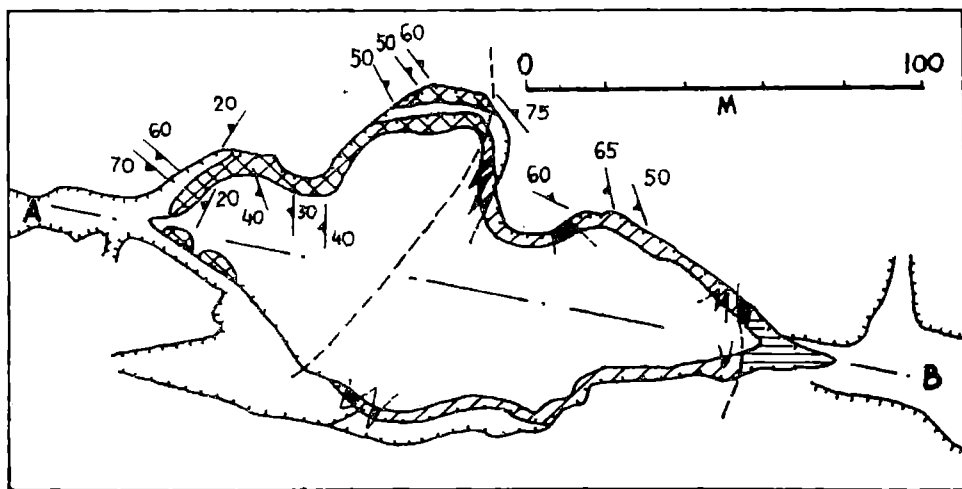


Fig. 7. Szkic geologiczny występowania wulkanitów w Rutkach. Czop melabazanitu zakratkowano, potok lawowy melabazanitu oznaczono ukośnym kreskowaniem; brekcje piroklastyczne z okruchami skał kredowych i spieczone, zbrekcjowane skały górnokredowe oznaczono na czarno; kreski poziome oznaczają niezmienione utwory górnokredowe; znaki upadu odnoszą się do powierzchni ciosu; A—B — linia przekroju geologicznego (por. fig. 8)

Fig. 7. Geological sketch-map of volcanics at Rutki. Melabasanite plug criss-crossed; melabasanite lava flow obliquely shaded; pyroclastic breccias with fragments of Cretaceous rocks, and baked, brecciated Upper Cretaceous rocks in black; non-altered Upper Cretaceous rocks horizontally shaded; dips refer to joints; A—B — line of geological cross-section (see Fig. 8)

W najbardziej wschodniej części kamieniołomu widoczne są górnokredowe ily i łupki marglisto-ilaste szare lub szarobrunatne, z drobną miką. Aureola kontaktowa w tych łupkach dochodzi do 1 m grubości. W sąsiedztwie lawy łupki są wyraźnie odwapnione, często jakby skrzemionkowane, i przybierają barwę żółtą i żółtordzawą. Iły i łupki nie zmienione termicznie dostarczyły bogatej mikrofauny składającej się z 74 gatunków otwornic, ponadto małżoraczków, kolców jeżowców, elementów szkieletowych rozgwiazd i węzowideł oraz igieł gąbek krzemionkowych. Otwornice pozwoliły na określenie koniackiego wieku utworów (Alexandrowicz, Birkenmajer, 1973).

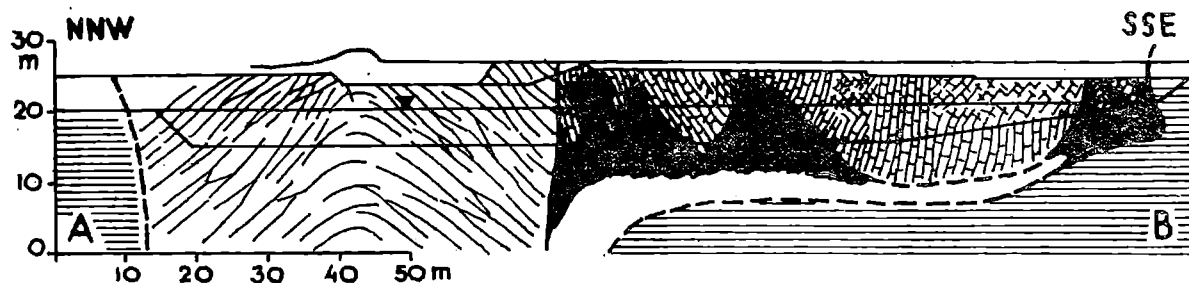


Fig. 8. Przekrój geologiczny przez wulkanity w Rutkach. Układ ciosu określa czop i potok lawowy melabazanitu. Pozostałe oznaczenia jak na fig. 7

Fig. 8. Geological cross-section through the volcanics at Rutki. Joint patterns denote plug and lava flow. For other explanations — see Fig. 7

W bliższym sąsiedztwie z lawą mikrofauna wapienna ginie całkowicie wskutek termicznego oddziaływania lawy, pozostają zaś pojedyncze, słabo zachowane fragmenty otwornic aglutynujących oraz dość częste igły gąbek tego samego typu co w próbce niezmienionej.

Gracze - „Ameryka”

Nieczynny kamieniołom melabazanitu Gracze-„Ameryka”³ znajduje się na północ od odsłonięcia w Rutkach. Kamieniołom jest częściowo zalany wodą; w jego skarpach eksploatacyjnych i dnie odsłania się melabazanit czopu kontaktujący w dwóch miejscach z utworami górnokredowymi. Czop melabazanitu jest wydłużony w kierunku SW-NE (fig. 9). Obserwujemy tutaj cios płytowy (co 0,1—1 m) lub rzadziej kolumnowy (średnica kolumn do 1,5 m), łagodnie lub stromo zapadający w kierunku płaszczyzn bocznych rozszerzającego się lejkowato ku górze czopu (fig. 10). W obrębie melabazanitu widoczne są ponadto partie zwietrzałe o rdzawym zabarwieniu, a w jego stropie zaznacza się wietrzenie kuliste.

Skały górnokredowe odsłaniające się w SE i N partii kamieniołomu składają się z ilastych łupków ciemnoszarych i szarobrunatnych z bardzo drobną miką, pozbawionych węgla wapnia. Odwapnienie tych utworów

³ Nazwa pochodzi od jeńców amerykańskich — lotników z czasu ostatniej wojny, którzy byli tutaj zmuszani do pracy w kamieniołomie przez władze niemieckie.

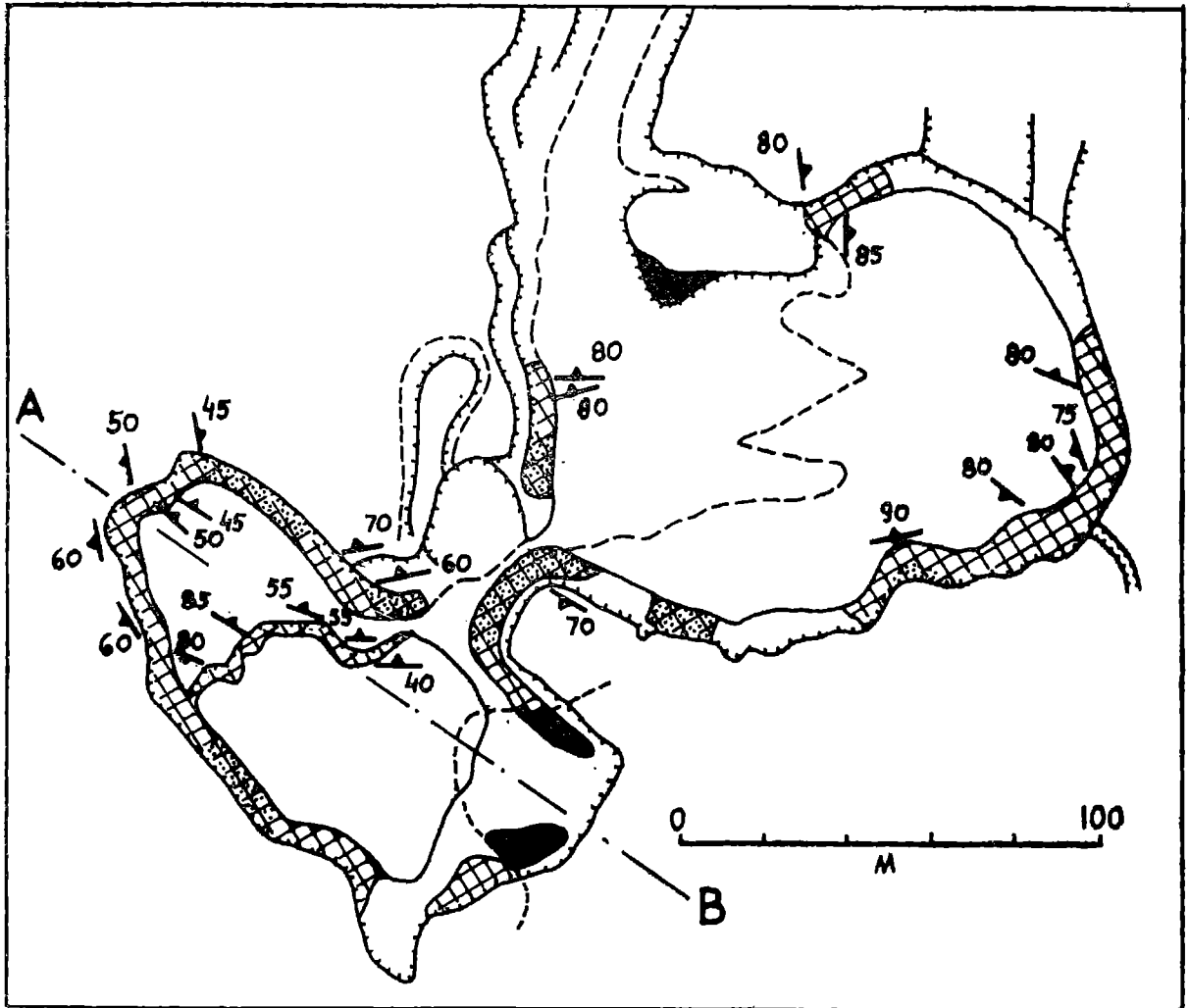


Fig. 9. Szkic geologiczny występowania wulkanitów w kamieniołomie Gracze-„Ameryka”. Oznaczenia jak na fig. 7; kropki oznaczają strefy przeobrażonego melabazanitu. A—B — linia przekroju geologicznego (por. fig. 10)

Fig. 9. Geological sketch-map of volcanics at Gracze-„Ameryka”. For explanations — see Fig. 7; zones of altered melabasanite stippled; A—B — line of geological cross-section (see Fig. 10)

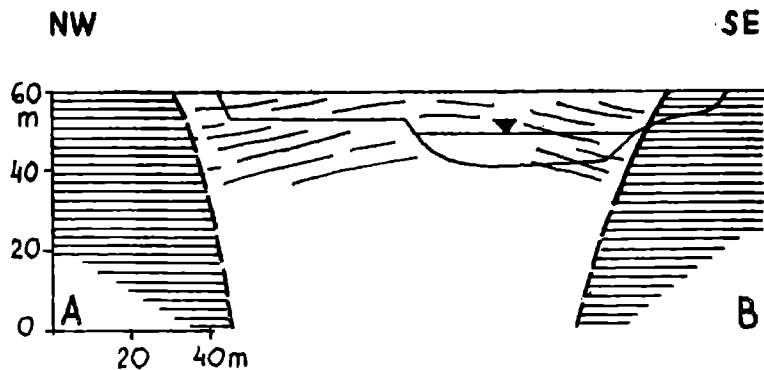


Fig. 10. Przekrój geologiczny przez czop melabazanitu w kamieniołomie Gracze-„Ameryka”. Oznaczenia jak na fig. 8

Fig. 10. Geological cross-section through the volcanics at Gracze-„Ameryka”. For explanations — see Fig. 8

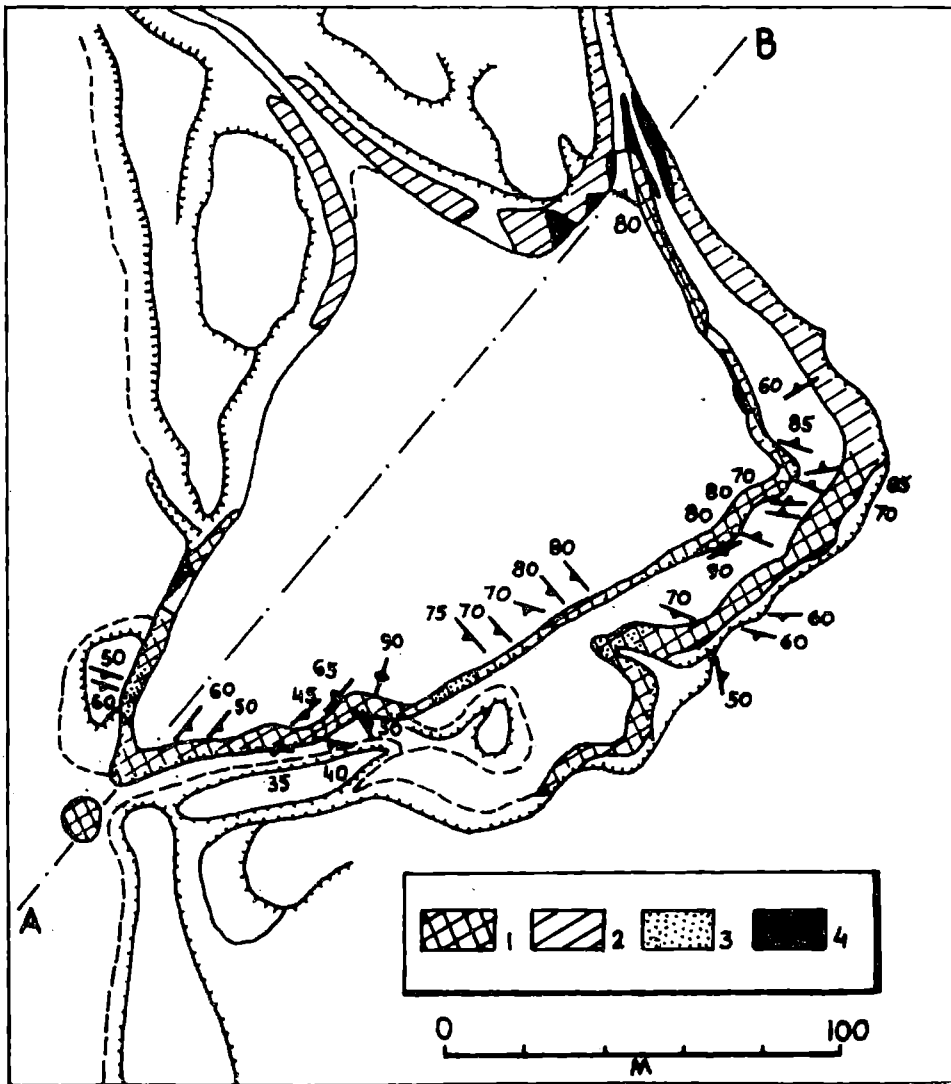


Fig. 11. Szkic geologiczny występowania wulkanitów w Radoszowicach. 1 — czop melabazanitu; 2 — potok lawowy melabazanitu; 3 — strefy zmienionego melabazanitu; 4 — przeobrażone skały kredowe i brekcje; znaki upadu odnoszą się do płaszczyzn ciosowych; A—B — linia przekroju geologicznego (por. fig. 12)

Fig. 11. Geological sketch-map of volcanics at Radoszowice. 1 — melabasanite plug; 2 — melabasanite lava flow; 3 — altered melabasanite; 4 — baked Cretaceous rocks and breccias; dips refer to joints; A—B — line of geological cross-section (see Fig. 12)

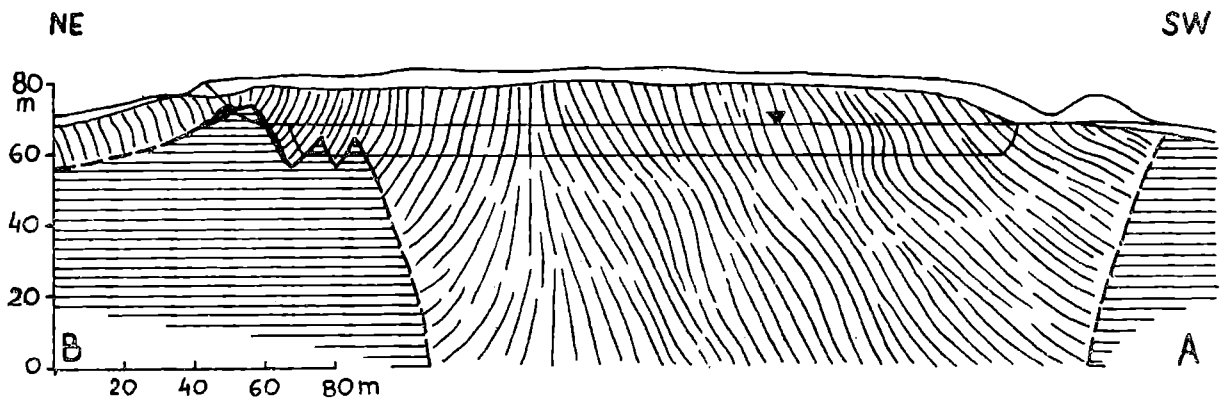


Fig. 12. Przekrój geologiczny przez wulkanity w Radoszowicach. Oznaczenia jak na fig. 8

Fig. 12. Geological cross-section through the volcanics at Radoszowice. For explanations see Fig. 8

jest najprawdopodobniej związane z termicznym oddziaływaniem melabazanitu czopu, gdyż mikrofauna w próbkach pobranych z tych skał jest bardzo uboższa i zniszczona, składając się głównie z igieł gąbek (Alexandrowicz, Birkenmajer, 1973). Charakter tych igieł gąbek jest jednak taki sam jak w nie zmienionych utworach górnokredowych w Rutkach, co może również wskazywać na koniacki wiek utworów.

Na pn.-wsch. od kamieniołomu Rutki (fig. 3) widoczny jest płytki stary kamieniołom, w którym odsłania się czarny gruboblokowy bazanit wietrzejący sferoidalnie. Być może jest to partia innego, niewielkiego czopu. Na pd.-wsch. od kamieniołomu Gracze-„Ameryka” znajduje się płytka wcinka z odsłonięciem grubopłytkowego lub sferoidalnie wietrzejącego bazanitu; może to być inny, niewielki czop na tej samej linii co czop Rutek (fig. 13).

Radoszowice

Nieczynny kamieniołom melabazanitu Radoszowice znajduje się na pd.-wsch. od wsi o tej nazwie (fig. 3). Kamieniołom jest zalany wodą; w jego skarpach odsłania się ciemnoszary melabazanit czopu wydłużony w kierunku SW-NE, przechodzący w części północnej w pokrywą lawową. W czopie obserwujemy cios płytowy (co 0,1—1 m) i rzadziej kolumnowy (kolumny o średnicy 0,2—0,5 m) ustawiony stromo, którego układ pokazują fig. 11 i 12. W obrębie melabazanitu czopu, wzdłuż płaszczyzn ciosowych, zaznaczają się często strefy silnego zwietrzenia o rdzawej barwie.

W północnej i zachodniej części kamieniołomu, gdzie czop przechodzi w potok lawowy, widoczne są kliny odwapnionych, żółtych, żółtozielonych i rdzawych lub czekoladowobrązowych, spieczonych łupków kredowych z drobną miką. W łupkach tych występuje uboższa i zniszczona pod wpływem zmian termicznych mikrofauna składająca się głównie z igieł gąbek krzemionkowych, o tym samym charakterze co w kamieniołomach Rutki i Gracze-„Ameryka”, która może wskazywać na koniacki wiek utworów (Alexandrowicz, Birkenmajer, 1973). Na samym kontakcie lawy z podścielającymi ją utworami kredowymi, w północnej części kamieniołomu, pojawia się cienka brekcja tufowo-lawowo-łupkowa. Melabazanit staje się tutaj czarny lub fioletowawy, miejscami uzyskując strukturę gąbczastą. Kolumny w potoku lawowym mają 5—30 cm średnicy, niekiedy wietrzeją kuliście.

WIEK I SUKCESJA ZJAWISK WULKANICZNYCH GRACZY

Bliższe określenie wieku działalności wulkanicznej okolic Graczy nie jest jeszcze możliwe wobec braku wiarygodnego datowania radiometrycznego metodą argonowo-potasową⁴. Wulkanizm ten jest młodszy niż dolno-

⁴ Należy tutaj zaznaczyć, że określenie wieku wulkanitów Graczy metodą argonowo-potasową dokonane przez T. Depciucha, J. Lisa i B. Lis w Instytucie

senońskie (koniackie) margle otwornicowe, starszy zaś od bliżej wiekowo nie zdefiniowanych osadów słodkowodnego neogenu (miocen?, pliocen?), które występują w sąsiedztwie (por. mapa Sawickiego, 1966).

Badania paleomagnetyczne (Birkenmajer, Nairn, 1969; Birkenmajer et al., 1970, 1972, 1973) wykazały, że melabazanity Graczy powstawały w tej samej epoce paleomagnetycznej o polaryzacji normalnej (N), tj. zgodnej z dzisiejszym kierunkiem pola magnetycznego Ziemi. Ich biegun paleomagnetyczny (średnia 129 pomiarów) znajduje się na współrzędnych geograficznych 61.3° N — 121.7° E, co odpowiada biegunom paleomagnetycznym wulkanitów trzeciorzędowych Europy (por. Birkenmajer et al., 1973).

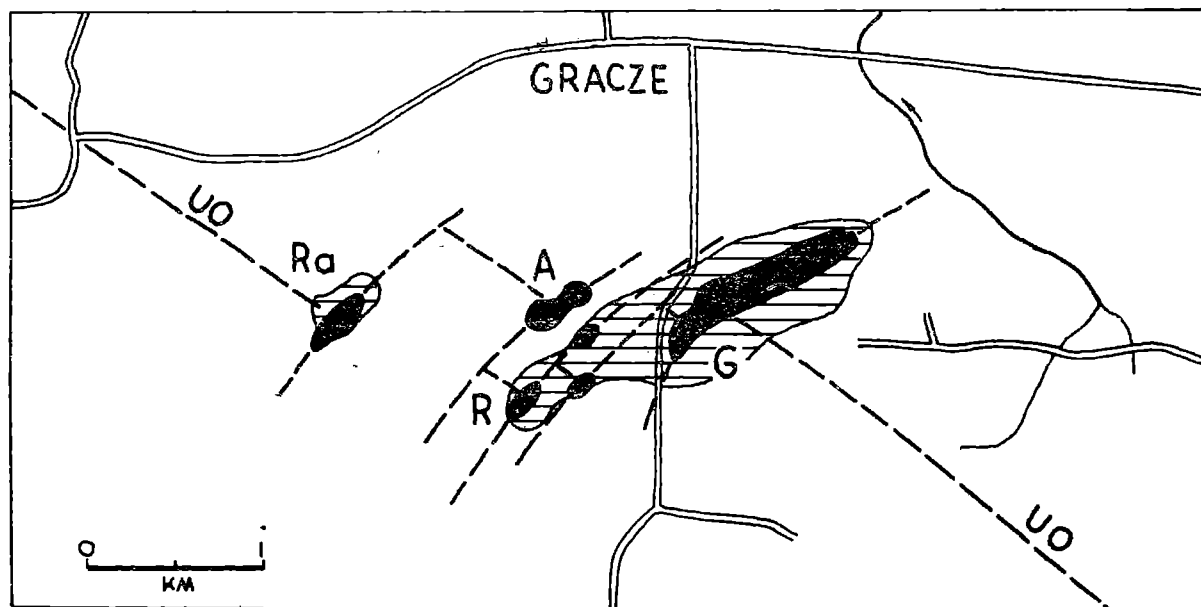
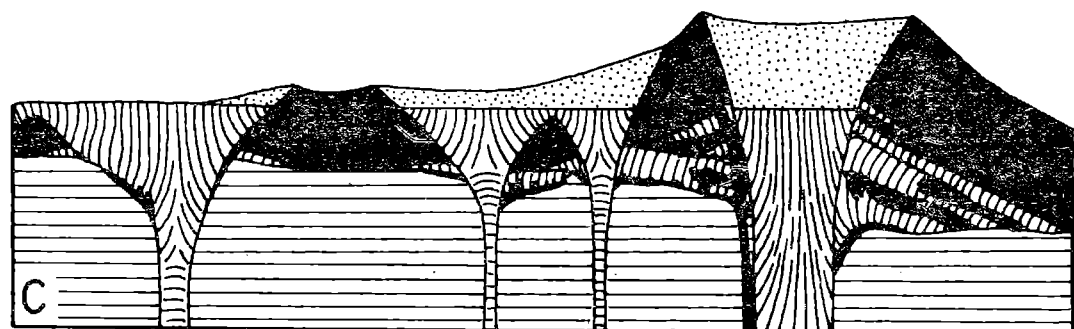
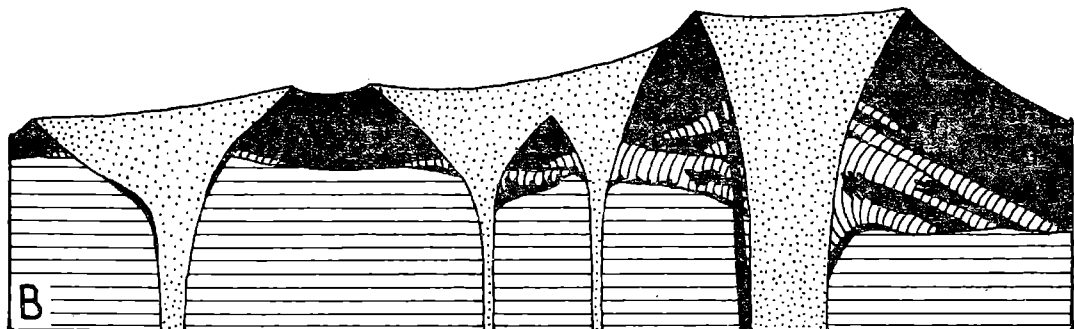
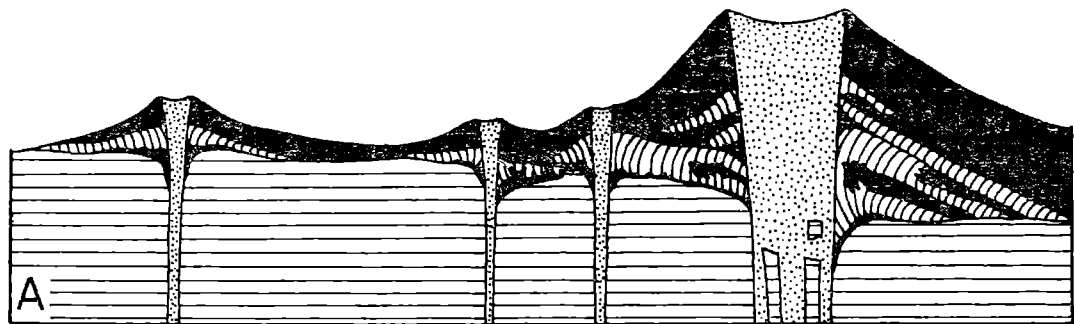


Fig. 13. Melabazanity okolic Graczy na tle przypuszczalnego układu dyslokacji. Czopy zaznaczono na czarno; pokrywy lawowe i utwory piroklastyczne oznaczono kreskowaniem poziomym; A — Gracze-„Ameryka”; G — Gracze, kamieniołom główny; R — Rutki; Ra — Radoszowice; UO — przypuszczalny przebieg uskoku Odry

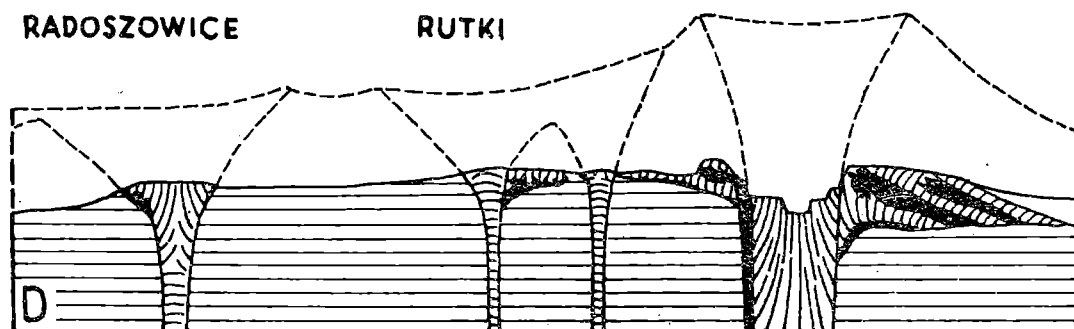
Fig. 13. Melabasanites of Gracze and inferred fault pattern. Plugs in black; lava flows and pyroclastics horizontally shaded; A — Gracze-„Ameryka”; G — Gracze, main quarry; R — Rutki; Ra — Radoszowice; UO — supposed course of the Odra fault

Sukcesja zjawisk wulkanicznych w Graczach została rozpoznana stosunkowo dokładnie i przedstawia się następująco (fig. 14). W *pierwszym etapie* powstały co najmniej dwie pokrywy lawowe o małej miąższości, rozdzielone utworami piroklastycznymi, które w głównym kamieniołomie w Graczach zapadają ku SE pod kątem średnio $20-45^{\circ}$. Jak wynika ze stosunkowo dobrego skupienia kierunków naturalnego namagnesowa-

Geologicznym w Warszawie (1970) na podstawie dostarczonych siedmiu próbek dało wyniki w granicach 70–93 mln lat (a więc w granicach wieku bezwzględnego górnej kredy). Niestety otrzymane wyniki były obciążone bardzo poważnymi błędami pomiarowymi, przy czym wielkości błędu nie udało się oszacować.



NW SE:SW NE
GRACZE



0 500
M

Fig. 14. Etapy powstawania wulkanów Graczy (A—D). Potoki lawowe i czopy zaznaczono układem ciosu; na czarno oznaczono utwory piroklastyczne i kontaktowe; kropkowane — kanały doprowadzające; utwory górnokredowe i starsze zaznaczono poziomym kreskowaniem

Fig. 14. Stages of formation of the Gracze volcanoes (A—D). Lava flows and plugs marked by joint patterns; Pyroclastic and contact rocks in black; vents stippled; Upper Cretaceous and older rocks horizontally shaded

nia szczątkowego, nachylenie potoków lawowych jest pierwotne, a łącznie z rodzielającymi je brekcjami stanowią one fragment zniszczonego przez denudację stożka stratowulkanu. W *drugim etapie* uskoki poprzeczne do uskoku Odry, tj. o kierunku SW-NE, zostały wykorzystane przez wybuchy lawowo-popiołowe, których materiał tworzy komin tufowo-brekcjowy (z fragmentami skał kredowych), następnie zaś — w *trzecim etapie* — powstałe kratery zostały wypełnione w sposób spokojny przez kolumnowy melabazanit tworzący dzisiaj czopy. W głównym kamieniołomie w Graczach (prawdopodobnie także w Rutkach) czop melabazanitu przecina starsze odeń pokrywy lawowe, w Radoszowicach obserwuje się stopniowe przejście między melabazanitem czopu a wiążącym się z nim potokiem lawowym.

Kierunek wydłużenia czopów wulkanicznych okolic Graczy — SW-NE (fig. 13) odpowiada kierunkom przyjmowanych dyslokacji poprzecznych do uskoku Odry. Motorem działalności wulkanicznej w przypadku tworzenia się fazy piroklastycznej mógł być w znacznej mierze dwutlenek węgla uwalniany z marglistych skał górnokredowych pod wpływem wysokiej temperatury magmy.

WULKANY GRACZY A SYSTEM USKOKOWY ŚRODKOWEJ ODRY

Jak wynika z badań składu frakcji magnetycznej i punktów Curie (tj. temperatury, w której lawa przy ochładzaniu się nabywa własności magnetycznych) melabazanitów Graczy, które dla pierwotnego, jednofazowego tytanomagnetytu wyniosły w tym przypadku 250—350°C, ognisko magmowe wulkanów Graczy znajdowało się na głębokości 30—46 km, czyli nieco poniżej nieciągłości Moho (Birkenmajer et al., 1972, 1973; Kądziąłko-Hofmohl, Kruczyk, 1972). Nieciągłość Moho, jak wynika z głębokich sondowań sejsmicznych w rejonie uskoku Odry, znajduje się na głębokości 30—32 km (Guterc h et al., 1973).

Wulkanity Graczy, jak już wspomniano, występują w strefie systemu dyslokacyjnego o kierunku NW-SE, określanego nazwą „uskoku Odry” lub „systemu uskoków środkowej Odry” (por. Oberc, 1972, s. 257 i nast.). System ten, według J. Oberca, ma charakter grawitacyjny, tensjonalny, i jest wieku laramijskiego, rozciąga się zaś na przestrzeni 200—300 km w strefie przedsudeckiej.

Sprzężone z systemem uskokowym środkowej Odry są uskoki doń poprzeczne. W okolicach Wrocławia są to „uskoki wrocławskie” (por. Oberc, 1972, s. 259), o kierunku SSW-NNE. W okolicach Graczy uskoki o kierunku SW-NE zostały rozpoznane drogą interpretacji formy geologicznej melabazanitów (fig. 13). Uskoki te zostały tutaj wykorzystane przez trzeciorzędowe lawy melabazanitu, a zatem mogą być również uznane za trzeciorzędowe, młodsze od laramijskiej fazy odpowiedzialnej za utworzenie się systemu NW-SE uskoków środkowej Odry.

WYKAZ LITERATURY
REFERENCES

- Alexandrowicz S., Birkenmajer K. (1973), Lower Senonian age of clays surrounding Tertiary basaltic plugs at Gracze, Lower Silesia. *Bull. Acad. Polon. Sci., Sér. sci. de la Terre*, 21 (1): 45—49, Varsovie.
- Birkenmajer K. (1966), Bazaltowe formy wulkaniczne Dolnego Śląska. *Wszechświat*, 7—8 (1978): 171—175, Kraków.
- Birkenmajer K. (1967), Bazalty dolnośląskie jako zabytki przyrody nieożywionej (Lower Silesian basalts as monuments of inanimate nature). *Rocz. Ochr. Przyr.*, 32: 225—276. Kraków.
- Birkenmajer K., Jeleńska M., Kądziąko-Hofmokl M., Kruczyk J. (1972), Magnetic properties of Polish Tertiary basaltic rocks from the Opole region. *Mat. i Prace Inst. Geofiz. Pol. Akad. Nauk*, 57: 59—68, Warszawa.
- Birkenmajer K., Jeleńska M., Kądziąko-Hofmokl M., Kruczyk J., Nowakowski A. (1973), Palaeomagnetism and magnetic properties of Tertiary basaltic rocks from Gracze, Lower Silesia. *Acta Geol. Polon.*, 23 (2): 245—271, Warszawa.
- Birkenmajer K., Jerzmański J., Nairn A. E. M. (1970), Palaeomagnetic studies of Polish rocks. IV. Cenozoic basalts of Lower Silesia. *Rocz. Pol. Tow. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pologne)*, 40 (1): 31—61, Kraków.
- Birkenmajer K., Nairn A. E. M. (1969), Palaeomagnetic investigations of the Tertiary and Quaternary rocks. V. The basic Tertiary basalts of Lower Silesia, Poland. *Geol. Rdsch.*, 58 (3): 697—712, Stuttgart.
- Chodyncka L. (1967), Bazalt z Góry Świętej Anny (The basalt from the Święta Anna Mountain). *Prace Mineral.*, 8: 1—56, Kraków.
- Chodyncka L. (1971), Badania petrograficzne dolerytu z Graczy (Petrographical research of dolerite from Gracze). *Przegl. Geol.*, 4: 205—206, Warszawa.
- Guterch A., Materzok R., Pajchel J. (1973), Structure of the Upper Mantle in the region of the Fore-Sudetic Monocline: pp. 14—20. In: *Revue des problèmes géologiques des zones profondes de l'écorce terrestre en Basse Silesie* (Red. K. Smulikowski). *Inst. Sci. Géol. Acad. Polon. Sci.*, Warszawa.
- Jerzmański J. (1956), Bazalty w okolicy Jawora na Dolnym Śląsku (The basalts in the vicinity of Jawor in Lower Silesia). *Biul. Inst. Geol.*, 106: 119—132, Warszawa.
- Jerzmański J. (1961), Comment on the geological structure of the Jawor region in Lower Silesia. *Zesz. Nauk. Univ. Wrocł.*, B, 8: 113—121, Wrocław.
- Jerzmański J., Maciejewski S. (1968), Tertiary basalts in Lower Silesia. *Biul. Inst. Geol.*, 227: 247—260, Warszawa.
- Kądziąko-Hofmokl M., Kruczyk J. (1972), Thermomagnetic investigations of basaltic rocks from the Opole region. *Acta Geophys. Polon.*, 20 (1): 75—82, Warszawa.
- Oberc J. (1972), Sudety i obszary przyległe. Budowa geologiczna Polski, t. IV (tektonika), cz. 2: 1—307. *Inst. Geol.*, Warszawa.
- Sawicki L. (1966), Geological map of Lower Silesia (without Quaternary cover), 1:200 000. *Inst. Geol.*, Warszawa.
- Smulikowski K. (1957), Tertiary lavas of Lower Silesia. *Congr. Geol. Int., XX Sesión*, Secc. I: Vulcanología del Cenozoico, t. II, Mexico.
- Smulikowski K. (1960), Wulkanity trzeciorzędowe. Region. Geol. Polski, t. 3 (Sudety), zesz. 2: 321—334. *Pol. Tow. Geol.*, Kraków.
- Sliwa Z. (1967), Własności strukturalne bazaltów Śląska (Structures in Silesian

basalts). *Rocz. Pol. Tow. Geol., (Ann. Soc. Géol. Pologne)*, 37: 435—454, Kraków. Wojno T., Pentlakowa Z., Szarras S. (1951), Badania bazaltów śląskich wykonane w latach 1950—1951. *Arch. Dok. Źródł. Inst. Geol.*, Warszawa (nie publikowane).

SUMMARY

The paper describes geological structure of Tertiary melabasanites at Gracze, Lower Silesia, in the eastern extremity of the Bohemo-Silesian arc of Cenozoic Central European basaltic province (Figs. 1—3). The main exposures dealt with here are those at Gracze, main quarry (Figs. 4—6), Rutki (Figs. 7, 8), Gracze-„Ameryka” (Figs. 9, 10) and Radoszowice (Figs. 11, 12). The Tertiary volcanics are here represented by melabasanite plugs, lava flows and pyroclastic rocks with fragments of Upper Cretaceous rocks. The country rocks are represented by marly clays and shales of Lower Senonian (Coniacian) age (see Alexandrowicz & Birkenmajer, 1973).

In the absence of reliable radiometric (K-Ar) dating it has not been possible to determine the exact geological age of the volcanic activity at Gracze. The volcanism was here younger than the Coniacian fossiliferous sediments, but older than the Neogene fresh-water sediments (Miocene?, Pliocene?) which are known from the vicinity. All volcanic rocks at Gracze belong to the same palaeomagnetic epoch of normal polarity (N). Their palaeomagnetic pole (mean of 129 measurements) is located at 61.3°N—121.7°E, which agrees with Tertiary palaeomagnetic poles of Europe (see Birkenmajer et al., 1973).

Three stages of volcanic activity have been distinguished at Gracze. The first stage is represented by lava flows alternating with pyroclastic breccias, with fragments of Upper Cretaceous rocks. As follows from relatively small scatter of NRM directions the dips of the lava flows — 20—45°SE are primary; these allow us to reconstruct the form of a stratified cone (Fig. 14). The lava poured out of SW-NE-directed fault fissures transverse to the Odra fault (Fig. 13).

The second stage of volcanic activity resulted in tephra eruptions along the same, SW-NE-directed fault fissures; this stage is represented by pyroclastic breccia with fragments of Upper Cretaceous rocks, which forms a N-S-directed vent cutting through the lava flows and pyroclastics of the first stage.

In the third stage the already formed vents have been filled up with melabasanite lava; the resultant plugs cut through volcanic rocks of the first and second stages. The plugs are elongated SW-NE (Fig. 13) along the lines of the already mentioned faults transverse to the Odra fault. The NW-SE-directed Odra fault is supposed to be a Laramide structure (Oberc, 1972). The SW-NE-directed faults displacing the Odra fault re-

cognized in the present paper at Gracze, are thought to be coeval with Tertiary volcanic activity of the area.

As follows from investigations of magnetic fraction of the Gracze melabasanites, the Curie points are 250—350°C for the single-phase titanomagnetite. This suggests the depth of the magmatic chamber of the Gracze volcanoes at 30—46 km, i.e. slightly below the Moho discontinuity (see Birkenmajer et al., 1973) which in the area of the Odra fault occurs at a depth of 30—32 km (Gutercch et al., 1973).

Polish Academy of Sciences

Laboratory of Geology, Cracow