

BAZALTY DOLNOŚLĄSKIE JAKO ZABYTKI PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ

LOWER SILESIAN BASALTS AS MONUMENTS OF INANIMATE NATURE

WSTĘP

Wśród młodych skał wulkanicznych Polski szczególne zainteresowanie budzi trzeciorzędowa formacja bazaltowa Dolnego Śląska. Jest ona częścią wielkiej środkowoeuropejskiej prowincji petrograficznej, rozciągającej się od okolic Morawskiej Ostrawy i Śląska Opawskiego przez Śląsk Opolski, Sudety i ich przedpole, do Górnych Łużyc i Saksonii, a następnie do Czeskiego Śródgórze (ryc. 1). Dalej ku zachodowi jej przedłużenie znajduje się w obszarze gór środkoniemieckich, aż po dolinę Renu i granicę Holandii.

W granicach Polski wystąpienia bazaltu tworzą największe skupienia w okolicach Lubania, Zgorzelca oraz między Lwówkiem Śląskim i Jaworem, następnie w okolicach między Gryfowem Śląskim i Świeradowem, natomiast skupienia drobniejsze znane są w okolicach Strzegomia, Niemczy, Strzelina i Łądka, i wreszcie izolowane wystąpienia w okolicach między Strzelinem, Strzelcami Opolskimi i Głubczycami.

Łącznie ilość wystąpień skał bazaltowych i ich tufów na Dolnym Śląsku ocenia się na ponad 200, z czego mniej niż piątą część stanowią odsłonięcia należące do tych samych potoków lawowych.

Geologowie niemieccy zarejestrowali większość znanych obecnie wystąpień skał bazaltowych, uwidoczniając je na mapach geologicznych w skali 1 : 25 000 i na załączonych do nich przekrojach geologicznych. Krótkie charakterystyki formy geologicznej i budowy petrograficznej zawarte są w objaśnieniach tekstowych do tych arkuszy, bliższe opisy były jednak przedstawiane rzadko¹.

Po ostatniej wojnie zainteresowanie omawianymi bazaltami znacznie wzrosło, przede wszystkim z powodu ich przydatności do budowy ulepszonych nawierzchni drogowych i zastosowania do podsypywania torów kolejowych. Należy tutaj wymienić badania T. Wojny, Z. Pentlakowej i S. Szarrasa (1951), którzy w latach 1950—1951 przeprowadzili systematyczną rejestrację wszystkich najważniejszych wystąpień bazaltów dolno-

¹ Informacje o bazaltach dolnośląskich w literaturze niemieckiej zawarte są m. i. w pracach H. Möhla (1875), P. Kruscha (1895), G. Berga (1930), F. Bergera (1932) i H. Eberta (1937, 1939).

śląskich, w liczbie 135. Nie publikowane dotychczas wyniki badań mikroskopowych i charakterystyki petrograficzne, wykonane przez Wojnę i Pentlakową, są pierwszą próbą zakrojonej na tak szeroką skalę syntezy petrograficznej formacji bazaltowej Dolnego Śląska, podjętej z kolei przez K. Smulikowskiego (1960).

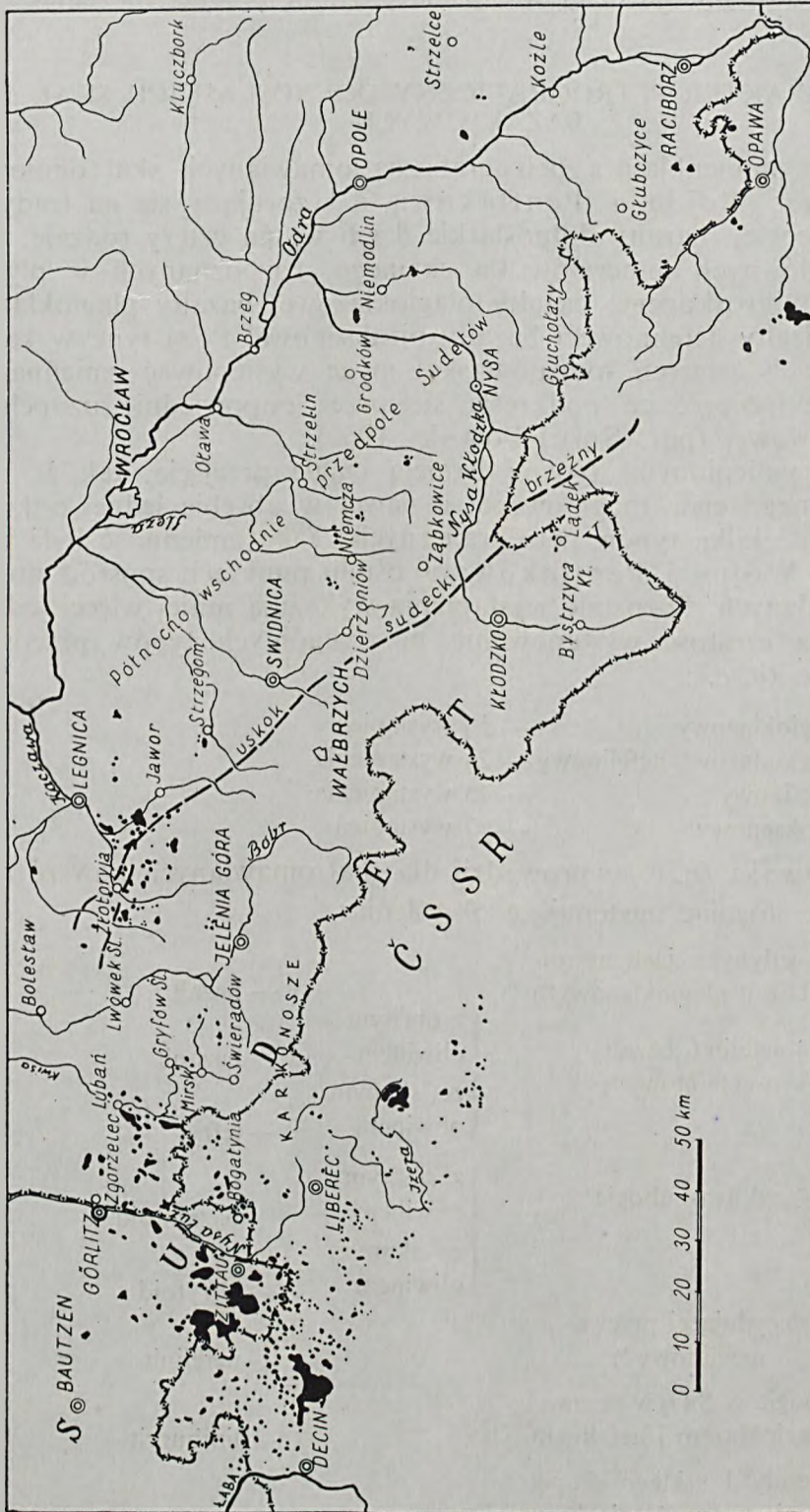
Nowe dane o formie geologicznej bazaltów dolnośląskich przyniosły też m. i. prace J. Zwierzyckiego (1951), J. Jerzmańskiego (1956, 1961), S. Kozłowskiego (1960), S. Kozłowskiego i W. Parachoniaka (1960), J. Milewicza i A. Grocholskiego (1960), C. Juroszka (1961), o składzie chemicznym bazaltów i ich przeobrażeniach pod wpływem wietrzenia trzeciorzędowego — prace A. Morawieckiego (1955), O. Gawrońskiego (1956), S. Kozłowskiego i W. Parachoniaka (1960), H. Pendiassa i S. Maciejewskiego (1959) oraz H. Pendiassa (1961), wreszcie o przydatności bazaltu do topienia i wykonywania odlewów — prace S. Szarrasa (1954). Ostatnio szczegółowe badania bazaltów dolnośląskich były przedmiotem pracy doktorskiej Z. Śliwy z Katedry Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu Wrocławskiego.

W roku 1962 zostały podjęte badania paleomagnetyczne bazaltów dolnośląskich przez trzyosobowy zespół, składający się, oprócz autora niniejszego artykułu, z dra J. Jerzmańskiego (Oddział Dolnośląski Instytutu Geologicznego) i dra A. E. M. Nairna (University of Newcastle upon Tyne, Physics Department), przy współpracy dra J. Milewicza, mgra J. Szałamachy i mgra J. Wójcika. Wymienieni geolodzy, pracownicy Oddziału Dolnośląskiego Instytutu Geologicznego we Wrocławiu, jej kierownik dr L. Sawicki, jak również prof. dr K. Maślankiewicz, kierownik Katedry Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu Wrocławskiego, służyli cennymi informacjami odnośnie do lokalizacji odsłoneń, charakteru petrograficznego bazaltu i literatury przedmiotu, za co autor niniejszego artykułu chciałby im wyrazić serdeczne podziękowanie.

Szczególną wdzięczność autor winien również prof. drowi T. Wojnie i doc. dr Z. Pentlakowej, którzy zezwolili na korzystanie z nie publikowanych materiałów rękopiśmiennych, odnoszących się do petrografii bazaltów dolnośląskich (Wojno *et al.* 1951). Wiele określeń petrograficznych używanych w niniejszym artykule zaczerpnięto właśnie z wymienionego opracowania.

Do chwili obecnej pobrano próby do badań paleomagnetycznych z 69 odsłoneń na całym terenie Dolnego Śląska między Nysą Łużycką a Strzelcami Opolskimi. Badania te, jak się wydaje, pozwolą na zróżnicowanie bazaltów dolnośląskich na grupy o podobnych własnościach paleomagnetycznych, a przez porównanie z analogicznymi danymi z obszaru Czech, Saksonii i Nadrenii, na określenie względnego wieku poszczególnych intruzji i wylewów.

W czasie pobierania prób zachodziła konieczność dokładnego — w miarę możliwości — określenia formy geologicznej poszczególnych bazaltów, dla uchwycenia ewentualnych różnic między poszczególnymi intruzjami i wylewami w tym samym miejscu. Ponieważ tylko w nielicznych przypadkach rozpoznanie formy geologicznego występowania było wystarczająco udokumentowane w publikacjach i materiałach źródłowych, autor niniejszego artykułu starał się określić — przynajmniej w przybliżeniu — formę ciała magmowego i jego wewnętrzną strukturę. W tym celu wykonano szkice geolo-



Ryc. 1. Rozmieszczenie wystąpień skał bazaltowych (czarne pola) w Sudetach i na ich przedpolu (głównie według K. Smulikowskiego 1960, uproszczone)

Fig. 1. Distribution of basaltic rocks (in black) in the Sudeten Mountains and their foreland (mainly after K. Smulikowski, 1960, simplified)

giczne odświeżenie, obrazujące w przybliżony sposób zaobserwowane stosunki geologiczne, z których bardziej interesujące zamieszczono na załączonych rycinach.

I. CHARAKTER PETROGRAFICZNY DOLNOŚLĄSKICH SKAŁ BAZALTOWYCH

Zgodnie z nomenklaturą petrograficzną omawianych skał ogniowych, stosowaną przez Wojnę i Pentlakową, a wzorującą się na tradycjach geologii niemieckiej, bazalty dolnośląskie dzieli się na cztery rodzaje, w zależności od głównych minerałów tła skalnego, rozpoznanych w płytkach cienkich pod mikroskopem: bazalty plagioklazowe, bazalty plagioklazowo-nefelinowe, bazalty nefelinowe i bazalty piroksenowe. Poza tym, w każdym z poszczególnych czterech rodzajów skał może występować zmienna ilość szkliwa wulkanicznego, co podkreśla się przez odpowiednie uzupełnienie nazwy podstawowej (por. Smulikowski 1960).

Między wymienionymi typami istnieją ciągłe przejścia, tak że często w obrębie jednego ciała magmowego, a nawet w obrębie jednej odkrywki, można wyróżnić kilka typów petrograficznych. Taka zmienność była obserwowana przez Wojnę i Pentlakową w ośmiu punktach spośród stukilkudziesięciu zbadanych. Pozostałe wystąpienia wykazują mniej więcej jednolity typ bazaltu, a częstość występowania poszczególnych typów przedstawia się następująco (*o. c.*):

bazalt plagioklazowy	— 50 wystąpień
bazalt plagioklazowo-nefelinowy	— 24 wystąpienia
bazalt nefelinowy	— 43 wystąpienia
bazalt piroksenowy	— 7 wystąpień

Smulikowski (*o. c.*) wprowadził dla skał omawianych nowsze zasady nomenklatury, stosując następujące określenia:

plagioklaz jedynym jasnym minerałem („bazalt plagioklazowy“)	— bazalt	
plagioklaz + nefelin („bazalt plagioklazowo-nefelinowy“)	z obfitym oliwinem	— bazanit
	ze skąpym oliwinem	— tefryt
plagioklaz + szkliwo ubogie w SiO ₂	z obfitym oliwinem	— bazanitoid
	ze skąpym oliwinem	— tefrytoid
nefelin w decydującej przewadze („bazalt nefelinowy“)	— nefelinit	
szkliwo ubogie w SiO ₂ w przewadze nad plagioklazem i nefelinem	— limburgit	
jasne minerały i szkliwo skąpe, w tle znacznie przeważa piroksen („bazalt piroksenowy“)	— ankaratryt	

Ponadto w powiecie zgorzeleckim (okolice Bogatyni i Opolna Zdroju) występują nieliczne odsłonięcia skał znacznie jaśniejszych od bazaltów, lecz ściśle z nimi związanych wspólną prowincją petrograficzną (prowincją atlantycką), jak tefryt hornblendowy, trachyandezyt i trachyfonolit (patrz Pendas, Maciejewski 1959; Smulikowski 1960). Trachyandezyty zostały też rozpoznane w okolicach Męcinki koło Jawora (Jerzmański 1956).

II. POZYCJA GEOLOGICZNA I WIEK DOLNOŚLĄSKICH SKAŁ BAZALTOWYCH

Zjawiska wulkanizmu bazaltowego Dolnego Śląska związane są z etapem najmłodszych ruchów tektonicznych w Sudetach i ich obrzeżeniu, które przejawiały się przede wszystkim jako ruchy pionowe. Skały bazaltowe występują przy tym zarówno w obrębie silnie wydźwigniętego bloku orograficznych Sudetów, jak też w zrzuconej tektonicznie strefie północno-wschodniego przedpola sudeckiego. W obszarze pierwszym, wskutek długotrwałej erozji trzecio- i czwartorzędowej, zachowały się przeważnie tylko różne formy wulkanicznych żył doprowadzających lawę, jak czopy (neki), pnie (żyły kominowe) i dajki, pokrywy zaś lawowe (np. w okolicy Złotoryi, czy Łądka) są rzadsze. W obszarze drugim, na północny wschód od brzeżnego uskoku sudeckiego, pokrywy lawowe zachowane są zwykle znacznie lepiej niż w orograficznych Sudetach (np. w okolicach Jawora — por. Jerzmański 1956, 1961), a ponadto można też znaleźć formy przypominające właściwe stożki wulkaniczne i kaldery (okolice Grodkowa, Niemodlina i Strzelc Opolskich).

W okolicach Męcinki na zachód od Jawora pokrywa lawowa trachyandezytu jest podścielona osadami uznany na podstawie analizy sporowypłkowej za górnoeocenijskie, nadścielona zaś przez osady uznane na podstawie tychże badań — za górny oligocen (por. Jerzmański 1961). Z tymi wnioskami pozostawałyby w zgodzie badania wieku bezwzględnego wykonane metodą helową przez W. D. Urry'ego (1936), który otrzymał wartości 29 ± 2 i 34 ± 2 milionów lat. Dla próby ze wzgórza Bazaltowa (na południe od Męcinki), gdzie występuje bazalt kolumnowy, przypominający formą czop wulkaniczny, tą samą metodą Urry określił wiek bazaltu na 36 ± 2 milionów lat.

Szczególne zainteresowanie budzi obszar między Lubaniem, Zgorzelcem, Bogatynią i Gryfowem Śląskim, gdzie odsłonięte są kontakty bazaltów z miocenijską formacją burowęglową, okazującą zmiany pod wpływem termicznego oddziaływania magmy. Na Łużycach obserwowano zanurzanie się bazaltów pod formację burowęglową i zaleganie ich bezpośrednio na starszym podłożu, co świadczyć może, że miejscami są one starsze od tej formacji.

W okolicach Gryfowa Śląskiego (Wieża) występują żyły pokładowe (sille) w obrębie trzeciorzędowych piasków i ilów z węglem brunatnym, oraz pionowe kominy brekcji wulkanicznej młodsze od intruzji, co wskazuje, że zjawiska wulkaniczne mogą tu być częściowo młodsze od osadów trzeciorzędu.

Między Lubaniem a Leśną poszczególne potoki law bazaltowych oddzielone są niekiedy produktami zwietrzenia bazaltu w ciepłym klimacie

(Kozłowski, Parachoniak 1960), lub osadami formacji burowęglowej, wykazującymi zmiany termiczne w spągu wyższego wylewu, co świadczy o równoczesności działalności wulkanicznej z sedymentacją tej formacji.

Natomiast koło Łądka bazanit przepelniony porwakami gnejsowymi wylał się na plioceńskie żwiry tarasowe rzeki Białej Łądeckiej (por. Walczak 1957), które ponadto zawierają również otoczaki bazaltowe. Stąd F. Berger (1932) wyciągnął wniosek, że erupcja bazaltu w tej okolicy była częściowo równoczesna z akumulacją żwirów, a częściowo młodsza od niej, tj. plioceńska (por. Oberc 1957), lub nawet plejstocieńska (por. Smulikowski 1960).

Z powyższych danych zdaje się wynikać, że rozpiętość czasowa trzeciorzędowej działalności wulkanicznej na Dolnym Śląsku jest znaczna i obejmuje okres od oligocenu do pliocenu (lub nawet plejstocenu), to znaczy od około 36 ± 2 milionów lat do około 1 miliona lat przed dobą obecną.

III. FORMY GEOLOGICZNE SKAŁ BAZALTOWYCH DOLNEGO ŚLĄSKA I WNIOSKI W SPRAWIE ICH OCHRONY

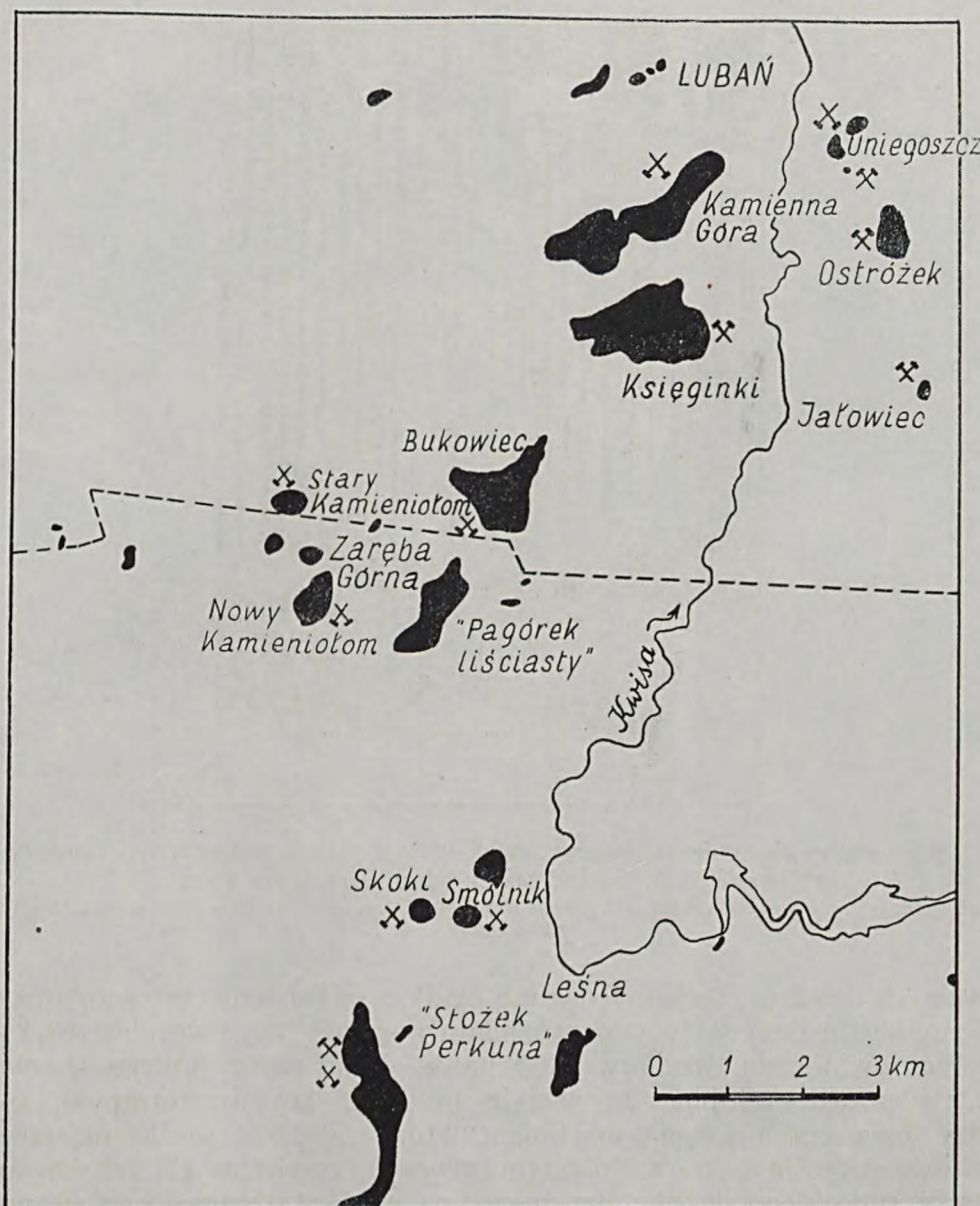
Jak już wspomniano, bazalty dolnośląskie występują w postaci pokryw lawowych, pni i innych żył, które doprowadzały lawę do wulkanu, wreszcie w postaci niewielkich intruzji, które niekoniecznie musiały mieć połączenie z powierzchnią. W polskiej literaturze informacje na ten temat znajdują się zwłaszcza w opracowaniach Jerzmańskiego (1956, 1961), Kozłowskiego (1960), Kozłowskiego i Parachoniaka (1960), Smulikowskiego (1960) i Maślankiewicza (1961).

Pokrywy lawowe

Pokrywy lawowe występują zwłaszcza w okolicach między Lubaniem a Leśną, dalej między Złotoryją, Legnickim Polem i Jaworem, a ponadto na wschód od Niemczy, na południe od Niemodlina i koło Łądka. Zalegają one najczęściej płasko na znacznej przestrzeni, ale wskutek erozji bywają rozcięte na izolowane płaty. W morfologii pokrywy bazaltowe tworzą zwykle łagodne wzgórza, co szczególnie dobrze widoczne jest między Jaworem, Legnickim Polem i Złotoryją oraz w okolicy Niemodlina, gdzie przynajmniej część bazaltów uważana jest za najstarsze eruptywy trzeciorzędowe Dolnego Śląska.

W obszarze między Lubaniem a Leśną pokrywy lawowe znajdują się często na szczytach wzgórz, których stoki zbudowane są z miękkich osadów formacji burowęglowej i utworów piroklastycznych. W ten sposób forma morfologiczna zyskuje na ostrości wskutek podcinania zboczy przez erozję.

Miąszość pokryw lawowych może być znaczna, do kilkudziesięciu metrów a nawet powyżej 100 m. Skała bazaltowa dzieli się na grube słupy wieloboczne, ograniczone krzywymi powierzchniami, zwykle znacznie mniej regularne niż w czopach i kominach wulkanicznych. Długość słupów często przekracza kilkanaście metrów, ich grubość zwykle wynosi 0,5—1,5 m, ale

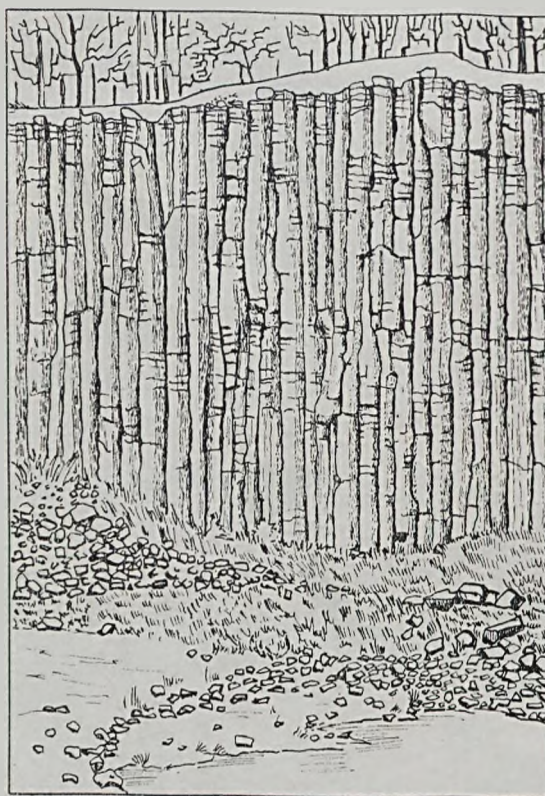


Ryc. 2. Rozmieszczenie wystąpień skał bazaltowych (czarne pola) w okolicach Lubania Śląskiego (głównie według S. Kozłowskiego i W. Parachoniaka, 1960, nieco zmienione). Linia przerywana oznacza granicę pomiędzy gnejsami izerskimi i utworami paleozoicznymi Gór Kaczawskich

Fig. 2. Distribution of basaltic rocks (in black) in the surroundings of Luban (mainly after S. Kozłowski and W. Parachoniak, 1960, slightly changed). Dashed line denotes contact between the gneisses of the Góry Izerskie Mts., and the Palaeozoic rocks of the Góry Kaczawskie Mts.

może dochodzić nawet do 3 m. Słupy są najczęściej ustawione pionowo lub ze słabym wychyleniem od pionu, a zarazem prostopadle do pierwotnej powierzchni stygnięcia lawy.

Wskutek postępów erozji i denudacji, warstwa żuźlowego, gąbczastego bazaltu, która pierwotnie pokrywała powierzchnię potoków lawowych, za-



Ryc. 3. Kolumnowy cios pokrywy lawowej nefelinitu w Lubaniu na Kamiennej Górze (według fotografii). Wysokość ściany odsłonięcia około 15 m

Fig. 3. Columnar jointing of nephelinite lava flow at Kamienna Góra, Lubań (after a photograph). Height of the wall — about 15 m

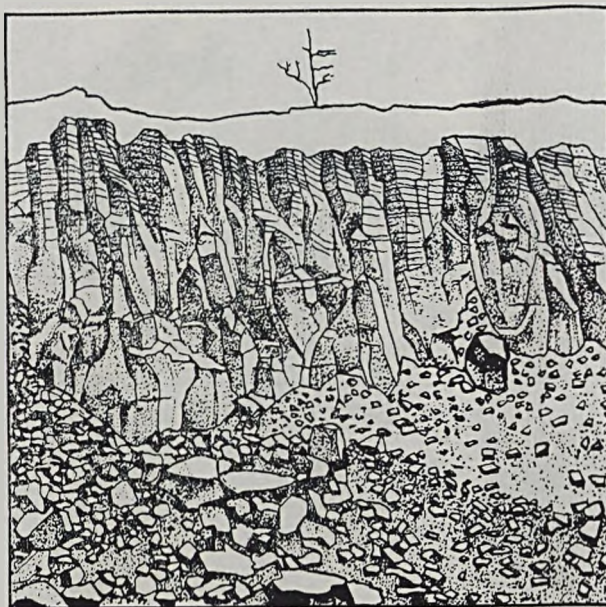
chowała się bardzo rzadko. Również rzadkie są odsłonięcia partii pokrywy bezpośrednio niższej, z dużymi próżniami pogazowymi, natomiast większość odsłonień uwidocznia środkowe, lub nawet dolne partie pokryw lawowych.

Jest prawdopodobne, że wielkie pokrywy lawowe («trapy»), okolic między Jaworem a Legnickim Polem, które zaliczane są do najstarszych bazaltów dolnośląskich, są efektem erupcji szczelinowych, ulokowanych w strefie sudeckiego uskoku brzeżnego, na granicy dźwigającego się w tym czasie bloku Gór Kaczawskich i zapadającej się strefy przedsudeckiej.

W niektórych przypadkach pokrywy lawowe są poprzebijane kominami wypełnionymi albo bazaltem masywnym, albo — częściej — gąbczastą, lub migdałowcową lawą bazaltową, czy brekcją lawowo-tufową.

Poniżej omówiono krótko niektóre ciekawsze wystąpienia pokryw lawowych.

W południowej części miasta Lubania, na tzw. Kamiennej Górze (ryc. 2) znajduje się nieczynny kamieniołom nefelinitu, którego pokrywa lawowa zajmuje znaczny obszar, wydłużony w kierunku południowo-zachodnim. Skąła barwy czarnej dzieli się na pionowe kolumny o przekroju 0,5—1 m, co najmniej 15 metrów wysokie (ryc. 3), pękające pod wpływem wietrzenia i rozprężania skały wzdłuż płaszczyzn skośnych do wydłużenia kolumn.



Ryc. 4. Krzywoliniowy cios kolumnowy pokrywy lawowej nefelinitu w Księginkach koło Lubania (według fotografii). Górny poziom eksploatacyjny, w części pn.-wsch. Płytkowa oddzielność kolumn w górnej części pod wpływem wietrzenia. Wysokość ściany odsłonięcia około 10 m

Fig. 4. Curvilinear columnar jointing of nephelinite lava flow at Księginki near Luban (after a photograph). Plate jointing in the upper part of the columns due to weathering. Height of the wall — about 10 m

Z uwagi na łatwą dostępność i dobre odsłonięcia, zwłaszcza we wschodniej i południowo-zachodniej części kamieniołomu, winien on podlegać ochronie, co zresztą nie będzie napotykać trudności, gdyż kamieniołom jest częścią miejskiego parku.

Około 2 km na południe od Lubania, w Księginkach, znajduje się wielki czynny kamieniołom nefelinitu, który odsłania pokrywę lawową o miąższości (niepełnej) około 16 m, spoczywającą na nierównej powierzchni konglomeratów piroklastycznych. W wierceniach przebito ponadto jeszcze dwie pokrywy nefelinitu (24 m i 7,5 m miąższości), które spoczywały na bardzo nierównym podłożu osadów trzeciorzędowych i były rozdzielone piroklastycznymi konglomeratami o miąższości około 9 m (Kozłowski, Parachoniak 1960).

Na najwyższym poziomie eksploatacyjnym omawianego kamieniołomu nefelinit ma barwę szarą i dzieli się na pionowe słupy o średnicy 0,5—1,2 m, ograniczone charakterystycznymi, krzywoliniowymi powierzchniami. W najwyższej partii wyrobiska, pod pokrywą czwartorzędową, zaznacza się poziome spękanie płytowe słupów pod wpływem wietrzenia (ryc. 4, 5).

Kamieniołom stanowi bardzo dogodny obiekt dla studenckich wycieczek geologicznych z uwagi na małą odległość od Lubania i wielką ścianę wyrobiska. W obecnym etapie nie ma potrzeby prawnego chronienia odsłoneń.

Duże odsłonięcie nefelinitu znajduje się także w nowym kamieniołomie na Bukowcu (Bukowej Górze), około 6 km na południowy zachód od Lubania. W wyniku wierceń stwierdzono, że pokrywa lawowa osiąga tutaj ponad 60 m miąższości i podścielona jest przynajmniej częściowo przez czer-





Ryc. 5. Płytkowa oddzielność kolumn pokrywy lawowej nefelinitu pod wpływem wietrzenia. Kamieniołom Księginki koło Lubania, górny poziom eksploacyjny, w części pn.-wsch.

Fig. 5. Płaty jointing of columns of nephelinite lava flow, due to weathering. Księginki near Luban

Fot. K. Birkenmajer

wone gliny i brązowe, przeobrażone konglomeraty bazaltowe, pod którymi dopiero leżą piaski i żwiry trzeciorzędowe (Kozłowski, Parachoniak 1960). Zdaniem Kozłowskiego (*o. c.*) omawiana pokrywa lawowa może reprezentować centralną część dużego stratowulkanu.

W wyrobisku nefelinit jest barwy czarnej i tworzy pionowe kolumny o przekroju 0,75—1,5 m. W partii górnej odsłonięcia, pod pokrywą zwietrzelinową, kolumny nefelinitu pękają na poziome płyty, których naroża atakowane przez czynniki wietrzenia ulegają zaokrągleniu. Jest to przykład wietrzenia kulistego (ryc. 6). Podobnie jak Księginki, odsłonięcie w Bukowcu może służyć jako obiekt wycieczek geologicznych.

Szereg izolowanych wystąpień nefelinitowej pokrywy lawowej znajduje się na południowy zachód od Bukowca, wśród wielkich lasów. Jedno z nich, w nieczynnym już kamieniołomie Zaręba Górna («nowy kamieniołom» Kozłowskiego i Parachoniaka, *o. c.*), odsłania dwa potoki lawowe. Dolny potok tworzy niewielkie kopulaste nabrzmienia o miąższości do kilkunastu metrów, oddzielone od potoku górnego, o obecnej miąższości około 25 m (pierwotnie prawdopodobnie znacznie większej), czerwoną gliną, którą Kozłowski i Parachoniak uważają za produkt rozkładu nefelinitu w ciepłym klimacie trzeciorzędu.



Ryc. 6. Kuliste wietrzenie pokrywy lawowej nefelinitu w Bukowcu koło Lubania

Fig. 6. Spheroidal weathering of nephelinite lava flow at Bukowiec near Lubań

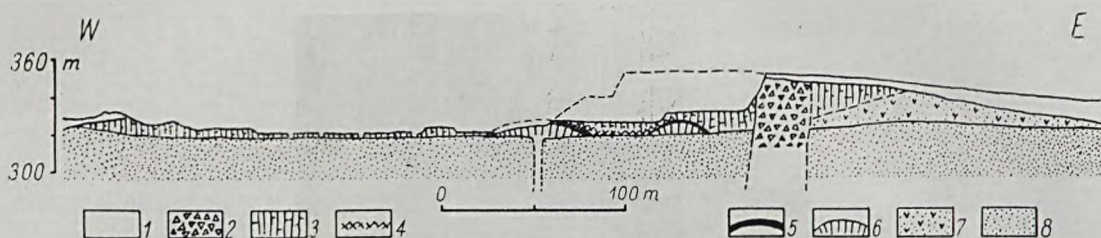
Fot. K. Birkenmajer

We wschodniej części kamieniołomu eksploatacja doszła do podłoża osadowego. Widzimy tutaj żółte utwory piaszczyste i żwirowe trzeciorzędu, na których spoczywa miejscami lava starszego wylewu, a miejscami bezpośrednio spągowa brekcja wulkaniczna potoku górnego. W brekcji tej oprócz materiału lawowego występuje także spieczony piasek i żwir z podłoża.

W północno-wschodniej części kamieniołomu widoczny jest pionowy komin wulkaniczny, wypełniony tufem i brekcją wulkaniczną, zawierającą oprócz materiału lawowego także fragmenty trzeciorzędowych czerwonych glin zwietrzelinowych oraz otoczaki kwarcowe z podłoża. W danym przypadku działalność eksplozyjna była zatem młodsza od obu wylewów nefelinitu (ryc. 7).

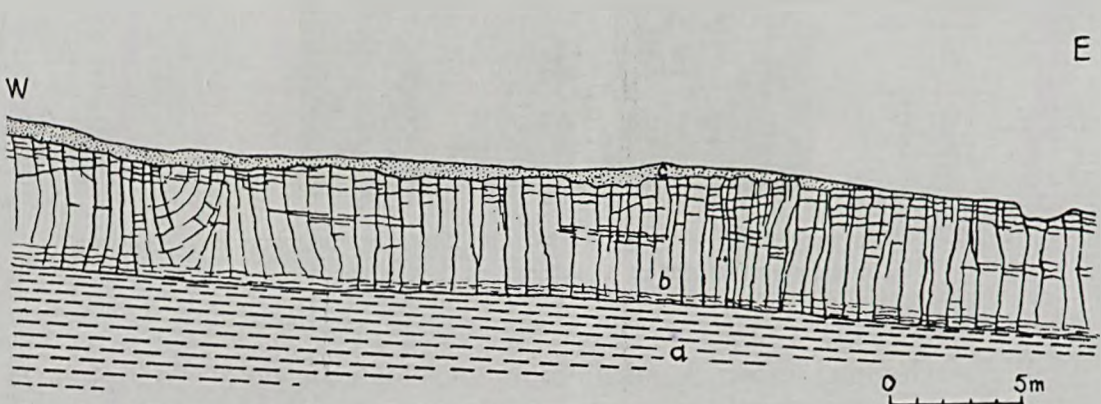
Jak widać, kamieniołom zasługuje na specjalne zainteresowanie jako obiekt nadający się do celów dydaktyki nauk o Ziemi. W obecnym stanie nie wymaga on specjalnego zabezpieczenia.

Bardzo interesujące odsłonięcie pokrywy bazaltowej (bazaltu plagioklazowego) znajduje się na szczycie wzgórza, około 3 km na zachód od Leśnej (w sąsiedztwie tzw. «Stożka Perkuna»). W nowym kamieniołomie widoczna jest pokrywa lawowa o miąższości 5—7 m, zapadająca ku wschodowi pod kątem około 10°, podścielona przez osady trzeciorzędowe (ryc. 8). W dolnej części potoku lawowego obserwujemy spękania płytkowe (pokładowe), równoległe do kontaktu ze skałami osadowymi; wyżej skała ogniowa dzieli się na słupy pionowe lub wygięte, o średnicy 30—50 cm. Na przełomie



Ryc. 7. Przekrój przez wylewy nefelinitu w nieczynnym («nowym») kamieniołomie w Zarębie Górnej koło Lubania (według S. Kozłowskiego i W. Parachoniaka, 1960, z uzupełnieniami autora): 1 — pokrywa czwartorzędowa, 2 — brekcje w kominie wulkanicznym, 3 — pokrywa nefelinitowa górna, 4 — brekcja spągowa górnej pokrywy nefelinitowej, 5 — czerwone gliny zwietrzelinowe (trzeciorzęd), 6 — pokrywa nefelinitowa dolna, 7 — tufy i brekcje wulkaniczne, 8 — podłoże trzeciorzędowe

Fig. 7. Geological cross-section of a quarry at Zaręba Górna near Luban (after S. Kozłowski and W. Parachoniak, 1960, supplemented by the author): 1 — Quaternary cover, 2 — vent breccias, 3 — upper nephelinite lava flow, 4 — basal breccia of the upper nephelinite lava flow, 5 — red weathering clays (Tertiary), 6 — lower nephelinite lava flow, 7 — tuffs and volcanic breccias, 8 — Tertiary substratum



Ryc. 8. Odsłonięcie kontaktu pokrywy bazaltowej z osadami trzeciorzędowymi w kamieniołomie na zachód od Leśnej: a — skały osadowe trzeciorzędu (bliższy opis w tekście) b — pokrywa bazaltowa, c — nadkład czwartorzędowy

Fig. 8. Contact of basalt lava flow with Tertiary sediments. Quarry W of Leśna: a — Tertiary sediments, b — basalt lava flow, c — Quaternary cover

bazalt jest czarny, zbity, jednak miejscami wykazuje on obecność pęcherzy pogazowych, wypełnionych zeolitami.

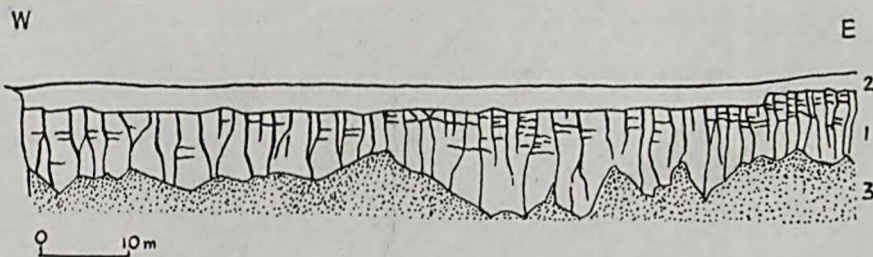
Tuż poniżej potoku lawowego widoczna jest w północnej części kamieniołomu cienka warstwa (10—20 cm) czarnej, spieczonej skały, przypominającej tuf bazaltowy, niżej występują: spieczony czarny łupek piaszczysty (10 cm), żółta spieczona glina piaszczysta (25 cm), spieczona glina brązowa (30 cm), wreszcie szara, lub jasnobrązowa albo zielonawa, spieczona glina, z licznymi fragmentami gąbczastej lawy bazaltowej, przypominającej bomby wulkaniczne, o rozmiarach 2—10 cm. Niektóre z mniejszych fragmentów, o rozmiarach 1—2 cm, są niewątpliwie materiałem piroklastycznym typu lapilli, wykazując bardzo charakterystyczną strukturę wewnętrzną spłaszczonych i często spiralnie skręconych próżni pogazowych.

Utwory osadowe tworzą poziom o miąższości dochodzącej do 5—6 m i są podścielone podobnym bazaltem odsłoniętym w starym łomie zalanym wodą, znajdującym się bezpośrednio dalej na południe. Bazalt ten ma około

5 m miąższości w części odsłoniętej nad powierzchnią wody i wykazuje bardzo dobrze rozwinięty regularny cios słupowy pionowy, o średnicy słupów 10—20 cm. Pod tym bazaltem ponownie odsłaniają się spieczone, żółte osady piaszczysto-gliniaste tworzące soczewkę o miąższości 1—2 m, podścieloną następnym bazaltem.

Wydaje się, że tylko pierwszy z omówionych bazaltów stanowi potok lawowy, natomiast niższe są intruzjami pokładowymi (sillami), które wcisnęły się w miękkie, zapewne silnie zawodnione osady trzeciorzędowe, pod wcześniej utworzoną pokrywą lawową, powodując silne spiczenie osadu. Kolejność zjawisk wulkanicznych mogłaby się tutaj przedstawiać następująco:

1. Działalność wulkaniczna piroklastyczna (bomby wulkaniczne i lapilli) w czasie osadzania się utworów piaszczysto-gliniastych trzeciorzędu;
2. Wylew lawy bazaltowej, tworzącej dziś strop odsłonięcia;
3. Intruzje żył pokładowych (sillów) w osady trzeciorzędowe pod przykryciem lawy i ich słabe przeobrażenie (spiczenie).



Ryc. 9. Odsłonięcie pokrywy lawowej nefelinitu w kamieniołomie w Kozowie koło Złotoryi: 1 — nefelinit, 2 — pokrywa czwartorzędowa, 3 — usypisko

Fig. 9. Exposure of nephelinite lava flow at Kozów, near Złotoryja: 1 — nephelinite lava flow; 2 — Quaternary cover; 3 — talus

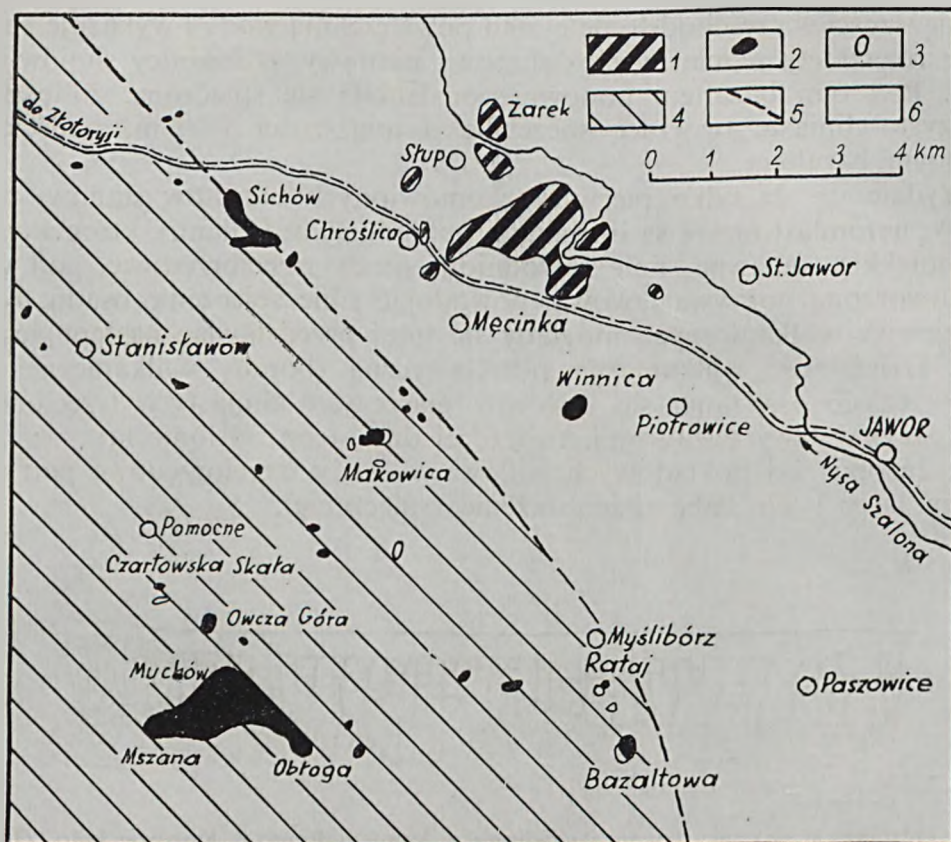
Z uwagi na dobry stan odsłonień kamieniołom może mieć znaczenie dydaktyczne dla wycieczek geologicznych.

W najbardziej południowo-zachodniej części Dolnego Śląska, nad Nysą Łużycką, do pokryw lawowych prawdopodobnie mogą być zaliczone odsłonięcia trachyandezytu w Markocicach na SE od Bogatyni i hornblendowego bazanitu na wzgórzu 315 m n.p.m. na wschód od Bogatyni.

Dobre odsłonięcia pokrywy lawowej widoczne są w Kozowie na NE od Złotoryi. Na lewym zboczu doliny rzeki Kaczawy, pod wysokim lewo-brzeżnym tarasem akumulacyjnym, znajduje się tam czynny kamieniołom nefelinitu, posiadającego dobrze rozwinięty charakterystyczny pionowy cios słupowy, o krzywolinijskich powierzchniach (ryc. 9). W zachodniej części łomu kolumny są grubsze, 1—2 m w przekroju, we wschodniej części — cieńsze, 0,5—1 m w przekroju. Na świeżym przełomie nefelinit jest czarny, po nadwietrzeniu zaś staje się zielonawoczarny. W partii górnej odsłonięcia zaznacza się wyraźne płytkowe pęknięcie kolumn nefelinitu pod wpływem wietrzenia, a nawet wietrzenie kuliste.

Kamieniołom jest łatwo dostępny ze Złotoryi i może być dobrym obiektem badań dla wycieczek naukowych i szkolnych.

Na zachód od Jawora dobre odsłonięcia pokryw lawowych «bazaltu plagioklazowego» (trachyandezytu) znajdują się w Męcince, Chróścicy, we



Ryc. 10. Rozmieszczenie skał bazaltowych w okolicy Jawora (według J. Jerzmańskiego, 1956, nieco zmienione): 1 — pokrywy lawowe, 2 — czopy wulkaniczne, 3 — konglomeraty tufowe i tufy, 4 — kambro-sylur Gór Kaczawskich, 5 — uskoc brzeżny sudecki, 6 — utwory czwartorzędowe

Fig. 10. Distribution of basaltic rocks near Jawor (after J. Jerzmański, 1956, slightly modified): 1 — lava flows, 2 — plugs, 3 — tuffs and tuff conglomerates, 4 — Cambro-Silurian of the Góry Kaczawskie Mts., 5 — Sudetic border fault, 6 — Quaternary cover

wsiach Słup i Żarek (ryc. 10). Widoczne są tutaj izolowane płyty stanowiące prawdopodobnie fragmenty jednej płyty lawowej o rozmiarach kilku kilometrów kwadratowych. W wierzeniu trachyandezytowa pokrywa lawowa liczyła około 70 m miąższości i była przykryta blisko trzydziestometrową strefą lawy zwietrzałej (Jerzmański 1961). Można stąd wnosić, że pierwotna miąższość omawianej pokrywy lawowej przekraczała 100 m.

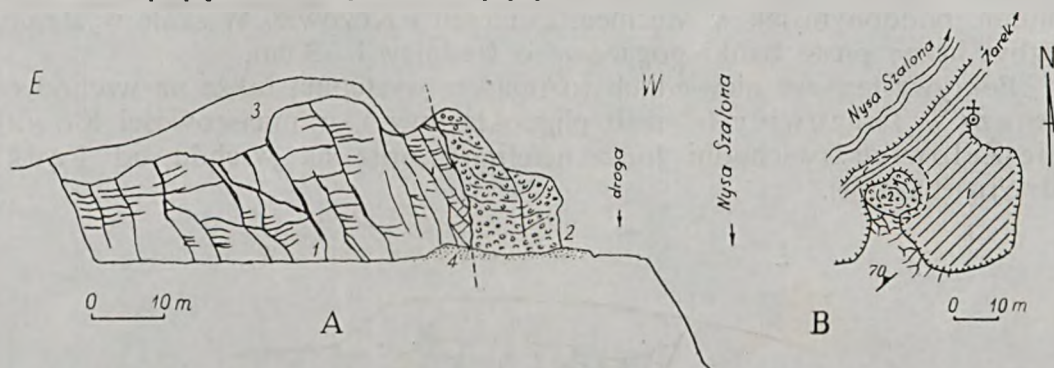
Jak już wyżej wspomniano, pokrywy lawowe okolic Jawora należą do najstarszych law trzeciorzędowych Dolnego Śląska i są odnoszone do oligocenu. Ostatnio były one obiektem szczegółowych badań Jerzmańskiego (1956, 1961).

W Męcince odsłonięcia znajdują się blisko drogi prowadzącej z Jawora do Złotoryi. W odsłonięciu wschodnim (łom nieczynny) widzimy górną część potoku lawowego słabo odgazowanego (porowatego), łatwo ulegającego wietrzeniu. Spękania w ciemnoszarym trachyandezycie przebiegają pokładowo lub stromo, lecz zwykle nieregularnie. Prócz tego występuje skała

typu bazaltowego, znacznie ciemniejsza od poprzedniej, tworząca jakby pionowe żyły przebijające trachyandezyt, 5—10 m grube.

Podobne stosunki geologiczne możemy również obserwować w kamieniołomie zachodnim, gdzie — jak poprzednio — ciemna skała bazaltowa z drobniejszym i odmiennie zorientowanym ciosem niż w szarym trachyandezycie, zdaje się przebijać ten ostatni.

We wsi Słup na północ od Męcinki (por. ryc. 10), w starym zarośniętym kamieniołomie widoczny jest szary «bazalt plagioklazowy» (trachyandezyt), analogiczny jak w Męcince. Posiada on pionowe spękania ciosowe krzywolinijne, dzielące skałę na nieregularne słupy, dodatkowo pod wpływem wietrzenia popękane na poziome płyty.



Ryc. 11. Pokrywa lawowa «bazaltu plagioklazowego» przebita kominem wulkanicznym. Żarek koło Jawora. A — Szkic geologiczny ściany odsłonięcia: 1 — pokrywa lawowa, 2 — aglomerat tufowy i gąbczasty bazalt kominu wulkanicznego, 3 — pokrywa czwartorzędowa, 4 — usypisko; B — plan odsłonięcia: 1 — pokrywa lawowa, 2 — aglomerat tufowy i gąbczasty bazalt kominu wulkanicznego

Fig. 11. «Plagioclase basalt» lava flow pierced by volcanic vent at Żarek near Jawor. A — profile of the outcrop: 1 — lava flow, 2 — tuff agglomerate and vesicular basalt of the volcanic vent, 3 — Quaternary cover, 4 — talus; B — vertical sketch of the outcrop: 1 — lava flow, 2 — tuff agglomerate and vesicular basalt of the vent

Nieco dalej ku wschodowi, na wschodnim, prawym brzegu rzeki Nysy Szalonej, we wsi Żarek, analogiczny «bazalt plagioklazowy» odsłania się w starym łomie przy drodze. Widzimy tutaj nieregularne kolumny pochylone ku wschodowi, o grubości 0,5—1,5 m, z zaznaczoną płytową oddzielnością pod wpływem wietrzenia. W zachodniej części odsłonięcia, tuż przy drodze widoczny jest komin wulkaniczny o średnicy około 10 m, wypełniony czerwono wietrzejącym aglomeratem tufowym i gąbczastym bazaltem (ryc. 11). Omówiony komin przebija pokrywę lawową, jest zatem od niej młodszy.

Skały bazaltowe widoczne w nieczynnych kamieniołomach w Męcince i Żarku zasługują na ochronę z uwagi na dobry stan odsłonięć pokrywy lawowej i łatwą dostępność z Jawora.

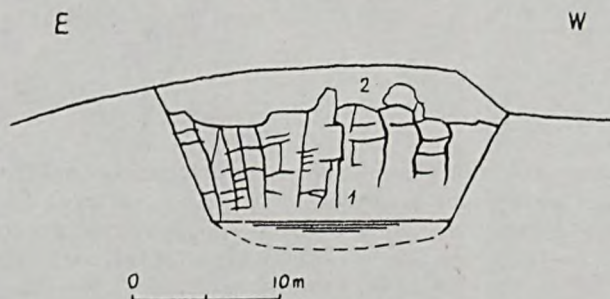
Między Jaworem i Legnickim Polem występują odsłonięcia pokryw lawowych, podobnych jak w Męcince, w miejscowości Lubień. W starym łomie na północ od wsi widoczny jest ciemno- lub jasnoszary «bazalt plagioklazowy», który na wyższym poziomie eksploatacyjnym, w ścianie o wysokości około 10 m, wykazuje grube kolumny 1—1,5 m w przekroju, o charakterystycznych krzywych powierzchniach oddzielności. W niektórych partiach kamieniołomu, zwłaszcza przy wejściu do niego, na niższym poziomie

eksploatacyjnym, zaznacza się gąbczasta struktura lawy, spowodowana jej częściowym odgazowaniem.

W niewielkim czynnym łomie w Lubieniu, położonym na zachód od kamieniołomu poprzedniego, widać nieco niższą część tego samego potoku lawowego; bazalt zawiera tutaj mniej baniek pogazowych, spękania ciosowe są mniej regularne, pionowe, lub nieco skośne, powodując powstanie nieregularnych kolumn.

W niedalekim sąsiedztwie, na niewielkim wzgórzu (Rothe Berg na mapach niemieckich), na NW od Mikołajowic, w małych, nieczynnych obecnie kamieniołomach (zwłaszcza w południowej części wzgórza) widoczna jest pokrywa lawowa nefelinitu o charakterystycznym układzie nieregularnych kolumn, podobnym jak w Męcince, Lubieniu i Kozowie. W skale występują niezbyt liczne puste bańki pogazowe o średnicy 1—3 cm.

Pokrywy lawowe niewielkich rozmiarów występują także na wschód od Niemczy w Targowicy («bazalt plagioklazowy»), w miejscowości Kowalskie-Żelowice (wschodni łom: nefelinit), oraz na wschód od Łądka Zdroju (bazanit).



Ryc. 12. Odślonięcie pokrywy lawowej bazanitu w Ligocie Tułowickiej (stary kamieniołom), na południe od Niemodlina: 1 — pokrywa lawowa, 2 — nadkład czwartorzędowy

Fig. 12. Exposure of basanite lava flow at Ligota Tułowicka, S of Niemodlin: 1 — lava flow, 2 — Quaternary cover

Najbardziej wschodnie odślonięcia pokryw lawowych występują na południe od Niemodlina (na Śląsku Opolskim) w Ligocie Tułowickiej. Znajdują się tutaj dwa kamieniołomy odsłaniające prawdopodobnie tę samą pokrywę lawową, jednak o różnym składzie petrograficznym. W czynnym kamieniołomie występuje nefelinit o charakterystycznej nieregularnej budowie słupowej. Słupy o wysokości 8—10 m w odślonięciu mają krzywolinijne powierzchnie i dochodzą do 1—3 m średnicy. W górnej partii słupów zaznacza się pozioma, lub skośna, płytowa oddzielność pod wpływem wietrzenia.

Drugie odślonięcie znajduje się na wschód od czynnego kamieniołomu, w małym, nieczynnym łomie zalanym wodą. Tutaj bazalt plagioklazowo-nefelinowy (bazanit) tworzy nieregularne słupy, o średnicy 1—1,5 m. W górnej partii kolumn widocznych w ścianie o wysokości 8—10 m ponad powierzchnią wody, zaznacza się kuliste wietrzenie skały (ryc. 12). Omawiane odślonięcie winno być poddane ochronie, jako przykład pokrywy lawowej bazanitu na wschodnich peryferiach środkowoeuropejskiej prowincji bazaltowej.

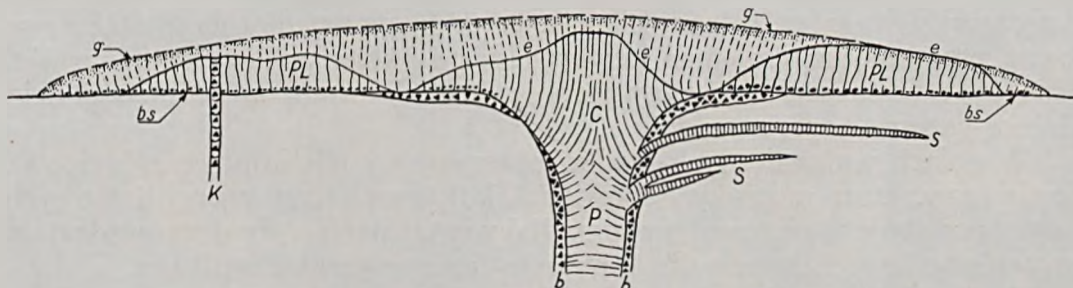
Pnie i czopy wulkaniczne

Pnie i czopy wulkaniczne należą do najpospolitszych form występowania bazaltów na Dolnym Śląsku. Ich przekrój poziomy jest zwykle kolisty, eliptyczny lub nieregularny. Są to pozostałości zerodowanych wulkanów centralnych, przy czym pnie stanowią wypełnienie głównej żyły doprowadzającej (wypełnienie komina wulkanicznego), lejkowato zaś w dół zwężające się czopy — wypełnienia lawowe poszerzonych przez erupcje kraterów.

Pnie i czopy wulkaniczne mogły być w wielu przypadkach powiązane bezpośrednio z pokrywami lawowymi, tworząc łącznie wulkany o typie tarczowym, dla których typową formą działalności były erupcje lawowe. Działalność piroklastyczna była w tym przypadku zwykle ograniczona do pierwszej fazy tworzenia się wulkanu, na co wskazuje obecność utworów tufo-genicznych i brekcji wulkanicznych starszych od lawowych wypełnień pni i czopów, na kontakcie lawy bazaltowej wypełniającej komin, ze skałami otaczającymi.

Dla wielu centralnych wulkanów bazaltowych Dolnego Śląska formą wyjściową był krater eksplozywny typu maaru, wypełniony z kolei przez lawę.

Niektóre pnie i czopy wulkaniczne ułożone są wzdłuż dyslokacji równoległych lub poprzecznych do brzeźnego uskoku sudeckiego (okolice między Jaworem a Złotoryją). W tym przypadku mogły mieć miejsce początkowo erupcje linearne, rozpadające się z biegiem czasu wskutek częściowego zaczipowania szczelin na linijnie ułożone erupcje centralne.



Ryc. 13. Rekonstrukcja wzajemnych stosunków między czopami, pniami wulkanicznymi, sillami, kominami i pokrywami lawowymi na przykładzie bazaltów dolnośląskich: P — pień wulkaniczny, C — czop wulkaniczny, PL — pokrywa lawowa, S — sill, K — komin wulkaniczny, b — brekcja odpowiadająca erupcji starszej od wylewu lawowego, bs — spągowa brekcja potoku lawowego, g — gąbczasta partia stropowa potoku lawowego, e — współczesna powierzchnia erozyjna

Fig. 13. Possible relations between different forms of Lower Silesian basalts: P — lower part of the plug, C — upper part of the plug, PL — lava sheet, S — sill, K — vent, b — breccia corresponding to explosive phase older than the lava flow, bs — bottom breccia of lava flow, g — scoriaceous and vesicular lava, e — present erosional surface

Ryc. 13 przedstawia rekonstrukcję typowego bazaltowego wulkanu lawowego z terenu Dolnego Śląska, z zaznaczeniem jego dzisiejszych form erozyjnych: pokryw lawowych, czopu i pnia wulkanicznego. Zaznaczono ponadto intruzje typu sillów, związane z fazą lawowej działalności wulkanu, utwory piroklastyczne otaczające pień i wyścielające lejkowate rozszerzenie podstawy krateru, związane ze starszą fazą erupcji gazowo-popiołowych,

wreszcie młodsze kominy eksplozyjne i eksplozyjno-lawowe, przebijające pokrywę lawową.

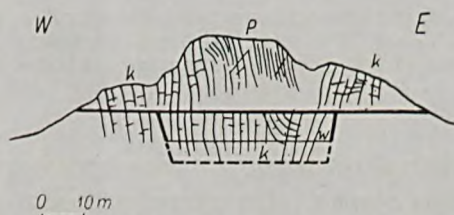
Dla czopów i pni wulkanicznych bardzo charakterystyczny jest cios kolumnowy, zwykle znacznie bardziej regularny niż w pokrywach lawowych. W płytkich i środkowych partiach czopów, gdzie przeważało chłodzenie od góry, wykształcony jest głównie cios kolumnowy pionowy. W dolnych, lejkowatych rozszerzeniach podstawy czopu, kolumny wyginają się na wszystkie strony ku dołowi, odśrodkowo, w kierunku powierzchni chłodzących bocznych. Przekroje kolumn są pięcio- lub sześcioboczne, rzadziej czworoboczne lub trójkątne.

W pniach wulkanicznych poniżej czopu i w cienkich żyłach przecinających czopy, kolumny bazaltu ułożone są poziomo i mają kształt mniej regularny niż w czopach, lub nawet przekształcają się w pryzmaty lub płyty poziome. Płytkowa oddzielność skały bazaltowej może też pojawiać się na kontaktach bocznych, czy w stropowej partii czopu, zwłaszcza w przypadku małych intruzji kominowych.

Wylewy bazaltowe mogły być albo jednokrotne, albo wielokrotne. W tym drugim przypadku, jeżeli między kolejnymi wylewami upłynął czas dostatecznie długi aby starsza lawa zestaliła się, w czopach wulkanicznych możemy zaobserwować kontaktujące ze sobą strefy bazaltowe o odmiennym układzie ciosu termicznego (kolumnowego lub płytowego), dostosowanego do aktualnej powierzchni studzenia lawy. Czasem obserwujemy charakterystyczny współśrodkowy system spękań przecinających kolumny, wygiętych miskowato ku dołowi, który mógł się wytworzyć przy osiadaniu krzepnącej i kurczącej się lawy pod dnem krateru. W takim przypadku mogły też nastąpić przesunięcia wzajemne pewnych partii skrzepłej lawy czopu wulkanicznego, a w powstałe szczeliny mogły dostać się produkty późniejszej działalności gazowo-popiołowej.

W pniach wulkanicznych rzadko obserwujemy teleskopowe zróżnicowanie się lawy, które mogłoby odpowiadać kolejnym fazom erupcji lawowych. Prawdopodobnie w większości przypadków w tej partii żyły doprowadzającej skrzepnięcie lawy następowało dopiero w fazie wygasania wulkanu.

Wielka ilość czopów i pni wulkanicznych znajduje się w obszarze między Strzegomiem a Złotoryją. W Strzegomiu na Krzyżowej Górze, która stanowi doskonały punkt widokowy z dogodnym dojściem schodami, widoczny jest bazalt (bazalt plagioklazowy) szary. Wystąpienie bazaltu ma kształt wydłużonej elipsy, o osi dłuższej w partii podszczytowej wynoszącej około



Ryc. 14. Pień wulkaniczny bazaltu w Strzegomiu (czynny kamieniołom): k — cios kolumnowy, p — cios płytowy, w — woda wypełniająca niższy poziom eksploatacyjny

Fig. 14. Basalt plug at Strzegom (working quarry): k — columnar jointing, p — platy jointing, w — water filling lower exploitation level

50 m i osi krótszej — około 20 m. W partii zachodniej bazalt posiada oddzielność płytową, o powierzchniach spękań ciosowych nachylonych stromo ku SE. W partii najwyższej wzgórza, pod krzyżem, widoczny jest bazalt porowaty, brekcyjowy, o pociętych, nieregularnych płaszczyznach ciosowych, który przecina bazalt płytowy strefą o przebiegu południkowym, o szerokości około 10 m.

Omówione odsłonięcie zasługuje na ochronę, jako przykład wystąpienia czopu bazaltu wśród granitu strzegomskiego, a zarazem jako bardzo dobry punkt widokowy.

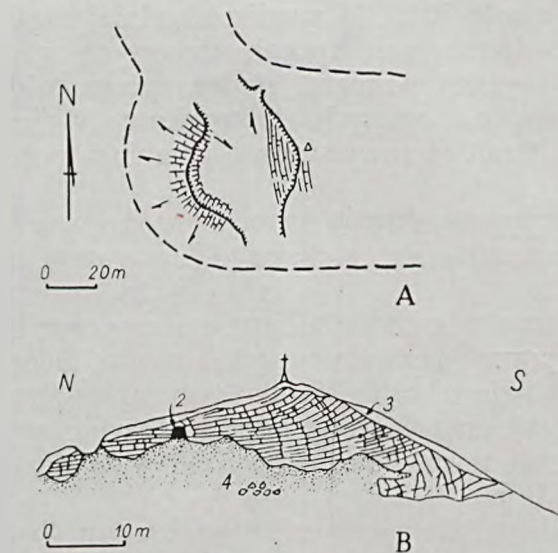
Nieco dalej w kierunku zachodnim, analogiczny czop bazaltowy odsłania się na niewielkim wzgórzu (dawna niemiecka nazwa: Georgen Berg). I tutaj widzimy płytowy układ ciosu, zapadającego tym razem stromo ku NE (w zachodniej części wzgórza), oraz pionowe kolumny bazaltu w części wschodniej. Wystąpienie bazaltu ma postać wydłużonej elipsy, o długości około 250 m i szerokości około 100 m.

Trzecie dobre odsłonięcie ciemnoszarego bazaltu (bazaltu plagioklazowego) znajduje się w czynnym kamieniołomie w bliskim sąsiedztwie odsłonień opisanych. Cios bazaltu jest w przewadze kolumnowy, o średnicy kolumn 0,5—1,5 m. Kolumny są pionowe, lub pochylają się stromo w kierunku środka kamieniołomu, gdzie znajduje się jezioro, którego wody wypełniają niższy poziom eksploatacyjny. Jedynie w północnej, najwyższej partii kamieniołomu, pojawia się cios płytowy (ryc. 14); być może odnosi się on do nieco młodszej fazy lawowej, która krzepła szybciej niż bazalt kolumnowy, lub też do partii bliższej pierwotnej powierzchni morfologicznej. Opisane odsłonięcie reprezentuje czop wulkaniczny i stanowi dogodny obiekt dla wycieczek naukowych.

W okolicach Jawora czopy i pnie wulkaniczne występują głównie w strefie Gór Kaczawskich, lub w strefie głównego uskoku brzeżnego Sudetów (por. ryc. 10). W strefie przedsudeckiej, zrzuconej, gdzie zachowały się pokrywy law trachyandezytu opisane powyżej (w okolicach Męcinki, Słupa i Chróślicy), żyły doprowadzające nie zostały zbyt dobrze rozpoznane. Być może jedną z takich żył (względnie pniem wulkanicznym) jest wystąpienie trachyandezytu na wzgórzu Winnica (między Piotrowicami a Męcinką), w starym łomie.

Dobre odsłonięcie bazanitu (bazaltu plagioklazowo-nefelinowego ze szkliwem) znajduje się w starym łomie w Sichowie, na południe od drogi prowadzącej z Jawora do Złotorii. Bazanit występuje tutaj w strefie brzeżnej dyslokacji sudeckiej. W zachodniej ścianie łomu widzimy drobne kolumny o średnicy 20—50 cm, leżące prawie płasko, a następnie w kierunku wschodnim podginające się gwałtownie do góry. W ścianie wschodniej kolumny bazanitu są początkowo prawie horyzontalne (od N), a następnie szybko wyginają się ku górze (ryc. 15). Układ ciosu wskazuje, że żyła doprowadzająca wulkanu, która jest tutaj reprezentowana, miała niezbyt regularny przebieg, z jednej strony nawiązując do kierunku zgodnego z sudeckim uskokiem brzeżnym (tj. NW-SE), z drugiej zaś — do kierunków dyslokacji równoleżnikowych (tj. W-E).

Blisko północnego wejścia do kamieniołomu, w ścianie wschodniej, widoczny jest w bazanicie duży ksenolit (o rozmiarach około 1,5 × 1,5 m)



Ryc. 15. Odślonięcie bazanitu w starym kamieniołomie w Sichowie na zachód od Jawora. A — plan odślonięcia. Strzałki wskazują kierunek zapadu kolumn bazanitu. Linia przerywaną zaznaczono prawdopodobny kształt czopu wulkanicznego. B — profil wschodniej ściany odślonięcia: 1 — bazanit, 2 — ksenolit skał metamorficznych, 3 — nadkład czwartorzędowy, 4 — usypisko

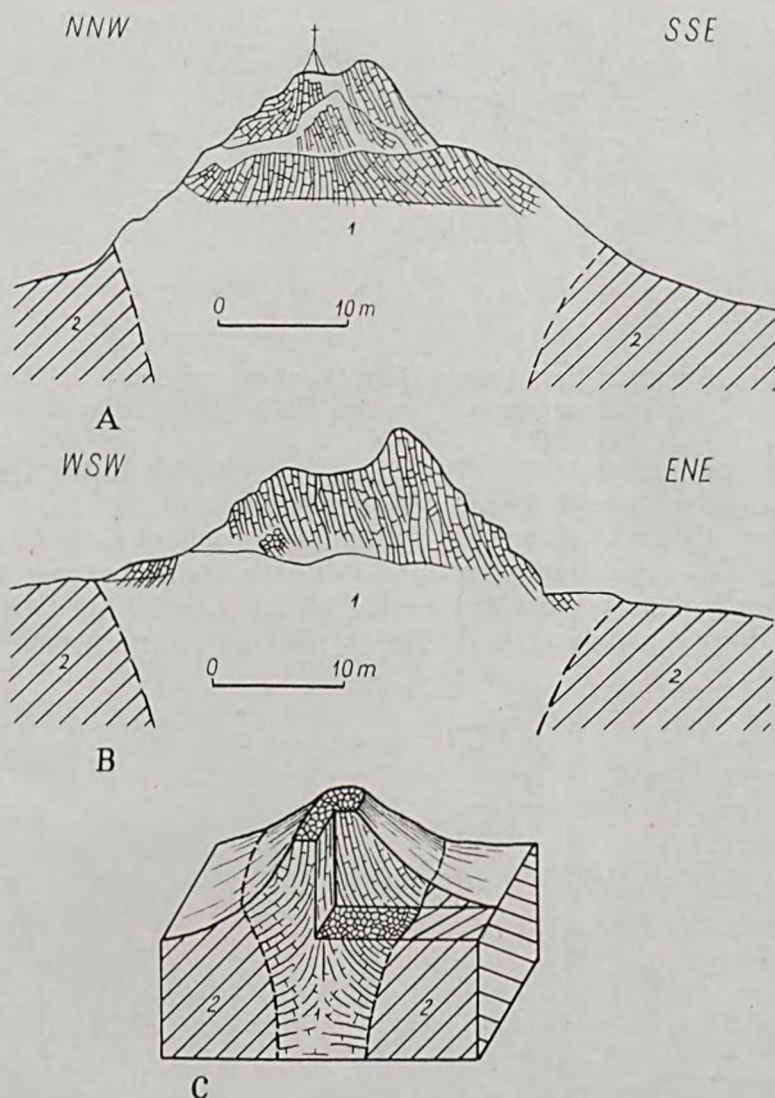
Fig. 15. Outcrop of basanite at Sichów (old quarry), W of Jawor. A — vertical sketch of the outcrop. Arrows indicate dips of basanite columns. Dashed line — possible boundaries of the plug. B — geological profile of the eastern wall of the quarry: 1 — basanite, 2 — xenolith of metamorphic rocks, 3 — Quaternary cover, 4 — talus

silnie zbrekcjowanych skał metamorficznych (łupków krystalicznych i gnejsu), częściowo nastrykanych lawą bazanitową na spękaniach.

Z uwagi na łatwą dostępność i bardzo dobry stan odślonień, kamieniołom w Sichowie zasługuje na objęcie go ochroną, jako zabytku przyrody nieożywionej.

Na południe od wsi Pomocne (na północ od drogi prowadzącej z Jawora do Świerzawy), na wzgórzu zwanym Czartowską Skałą znajduje się jedno z najlepszych odślonień czopów wulkanicznych nefelinitu, które z uwagi na malownicze położenie w krajobrazie i wielką wartość naukową, objęte jest ochroną jako zabytek przyrody nieożywionej. Nefelinit jest barwy czarnej, dzieli się na cienkie, bardzo wydłużone kolumny, o średnicy 20—30 cm, które w partii szczytowej Czartowskiej Skały są ustawione pionowo, lub zapadają bardzo stromo w kierunku na zewnątrz od szczytu, na zboczach zaś wzgórza rozchylają się wachlarzowo ku dołowi w kierunku odśrodkowym (ryc. 16). Czop nefelinitu tkwi w spilitach i filitach staropaleozoicznych.

W odległości około kilometra na SE od Czartowskiej Skały, na południe od wspomnianej drogi prowadzącej z Jawora do Świerzawy, na terenie należącym do Muchowa, znajduje się niewielkie wzgórze zwane Owczą Górą, gdzie w starym kamieniołomie widzimy bardzo dobrze odśloniętą centralną partię małego czopu bazaltowego (bazaltu plagioklazowego). Skała jest czarna, dzieli się na drobne, niezbyt regularne kolumny, o przekroju trójkątnym, o średnicy 5—10 cm, lub też na płytki (ryc. 17). Odślonięcie to zasługuje na ochronę.



Ryc. 16. Czop nefelinitowy Czartowskiej Skąły w Pomocnem. A, B — profile odslonięcia, C — blokdiagram. 1 — nefelinit; 2 — metamorfik Gór Kaczawskich

Fig. 16. Nephelinite plug of Czartowska Skala, W of Jawor. A, B — profiles of the outcrop, C — block-diagram 1 — nephelinite, 2 — metamorphic rocks of the Góry Kaczawskie Mts.

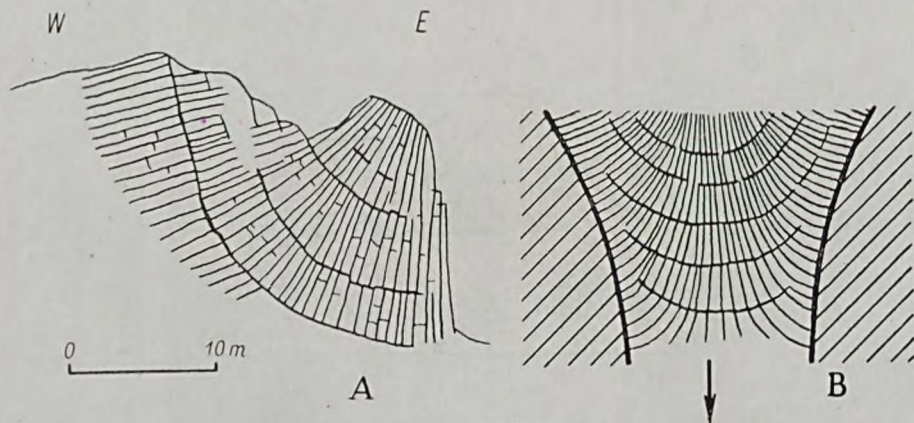
Wielki czop trachybazanitu znajduje się na wzgórzu Mszana — Obłoga (por. ryc. 10). W południowo-zachodniej części wzgórza Mszana (obszar Muchowa) widzimy w opuszczonym łomie wśród lasu pięcio- lub sześcioboczne, bardzo regularne kolumny o średnicy 20—30 cm, zapadające ku południowi pod kątem 80°, natomiast dalej ku północy, na szczycie wzgórza, kolumny są grubsze, 0,5—1,0 m, i ustawione pionowo, co wskazuje na to, że mamy tu do czynienia z centralną partią czopu wulkanicznego. Prawdopodobnie wulkaniczna żyła doprowadzająca jest tutaj wydłużona w kierunku równoleżnikowym, co może odpowiadać podobnej dyslokacji w podłożu.

Centralna partia wulkanicznej żyły doprowadzającej (pnia wulkanicznego) jest odsłonięta w częściowo eksploatowanym kamieniołomie na wzgórzu



Ryc. 17. Czop bazaltowy Owczej Góry (Muchów), na zachód od Jawora
 Fig. 17. Basalt plug at Owcza Góra (Muchów), W of Jawor

Bazaltowa, na południe od Myśliborza. Występuje tutaj trachybazanit o kolumnach zapadających ku południowi pod kątem 70° , które mają średnicę 0,5—1 m. Ciągłe kolumny widoczne są w ścianie łomu o wysokości około 20 m. Do tego trachybazanitu odnoszą się obliczenia wieku bezwzględnego dokonane przez Urry'ego: 36 ± 2 milionów lat. Odsłonięcie to, które może dobrze nadawać się do badań naukowych, nie wymaga ochrony.

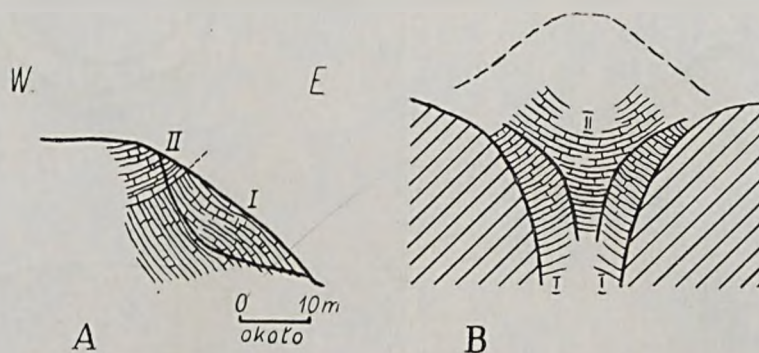


Ryc. 18. Czop bazaltowy wzgórza Rataj koło Myśliborza (SW od Jawora). A — układ ciosu w odsłonięciu, B — schemat powstania ciosu współśrodkowego przez osiadanie krzepnącej lawy (strzałka) w lejkowatym rozszerzeniu czopu wulkanicznego

Fig. 18. Basalt plug at Rataj, SW of Jawor. A — jointing pattern in the outcrop, B — scheme of origin of concentric jointing due to subsidence of solidifying lava in the plug

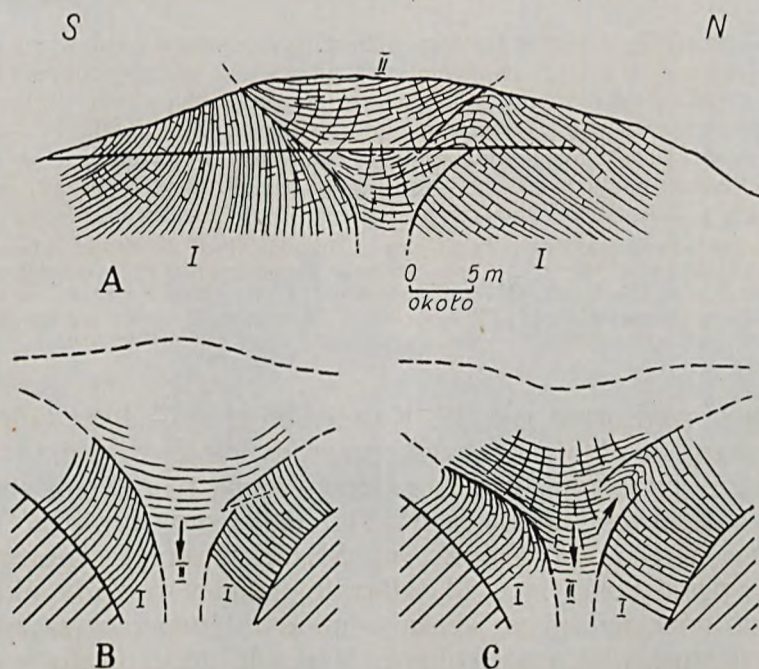
Niewielki, lecz interesujący czop wulkaniczny odsłonięty jest na wzgórzu Rataj, na południe od Myśliborza. Występuje tutaj bazalt (bazalt plagioklazowy) z doskonale rozwiniętym systemem ciosu kolumnowego, który dzieli skałę na cienkie słupy o średnicy 10—30 cm, ułożone wachlarzowo, a ponadto przecięte drugim systemem ciosu, ułożonego współśrodkowo (ryc. 18). Wydaje się, że jest to niewielki czop wulkaniczny związany z dyslokacją o kierunku równoleżnikowym. Szczególny układ ciosu współśrodkowego może być wynikiem osiadania krzepnącej lawy w dolnej części lejkowatego wypełnienia krateru wulkanicznego. Obiekt zasługuje na ochronę jako pomnik przyrody nieożywionej.

Na południe od Złotoryi dobre odsłonięcie bazanitu znajduje się w Wilczej Górze, gdzie występują dwie generacje lawy. Bazanit starszy, bogatszy w żółte enklawy agregatów oliwinowych (o rozmiarach 2—5 cm), dzieli się na kolumny zapadające ku wschodowi, podczas gdy bazanit młodszy, uboższy w enklawy agregatów oliwinowych, wykazuje kolumny zapadające ku zachodowi. Schematyczny przekrój odsłonięcia i próbę rekonstrukcji czopu



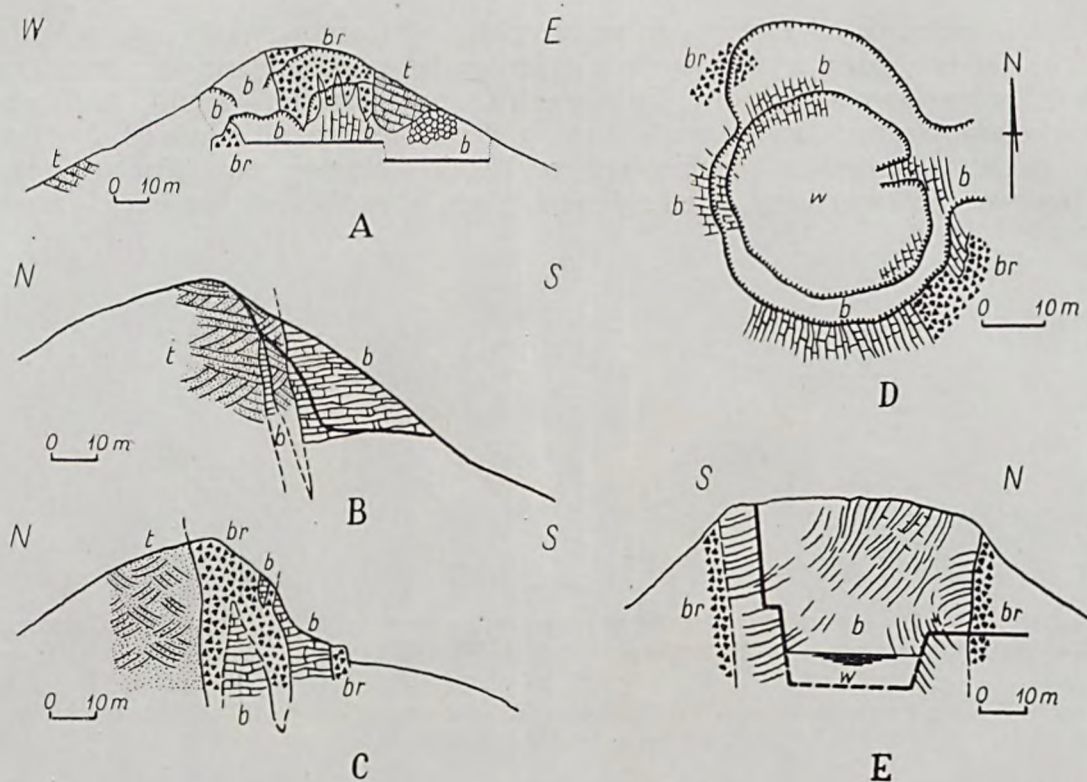
Ryc. 19. A — Dwie generacje bazanitu w czopie wulkanicznym Wilczej Góry koło Złotoryi, B — rekonstrukcja czopu wulkanicznego bazanitu Wilczej Góry. I — bazanit starszy, II — bazanit młodszy

Fig. 19. A — two generations of basanite in the plug of Wilcza Góra near Złotoryja; B — reconstruction of the basanite plug at Wilcza Góra. I — older basanite, II — younger basanite



Ryc. 20. A — dwie generacje «bazaltu piroksenowego» czopu wulkanicznego w Koziej Górze koło Złotoryi, B, C — rekonstrukcja etapów powstawania obecnej struktury czopu wulkanicznego w Koziej Górze. I — bazalt starszy, II — bazalt młodszy. Strzałki wskazują kierunki działania głównych sił powodujących odkształcenia systemu ciosu kolumnowego

Fig. 20. A — two generations of «pyroxene basalt» of the volcanic plug at Kozia Góra near Złotoryja, B, C — supposed stages of formation of the plug at Kozia Góra. I — older basalt, II — younger basalt. Arrows indicate principal movements in the subsiding plug, that caused deformations of the columnar jointing pattern



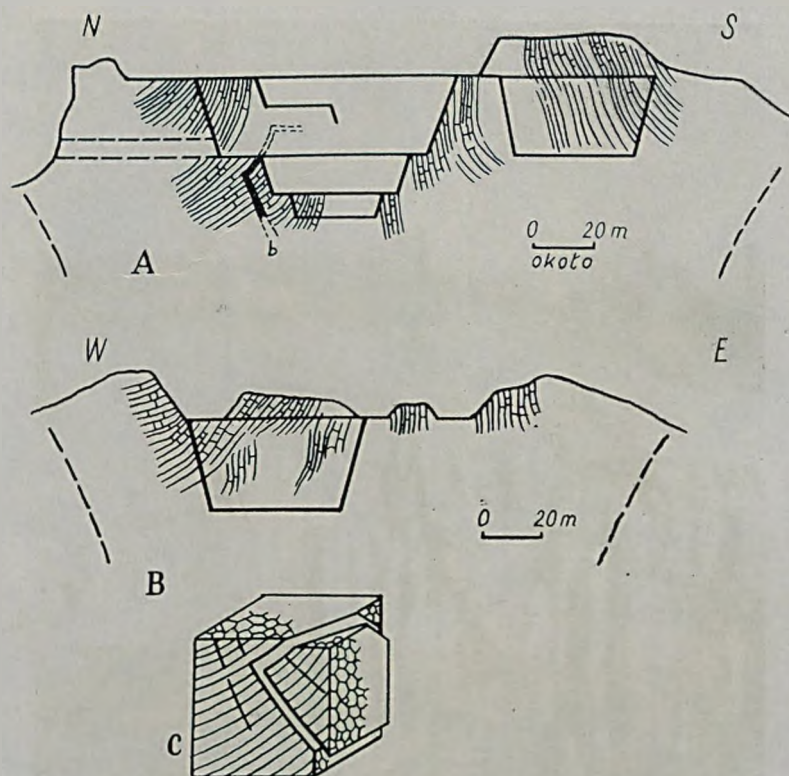
Ryc. 21. A-C — profile geologiczne kontaktów bazaltu ze skałami osadowymi w pniu wulkanicznym w Krzeniowie, w starym kamieniołomie na wschód od miejscowości (B — przekrój we wschodniej części kamieniołomu, C — przekrój w zachodniej części kamieniołomu): t — krzyżowo warstwowane czerwone piaskowce dolnotriasowe, b — bazalt, br — aglomerat tufowy; D, E — czop «bazaltu plagioklazowego ze szklivem» w Krzeniowie, w starym kamieniołomie na zachód od miejscowości (D — plan, E — przekrój): b — bazalt, br — aglomerat tufowy, w — jeziorko wody wypełniającej niższy poziom eksploatacyjny

Fig. 21. A-C — geological cross-sections of basalt plug at Krzeniów, E of the village, old quarry (B — cross-section in the eastern part of the quarry, C — cross-section in the western part of the quarry): t — cross-bedded red Lower Trias sandstones, b — basalt, br — tuff agglomerate; D, E — plug of «plagioclase basalt with glass» at Krzeniów, W of the village, old quarry (D — sketch of the outcrop, E — cross-section): b — basalt, br — tuff agglomerate, w — water pool in the lower exploitation level

wulkanicznego przedstawia ryc. 19. Kamieniołom w Wilczej Górze uważany jest przez władze lokalne za zabytek przyrody nieożywionej.

Analogiczny przypadek dwóch generacji lawy, tym razem «bazaltu piroksenowego ze szklivem» (ankaratrytu?) można zaobserwować w czynnym kamieniołomie w Koziej Górze, na SE od Złotoryi. Ułożenie kolumn w «bazalcie» przedstawia ryc. 20. «Bazalt» starszy posiada układ kolumn typowy dla czopów, natomiast «bazalt» młodszy (tworzący szczytową partię wzgórza), wykazuje obecność kolumn leżących, nieckowato wygiętych ku dołowi, a ponadto przeciętych ciosem rozchodzącym się wachlarzowo ku dołowi. Na kontakcie obu «bazaltów», w części północnej odsłonięcia widzimy ponadto zafałdowanie kolumn «bazaltu» młodszego, które w sposób ciągły zdają się przechodzić w kolumny «bazaltu» starszego.

Obserwowane stosunki geologiczne mogą świadczyć o tym, że wylewy lawy następowały stosunkowo szybko po sobie, przez co system ciosu ko-



Ryc. 22. A, B — Przekroje geologiczne przez czop bazaltowy w Pielgrzymce na zachód od Złotorji (skala przybliżona): b — żyła gąbczastego bazaltu z ksenolitami skał kredowych; C — blokdiagram wyjaśniający stosunek żyły gąbczastego bazaltu (por. ryc. A) do układu kolumn bazaltowych

Fig. 22. A, B — geological cross-sections of basalt plug at Pielgrzymka, W of Złotoryja (scale approximate): b — vein of vesicular basalt with xenoliths of Cretaceous sediments; C — block-diagram to show the relation of the vesicular basalt vein (cf. Fig. A) to the columnar basalt

lumnowego starszego «bazaltu» częściowo powielił się w «bazalcie» młodszym. Zafałdowanie kolumn na granicy obu «bazaltów», jak również wachlarzowe spękania rozchylające się ku dołowi w «bazalcie» młodszym, mogły powstać pod wpływem kurczenia się i osiadania partii centralnej wulkanu.

Na południowy zachód od Złotorji, interesujące odsłonięcia płytkich partii czopów i pni wulkanicznych znajdują się w okolicy Krzeniowa. W starym łomie położonym w Krzeniowie na wschód od drogi prowadzącej ze Złotorji do Jeleniej Góry, na wysokim wzgórzu (Geiers Berg na mapach niemieckich) widoczna jest odkrywka, w której odsłania się czarny bazalt (bazalt plagioklazowy), który intrudował w obręb krzyżowo uwarstwionych czerwonych piaskowców dolnotriasowych. Bazalt posiada leżący cios słupowy, prostopadły do kontaktu ze skałami osadowymi, do którego dochodzi albo bezpośrednio (częściowo tworząc żyły wciśnięte w piaskowiec), albo też za pośrednictwem aglomeratu tufowego, który wydaje się być związany z fazą działalności eksplozyjnej, starszą od wylewu bazaltu (ryc. 21 A—C). W całości wydaje się, że odsłonięcie przedstawia płytką partię pnia wulkanicznego.



Ryc. 23. Kolumnowa oddzielność skały bazaltowej (bazanitoidu?) czopu wulkanicznego w Pawłowicach koło Legnickiego Pola. W górnej partii odsłonięcia widoczna gruba strefa zwietrzliny bazaltowej

Fig. 23. Columnar jointing of basaltic (basanitoidic?) plug at Pawłowice near Legnickie Pole. A thick zone of weathered basalt visible in the upper part of the outcrop

Fot. K. Birkenmajer

Na zachód od wzmiankowanej drogi prowadzącej ze Złotorii do Jeleniej Góry, znajduje się w Krzeniowie, na szczycie odcinającego się wyraźnie w morfologii wzgórza (Putz Berg na mapach niemieckich) stary, okrągły, głęboki kamieniołom zalany wodą, odsłaniający partię czopu bazaltu plagioklazowego ze szkliwem (bazanitoidu?), tkwiącego w aglomeracie tufowym. Bazalt pocięty jest drobnym ciosem kolumnowym (średnica kolumn 20—30 cm), którego układ przedstawiają szkice na ryc. 21 D, E. Kamieniołom zasługuje na objęcie go ochroną.

W nowym wielkim kamieniołomie w Krzeniowie (góra Kahle Berg na mapach niemieckich), pionowy, wachlarzowato rozchylający się ku dołowi



Ryc. 24. Kuliste wietrzenie bazaltu. Mikołajowice koło Legnickiego Pola

Fig. 24. Spheroidal weathering of basalt at Mikołajowice near Legnickie Pole

Fot. K. Birkenmajer

układ kolumn (o średnicy 20—50 cm) w nefelinicie wskazuje również na czop wulkaniczny. W północnej części łomu wyróżnia się żyła młodszej skały bazaltowej oraz związanej z nią brekcji tufowej (z okruchami kredowych piaskowców z podłoża), o cieńszych kolumnach (o średnicy 10—20 cm), ułożonych poziomo, lub prawie poziomo.

Na zachód od Złotoryi wielkie odsłonięcie czopu wulkanicznego usytuowanego na dyslokacji oddzielającej piaskowce cenomanu od piaskowców dolnotriasowych, reprezentuje bazalt (bazalt plagioklazowy) w czynnym kamieniołomie w Pielgrzymce. Bazalt eksploatowany jest tutaj kilkoma poziomami. W najgłębszym kamieniołomie (w partii północnej) widzimy pionowo ustawione kolumny bazaltu o średnicy 20—70 cm, zawierającego ostrokrawędziste enklawy agregatów oliwinowych o rozmiarach 0,5—2 cm. Wydaje się, że mamy tutaj do czynienia z centralną partią czopu wulkanicznego, gdyż na zewnątrz od tego miejsca, zarówno ku północy, jak też ku południowi, wschodowi i zachodowi, kolumny odginają się odśrodkowo ku dołowi (ryc. 22). Cios nieckowaty, poprzeczny do kolumn, zaznacza się słabo w centralnej partii czopu, lecz w partii północnej łomu, tuż koło tunelu roboczego, widoczna jest żyła silnie zwietrzałego gąbczastego bazaltu zawierającego ksenolity żółtawych piaskowców i skał ilastych cenomanu. Położenie tej żyły w stosunku do systemu ciosu termicznego (kolumnowego) i ciosu nieckowatego obrazuje rycina 22. Być może, że omawiana żyła bazal-



Ryc. 25. «Zgorzel słoneczna» w kolumnie bazaltowej. Mikołajowice koło Legnickiego Pola
 Fig. 25. The so-called «Sonnenbrand» of a basalt column. Mikołajowice near Legnickie Pole

Fot. K. Birkenmajer

towa jest fragmentem pierścieniowej dajki, wypełniającej próżnię powstałą po zapadnięciu się korka skrzepłej lawy w głąb krateru.

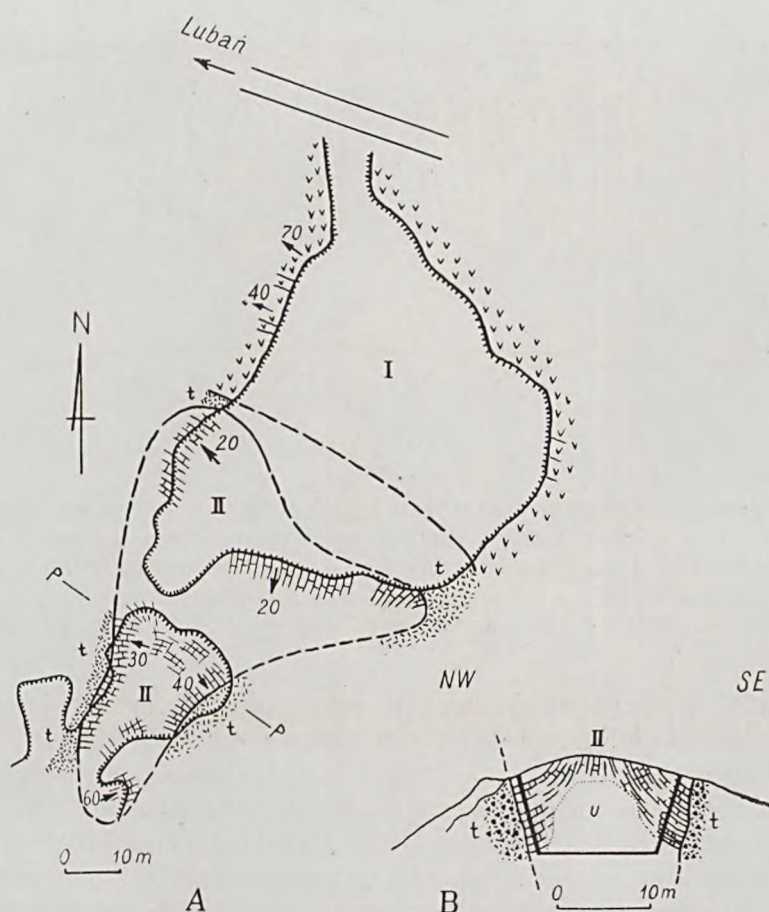
Kamieniołom w Pielgrzymce nadaje się dobrze do celów szkoleniowych dla studentów nauk o Ziemi.

W sąsiedztwie bazaltowych pokryw lawowych okolic Lubienia i Mikołajowic (koło Legnickiego Pola) występują też czopy wulkaniczne bazaltu plagioklazowego ze szklivem (bazanitoidu?), być może genetycznie z nimi związane. Można tutaj wymienić zalany wodą stary kamieniołom w Pawłowicach, gdzie bazalt tworzy bardzo regularne pionowe kolumny o średnicy 30—60 cm (ryc. 23). W górnej części skała ogniowa jest silnie zwietrzała. Kamieniołom zasługuje na ochronę jako zabytek przyrody nieożywionej.

W sąsiednich Mikołajowicach w nowym wielkim kamieniołomie (Steinberg na mapach niemieckich) widać centralną partię dużego czopu wulkanicznego bazaltu (bazaltu plagioklazowego), z pięknie rozwiniętym ciosiem kolumnowym pionowym, lub stromo zapadającym ku N i NW. Blisko wejścia do kamieniołomu kolumny bazaltu są cienkie, o 10—20 cm średnicy, w partii NE — grubsze (30—60 cm w przekroju).

W górnej części blisko 20-metrowej ściany kamieniołomu zaznacza się gruba strefa płytkowego i kulistego wietrzenia bazaltu (ryc. 24, 25).

Czopy wulkaniczne nefelinitu, stanowiące prawdopodobnie żyły dopływowe dla pokryw lawowych nefelinitu, znajdują się w kilku miejscach w okolicy Lubania, zwłaszcza wzdłuż strefy dyslokacyjnej ograniczającej od wschodu trzeciorzędowe zagłębienie burowęglowe żytańskie. Bardzo dobre od-



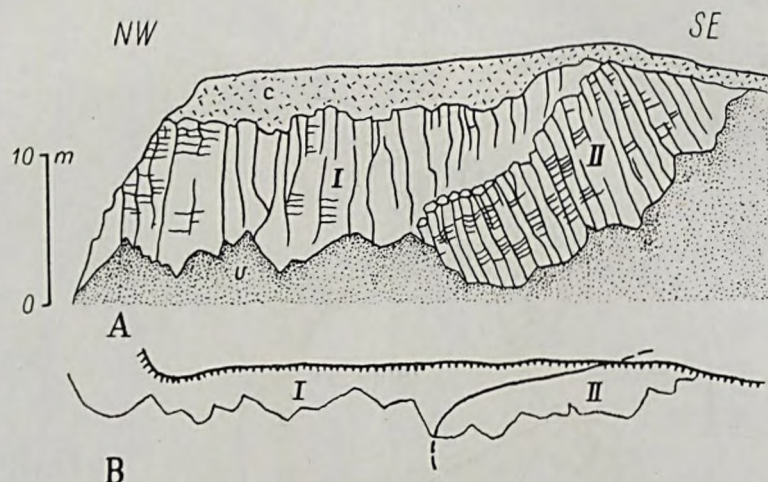
Ryc. 26. Czop wulkaniczny nefelinitu w Uniegoszczy koło Lubania. A — plan odsłonięcia, B — przekrój wzdłuż linii p-p. I — nefelinit starszy, ze szkliwem (prawdopodobnie pokrywa lawowa). II — nefelinit młodszy, bez szkliwa (czop wulkaniczny); t — tufy i konglomeraty piroklastyczne, u — usypisko. Strzałki odnoszą się do kierunku zapadu kolumn nefelinitu

Fig. 26. Nephelinite plug at Uniegoszcz near Lubań. A — sketch of the outcrop, B — cross-section along the line p-p. I — older nephelinite, with glass (probably lava flow), II — younger nephelinite, without glass (plug); t — tuffs and pyroclastic conglomerates, u — talus. Arrows indicate dips of nephelinite columns

słoneńcia widoczne są w dwóch niewielkich, sąsiadujących ze sobą kamieniołomach (obecnie nieczynnych), na wzgórzu w Uniegoszczy, na prawym brzegu rzeki Kwisy, przy drodze z Lubania do Lwówka (por. ryc. 2).

Widać tutaj dwie generacje nefelinitu, rozdzielone fazą piroklastyczną. Nefelinit starszy (ze szkliwem) występuje w kamieniołomie przy drodze. Jest to ciemnoszara skała, o niezbyt regularnym ciosie kolumnowym zapadającym ku NW pod kątem 40—70°, o średnicy kolumn 20—50 cm. Wydaje się, że nefelinit ten reprezentuje pokrywę lawową.

Po etapie lawowym nastąpiła silna działalność wybuchowa, która spowodowała utworzenie się lejkowatego krateru, wyścielonego utworami piroklastycznymi. Te ostatnie są reprezentowane przez silnie zwietrzałe tufy i konglomeraty piroklastyczne, zawierające fragmenty lawy zbliżone wyglądem do bomb wulkanicznych. Barwa utworów piroklastycznych jest szarzielona, czarna, brunatna lub żółtawa.



Ryc. 27. Dwie generacje nefelinitu w Ostrózkę koło Lubania. A — rysunek odsłonięcia, B — plan odsłonięcia. I — nefelinit starszy (prawdopodobnie pokrywa lawowa), II — nefelinit młodszy (prawdopodobnie czop wulkaniczny); c — nadkład czwartorzędowy, u — usypisko
 Fig. 27. Two generations of nephelinite at Ostrózek near Lubania. A — profile of the outcrop, B — vertical plan. I — older nephelinite (probably lava flow), II — younger nephelinite (probably plug); c — Quaternary cover, u — talus

Lejkowato rozszerzony krater (o przekroju nieregularnie gruszkowatym) wypełniła z kolei nowa lava nefelinitu (bez szkliwa). Przekrój przez w ten sposób powstały czop wulkaniczny jest doskonale odsłonięty w małym kamieniołomie, na zachód od kamieniołomu poprzedniego (ryc. 26).

Z uwagi na dużą wartość naukową i dydaktyczną obydwu kamieniołomów, powinny one zostać poddane ochronie jako zabytki przyrody nieożywionej, a przede wszystkim zabezpieczone przed składowaniem odpadków wywożonych z Lubania.

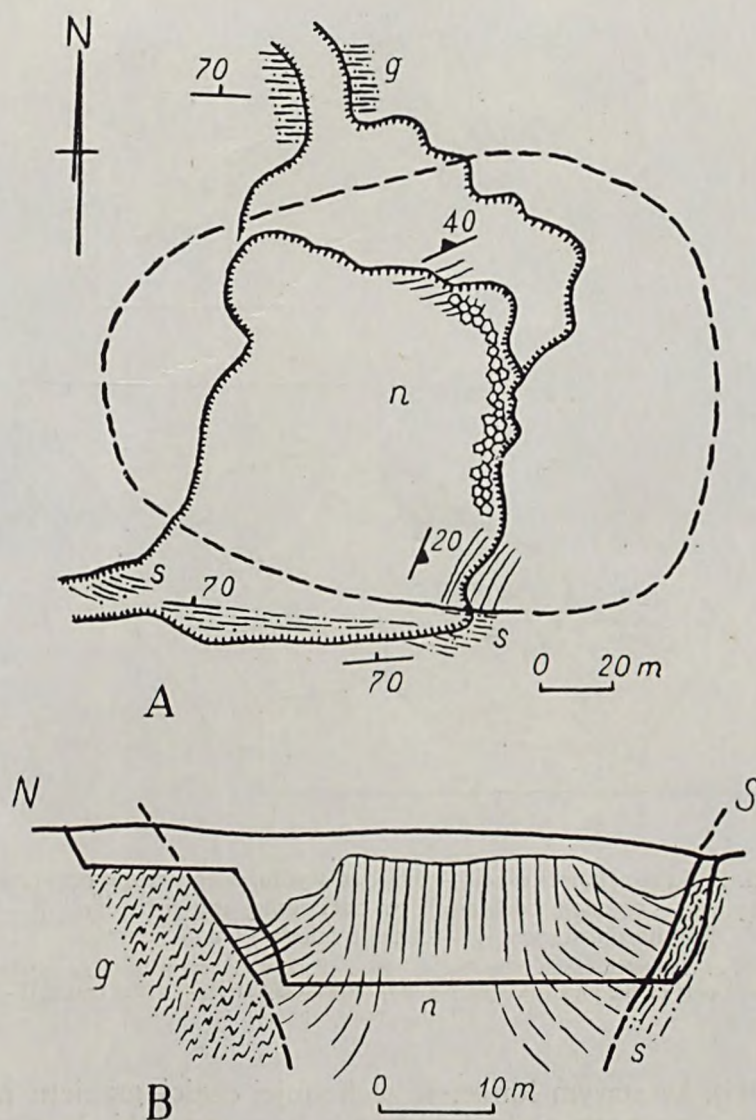
Na południe od Uniegoszcy na wzgórzu Ostrózek, w czynnym kamieniołomie widoczne są dwie generacje nefelinitu. Starszą generację (prawdopodobnie pokrywa lawowa) tworzy nefelinit dzielący się na grube, nieregularne słupy pionowe, o krzywoliniowych powierzchniach, 1–2 m w przekroju. Kolumny te są często spękane płytkowo w części górnej pod wpływem wietrzenia.

Młodszą generację tworzy nefelinit o cieńszych kolumnach (0,5–1 m w przekroju), przebijający nefelinit starszy, prawdopodobnie reprezentujący partię czopu wulkanicznego (ryc. 27).

Odsłonięcie typowego czopu wulkanicznego nefelinitu znajduje się w kamieniołomie na wzgórzu Jałowiec, na południe od Ostrózka. Czop wulkaniczny, eliptyczny w przekroju, przebija tutaj zwietrzałe gnejsy i łupki serycytowe starszego paleozoiku kaczańskiego (ryc. 28). Cios nefelinitu jest albo płytkowy (przy kontakcie ze skałami otaczającymi), albo kolumnowy (w partii centralnej czopu). Na kontakcie ze skałami metamorficznymi nie zaobserwowano tufów.

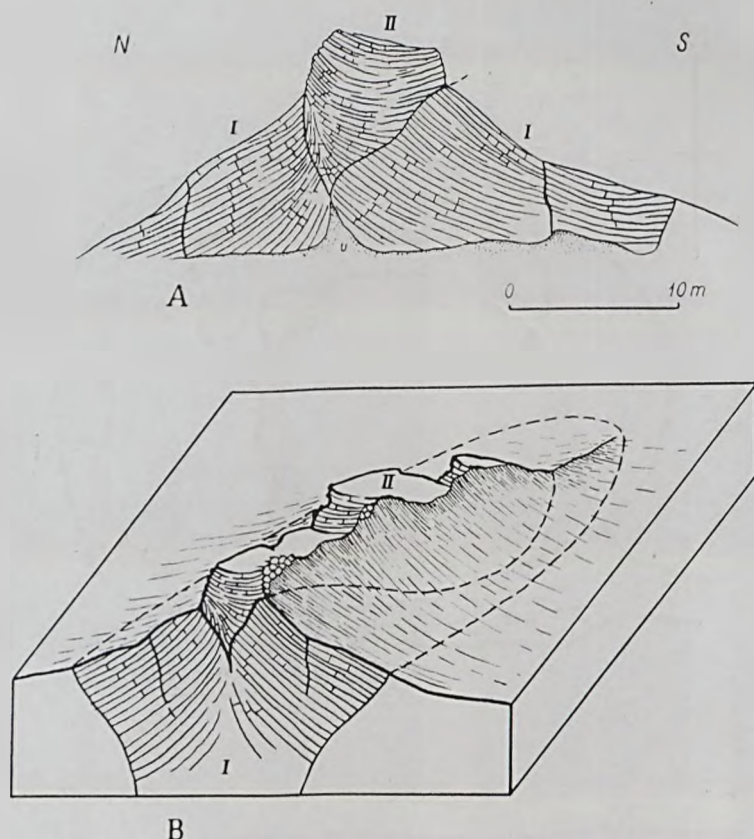
Zarówno odsłonięcie na Ostrózkę, jak i Jałowcu nadają się dobrze do celów szkoleniowych w zakresie nauk o Ziemi.

Szczególnością formy żyły doprowadzającej, zbudowanej z bazaltu (bazaltu plagioklazowego), dla której Kozłowski (1960) stosuje nazwę «Stożek



Ryc. 28. Czop wulkaniczny nefelinitu wzgórza Jałowiec koło Lubania. A — Plan odsłonięcia, B — przekrój wschodniej ściany odsłonięcia: n — nefelinit, g — gnejsy, s — łupki serycytowe
 Fig. 28. Nephelinite plug at Jałowiec near Luban. A — vertical plan, B — cross-section of the eastern face of the quarry: n — nephelinite; g — gneisses; s — sericite schists

Perkuna», widać na wzgórzu na zachód od Leśnej (na wschód od kamieniołomu opisanego w rozdziale o pokrywach lawowych). Według tego autora schemat ciosu termicznego tej żyły jest typowy dla dajek (o. c., fig. 2). Jednakże obraz układu kolumn bazaltu w odsłonięciu (ryc. 29) odbiega od schematu podanego przez Kozłowskiego. Niższa, i bardziej zewnętrzna partia wzgórza bazaltowego wykazuje obecność kolumn o średnicy 20—30 cm, początkowo (w środku) pionowych, później zaś wyginających się ku dołowi odśrodkowo, co wskazuje, że jest to partia czopu wulkanicznego. Wyższa a zarazem centralna partia odsłonięcia wypełniona jest bazaltem o odmiennym układzie kolumn, które są ponadto drobniejsze (10—15 cm w przekroju), co przypomina stosunki geologiczne stwierdzone w Koziej Górze koło Złoto-



Ryc. 29. «Stożek Perkuna» koło Leśnej — przykład wydłużonego czopu bazaltowego z dwiema generacjami lawy. A — rysunek odslonięcia w zachodniej części czopu, B — blokdiagram. I — bazalt starszy, II — bazalt młodszy; u — usypisko

Fig. 29. An example of elongated basalt plug (the so-called «Perkun Cone») with two generations of lava. A — profile of the western part of the plug (old quarry), B — block-diagram. I — older basalt, II — younger basalt, u — talus

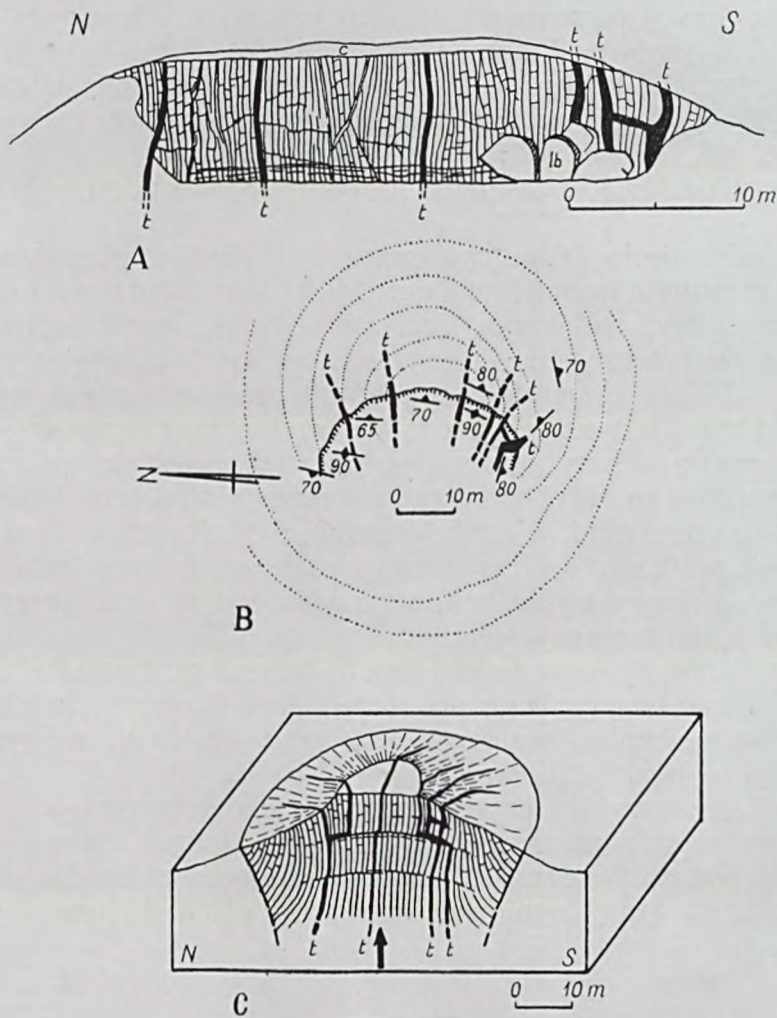
ryi (zob. wyżej). W starym łomie, w zachodniej części grzbietu morfologicznego wzajemny stosunek tych dwóch bazaltów jest taki, że odnosimy wrażenie, iż bazalt o drobniejszym ciosie wlał się od góry w rynnę utworzoną z bazaltu starszego. Może to być jednak obraz pozorny, spowodowany tym, że centrum żyły doprowadzającej lawę bazaltową drugiej generacji (o drobniejszych kolumnach) znajdowało się nieco dalej ku wschodowi.

Z powodu braku czasu, zagadnienia tego nie udało się autorowi rozwiązać w sposób nie budzący wątpliwości. Jest jednak prawdopodobne, że obydwa bazalty wypełniły kolejno wydłużoną szczelinę dopływową, w stosunkowo niedługim odstępie czasu jeden za drugim. Tym można by wytłumaczyć fakt, że bazalt młodszej generacji, choć stygł niewątpliwie szybciej niż pierwszy (co wyraża się drobniejszymi kolumnami), nabył częściowo stylu ciosu bazaltu starszego, którego kolumny, zwężając się ku górze, kontynuują się w niektórych miejscach w bazalcie generacji drugiej.

Z uwagi na wyjątkowo interesującą formę geologiczną i doskonały stan odslonięcia, skałka bazaltowa zwana «Stożkiem Perkuna» chroniona jest jako pomnik przyrody nieożywionej.

W sąsiedztwie nefelinitowych pokryw lawowych Bukowca i Zaręby Górnej koło Lubania znajduje się łagodne wzgórze, wydłużone w kierunku NE-SW, zwane przez Kozłowskiego (Kozłowski, Parachoniak 1960) «Pagórką Liściastą». Nefelinit wykazuje tutaj dobrze rozwinięte kolumny drobnych rozmiarów (10—20 cm, rzadziej, 5—10 cm w przekroju), które w zachodniej części wzgórza zapadają stromo ku S lub SW, zaś we wschodniej partii wzgórza — ku SE. Może to być czop wulkaniczny, wypełniający szczelinę dopływową dla nefelinitów Zaręby Górnej i Bukowca.

Na południe od drogi prowadzącej z Lubania do Sulikowa, na terenie



Ryc. 30. Czop nefelinitu w Małej Wsi Górnej pod Sulikowem. A — rysunek ściany odsłonięcia, B — plan, C — blokdiagram; c — pokrywa czwartorzędowa, t — żyły «tufowe», lb — luźne bloki. Na ryc. B linie kropkowane oznaczają orientacyjny układ poziomic, znaki upadu zaś odnoszą się do zapadu kolumn nefelinitu. Na ryc. C strzałka wskazuje kierunek parcia lawy (lub gazów), które spowodowało spalenie się czopu i powstanie promienistych pęknięć, wypełnionych «tufem»

Fig. 30. Nephelinite plug at Mała Wieś Górna near Sulików. A — profile of the exposure, B — vertical plan, C — block-diagram; c — Quaternary cover, t — «tuff» veins, lb — loose blocks. In Fig. B dotted lines roughly represent contour lines, dip marks refer to the columns. In Fig. C the arrow indicates the direction of lava (or gas) pressure, that caused doming and radial fissures in the plug (then filled with «tuff»)

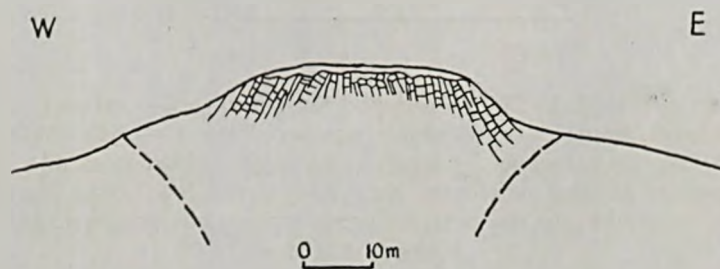
wsi Mała Wieś Górna znajdują się dwa interesujące odsłonięcia skał bazaltowych. Pierwsze z nich jest odsłonięciem czopu bardzo twardego czarnego nefelinitu (ze szkliwem), w niewielkim, nieczynnym łomie częściowo zalany wodą, na szczycie niewielkiego pagórka (ryc. 30). Nefelinit tworzy tutaj małe, pionowe, lub nieco odchylające się odśrodkowo ku dołowi kolumny o średnicy 5—15 cm, w przekroju czworo-, pięcioboczne, albo nieregularne. Prócz tego systemu, zaznacza się także podzielność na wiązki kolumn, oddzielone od siebie promieniście rozchodzącymi się żyłami «tufowymi» barwy brunatnej, żółtawej, lub rdzawej. Ponadto występują też pęknięcia pokładowe, poprzeczne do kolumn nefelinitu, lekko wygięte ku górze. Wydaje się, że po wytworzeniu się cienkich kolumn, miało miejsce dodatkowe parcie lawy (lub gazów) od dołu, które było zbyt słabe, by wyrzucić korek wulkaniczny skrzepłej lawy, a tylko spowodowało spaczenie się czopu nefelinitowego i jego spękanie wzdłuż szczelin radialnych, z kolei wypełnionych «tufem» (ryc. 30).

Omówione odsłonięcie zasługuje na ochronę jako pomnik przyrody nieożywionej.

Drugie odsłonięcie czopu wulkanicznego bazaltu plagioklazowego ze szkliwem (bazanitoidu?) znajduje się w Małej Wsi Górnej na stromym prawym zboczu doliny, nad rzeką Czerwoną Wodą. Bazalt kontaktuje tutaj z konglomeratami tufowymi, które zawierają typowe bomby wulkaniczne o średnicy 2—10 cm, o spiralnie skręconych próżniach pogazowych. Barwa tych utworów piroklastycznych jest intensywnie żółtopomarańczowa, lub fioletowa. Utwory piroklastyczne w tym przypadku wydają się być młodsze od czopu bazaltowego, gdyż ten ostatni wykazuje silne przeobrażenie (rozłożenie) na kontakcie z nimi, w strefie o grubości około 1 m. Z uwagi na występowanie bomb wulkanicznych w tufach wydaje się, że czop bazaltowy został rozerwany późniejszym wybuchem, stanowiąc w tym czasie przypowierzchniową partię krateru erupcyjnego.

Czop wulkaniczny, prawdopodobnie z dwiema generacjami lawy, starszą nefelinitową i młodszą (w centrum czopu) bazanitoidową, przebijający pokrywę lawową nefelinitu, widoczny jest we wschodniej, najwyższej partii wielkiego czynnego kamieniołomu w Sulikowie.

Bardzo ładny przykład czopu wulkanicznego reprezentuje trachyfonolit znajdujący się w starych nieczynnych kamieniołomach na wzgórzu 298 m n.p.m. na wschód od Opolna-Zdroju. Widzimy tutaj bardzo jasną (jasnozieloną, białawą) skałę ogniową, dzielącą się na kolumny o średnicy



Ryc. 31. Przekrój geologiczny czopu trachyfonolitu w Opolnie-Zdroju

Fig. 31. Cross-section of a trachyphonolite plug at Opolno-Zdrój

30—50 cm, które są pionowe w szczytowej partii wzgórza, a następnie promieniście rozchylają się ku dołowi we wszystkie strony (ryc. 31).

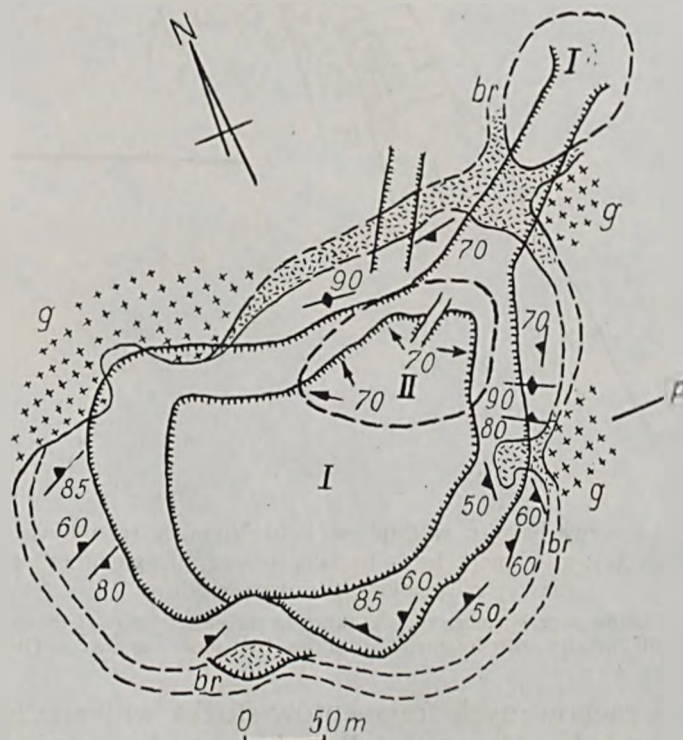
Z uwagi na rzadkość występowania trzeciorzędowych skał fonolitowych w Polsce, należałoby ochronić wymienione odsłonięcia przed zasypaniem odpadkami z pobliskiego uzdrowiska.

Między Mirskiem a Jelenią Górą wielkie czopy wulkaniczne nefelinitu odsłonięte są w Proszowej koło Rębiszowa i w Pilchowicach koło sztucznego jeziora na Bobrze. Nefelinit w Pilchowicach zawiera wielką ilość nieregularnych w kształcie enklaw zbudowanych z agregatów oliwinu, o rozmiarach 2—5 cm.

Kratery i stożki wulkaniczne

Właściwe stożki wulkaniczne nie zachowały się w całości na terenie Dolnego Śląska, gdyż zostały zniszczone przez erozję trzeciorzędową i plejstoceńską. Tu i ówdzie spotykamy fragmenty stożków, obejmujące wypełnienia kominowe wraz z partią lawową, czy lawowo-popiołową stożka.

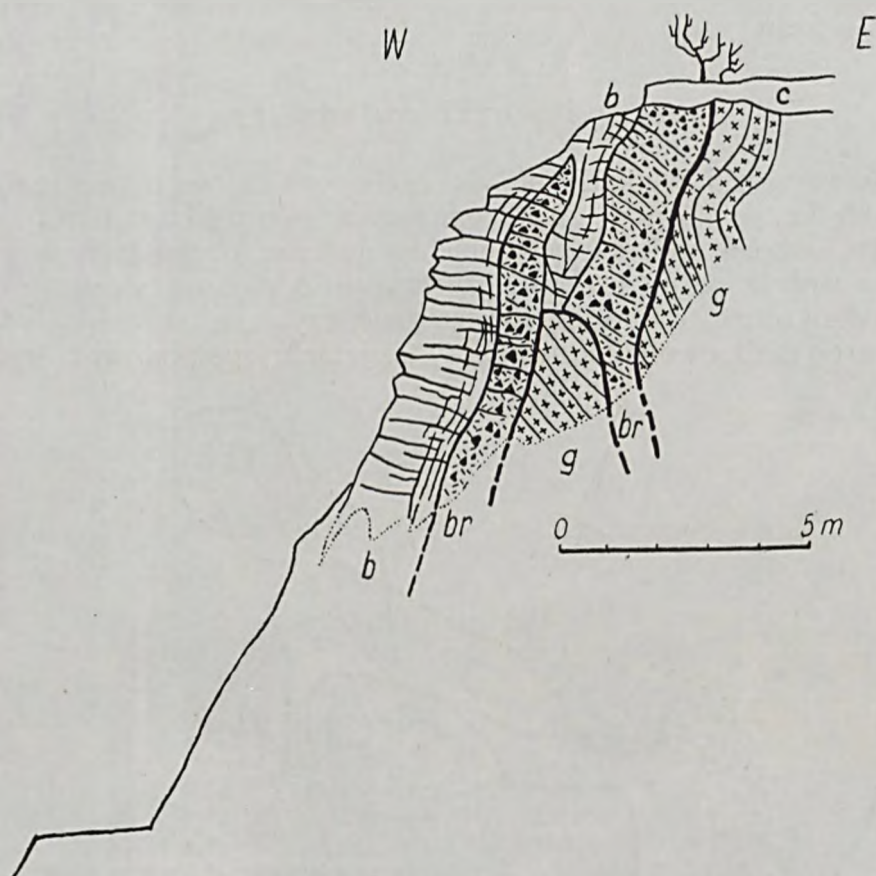
Niejednokrotnie trudno jest rozstrzygnąć, czy dane odsłonięcie reprezentuje już partię stożka wulkanicznego, czy też jeszcze jego podstawę. Być może,



Ryc. 32. Komin wulkaniczny bazaltu w Gilowie koło Niemczy (plan odsłonięcia): g — gnejsy, br — brekcje tufowe z fragmentami gnejsu; I — bazalt starszy, II — bazalt młodszy; p — miejsce profilu przedstawionego na ryc. 33. Znaczniki upadu i strzałki odnoszą się do układu kolumn i płyt w bazaltach I i II

Fig. 32. Volcanic vent at Gilów near Niemcza: g — gneiss, br — tuff breccias with fragments of gneiss; I — older basalt, II — younger basalt; p — localization of profile shown in Fig. 33. Dip marks and arrows refer to columns and platy jointing of basalts I and II respectively

że niektóre odsłonięcia opisane powyżej jako czopy i pnie wulkaniczne, po bliższym zbadaniu zostaną uznane za wypełnienia kraterów w obrębie partii wulkanu wyniesionej w stosunku do pierwotnej powierzchni morfologicznej. Dotyczyć to może tych czopów i pni wulkanicznych, którym towarzyszą utwory piroklastyczne o fragmentach przypominających bomby wulkaniczne, zatem sugerujących, że przynajmniej częściowo powstały one przez opadnięcie do krateru fragmentów lawy, która wyrzucona przez eksplozję, krzepła pod wpływem chłodzenia przez powietrze.



Ryc. 33. Komin wulkaniczny bazaltu w Gilowie koło Niemczy (profil we wschodniej części odsłonięcia — por. ryc. 32): g — gnejs, br — brekcje tufowe z fragmentami gnejsu, b — bazalt starszy, c — pokrywa czwartorzędowa

Fig. 33. Volcanic vent at Gilów near Niemcza (profile taken in the eastern part of the quarry — cf. Fig. 32): g — gneiss, br — tuff breccias with fragments of gneiss, b — older basalt, c — Quaternary cover

Jeden z lepiej zachowanych fragmentów stożka wulkanicznego obserwujemy w Grodźcu między Złotoryją a Bolesławcem. Na wzgórzu zamkowym, w partii szczytowej (w obrębie zamku i tuż poniżej jego murów) występują pionowe kolumny nefelinitu, pięcio- lub sześcioboczne, o średnicy 1—2 m, o krzywoliniowych powierzchniach bocznych. Nefelinit jest albo masywny, albo też zawiera próżnie pogazowe i próżnie po wywietrzałych enklawach agregatów oliwinowych, dochodzące do 5 cm średnicy. Na zboczach góry zamkowej odsłania się silnie gąbczasta, żuźlowa lava nefelinitowa.

Wydaje się, że nefelinit o strukturze kolumnowej stanowi wypełnienie komina wulkanicznego, już w obrębie stożka lawowego.

Góra w Grodźcu chroniona jest z uwagi na ruiny zamku.

Interesujące odsłonięcie bazaltu (bazaltu plagioklazowego) znajduje się w czynnym kamieniołomie w Gilowie (między Niemczą a Dzierżoniowem). W środku kamieniołomu, na najniższym poziomie eksploatacyjnym widoczny jest bazalt w regularnych kolumnach czworo-, pięcio- lub sześciobocznych, o średnicy 15—35 cm. Prawdopodobnie jest to centralna partia komina wulkanicznego. Na zewnątrz bazalt posiada bardzo nieregularny układ ciosu, zwykle płytkowego lub kolumnowego, niekiedy sferoidalnego. Pień bazaltowy z teleskopową budową (dwa bazalty intrudowane współśrodkowo)



Ryc. 34. Góra Ostrzyca koło Proboszczowa zbudowana z bazanitu, rezerwat przyrody nieożywionej. Prawdopodobnie partia stożka wulkanicznego

Fig. 34. Hill Ostrzyca near Proboszczów, inanimate nature reserve. Basanite, probably part of volcanic cone

Fot. K. Birkenmajer

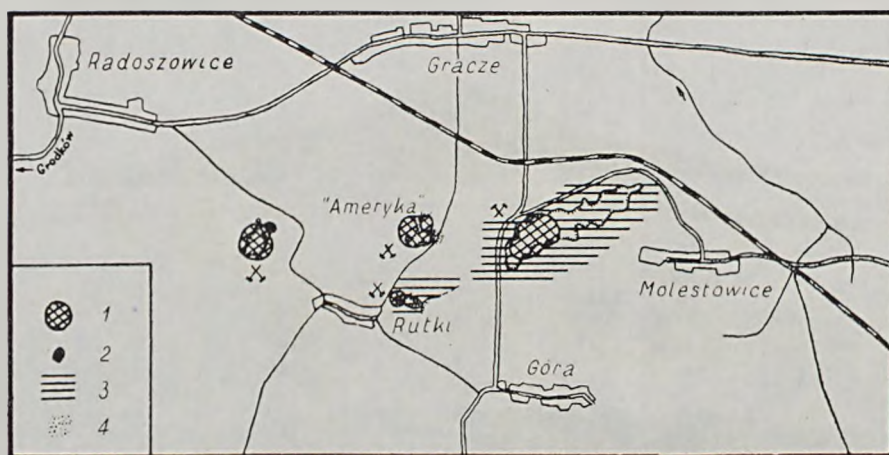
tkwi w szarofioletowych lub niebieskawych brekcjach tufowych, zawierających bomby wulkaniczne o średnicy 2—30 cm oraz fragmenty granitu (względnie gnejsu) o średnicy 1—10 cm (ryc. 32, 33). Osłona brekcji tufowej nie jest ciągła i w wielu miejscach ulega przerwaniu, bazalt zaś dochodzi wprost do kontaktu ze zwietrzałym gnejssem.

Stosunki geologiczne wykazują, że pierwszym etapem działalności wulkanicznej była tu działalność eksplozyjna. Powstały krater, częściowo wyściełony brekcją i tufem wulkanicznym, został z kolei wypełniony lawą bazaltową, co najmniej w dwóch etapach. Obecność bomb wulkanicznych w brekcjach tufowych sugeruje, że mamy tutaj do czynienia z częścią krateru wulkanicznego.

Prawdopodobnie partię stożka wulkanicznego reprezentuje też bazanit góry Ostrzycy koło Proboszczowa (między Złotoryją a Wleniem), którego charakterystyczna sylwetka, przypominająca sylwetkę stratowulkanu (ryc. 34), dominuje w krajobrazie. Obszar Ostrzycy stanowi rezerwat przyrody nieożywionej.

Wyjątkowo interesująco przedstawia się grupa wystąpień skał bazaltowych w okolicach Radoszowic i Graczy (między Grodkowem i Niemodlinem, ryc. 35). W Radoszowicach, w starym kamieniołomie zalanym wodą, widoczny jest niewielki czop wulkaniczny nefelinitu, który — jak można sądzić z analizy układu ciosu termicznego — posiada płaskolejkowatą podstawę i tkwi w żółtawych tufach zawierających fragmenty żółtych zwierzających skał głębszego podłoża, przypominających margle górnokredowe.

W Rutkach, na południe od Graczy, w małym, nieczynnym łomie zalanym wodą, odsłania się spągowa partia stożka wulkanu bazaltowego (ba-



Ryc. 35. Szkic występowania skał bazaltowych w okolicach Graczy i Radoszowic: 1 — czopy wulkaniczne, 2 — brekcje tufowe i tufy, 3 — pokrywy lawowo-piroklastyczne, 4 — odsłonięcia skał osadowych trzeciorzędu (?)

Fig. 35. Occurrence of basaltic rocks near Gracze and Radoszowice. 1 — plugs, 2 — tuff breccias and tuffs, 3 — lava-pyroclastic (stratified) covers, 4 — outcrops of Tertiary (?) sedimentary basement rocks

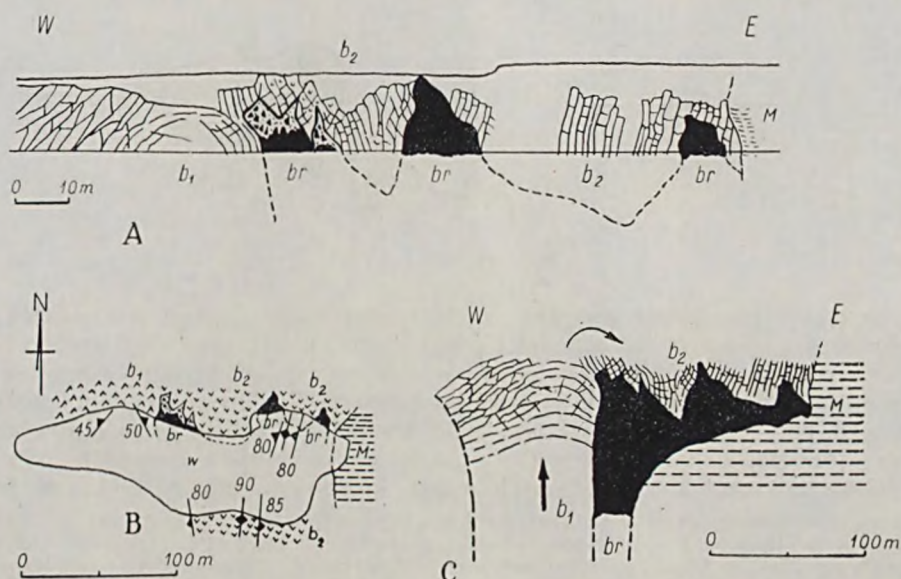
zaltu plagioklazowego), gdzie oprócz kanału doprowadzającego, wypełnionego masywnym bazaltem, występuje gąbczasta lava, bazaltowa wylana na brekcję tufową (zawierającą ksenolity spieczonych margli, prawdopodobnie górnokredowych), a dalej ku wschodowi — na niezmięcone łupki i ility miocenijskie¹ (ryc. 36). Z uwagi na wyjątkowo dobry stan odsłonięć, obiekt należałoby objąć ochroną jako zabytek przyrody nieożywionej.

Na północ od Rutek, w starym kamieniołomie w Graczech, znanym pod nazwą «Gracze-Ameryka», widoczna jest podstawa innego stożka wulkanicznego zbudowanego z bazanitu (bazaltu plagioklazowo-nefelinowego ze szklivem), gdzie skała ogniowa kontaktuje z czarnymi iltami i iltolupkami miocenu².

¹ Według uprzejmej informacji doc. dra S. W. Alexandrowicza utwory te, znaczone na mapach geologicznych jako miocen, mogą również reprezentować kredę.

² Patrz notka poprzednia.

Wreszcie największe odsłonięcie znajduje się w wielkim, czynnym kamieniołomie w Graczach (na południe od miejscowości o tej nazwie). Mamy tutaj do czynienia niewątpliwie z niższą częścią właściwego stożka wulkanicznego. Jego centralna partia, tj. komin dopływowy lawy, wypełniona jest bazanitem (bazalt plagioklazowo-nefelinowy ze szkliwem) o cienkich kolumnach (10—15 cm średnicy), pionowych w środku, rozchylających się ku dołowi odśrodkowo, co jest dobrze widoczne na II, III i IV poziomie eksploatacyjnym. Ściany NW i SE kamieniołomu odsłaniają boczne partie stożka. Widzimy tutaj naprzemianległe potoki lawy, o miąższości 5—10 m,

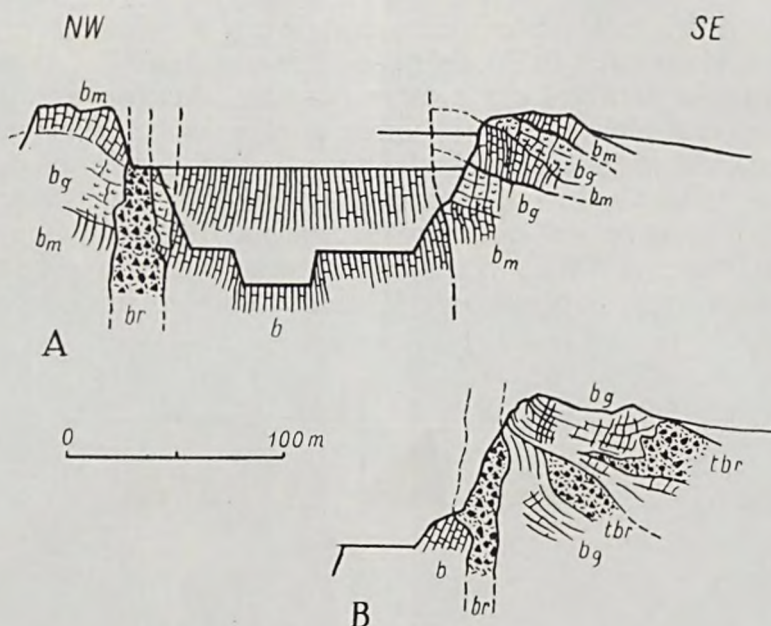


Ryc. 36. Odsłonięcie bazaltu w Rutkach. A — profil geologiczny północnej ściany odsłonięcia (nad poziomem wody), B — plan odsłonięcia, C — rekonstrukcja stosunku bazaltu do podłoża: b_1 — bazalt masywny (kanał doprowadzający), b_2 — bazalt gąbczasty i masywny, płytowy (pokrywa lawowa), br — brekcja tufowa z ksenolitami spieczonych margli kredowych (czarne pola), M — łupki i ility miocenne(?), w — jezioro wody

Fig. 36. Outcrop of basalt at Rutki. A — geological profile of the northern wall (above the water level), B — vertical plan of the quarry, C — possible relation of the basalt to the substratum: b_1 — massive basalt of the feeder vein, b_2 — vesicular basalt and massive, platy basalt (lava flow), br — tuff breccia with xenoliths of baked Cretaceous marls (in black), M — Miocene (?) shales and clays, w — water

które w dolnej partii składają się z lawy kolumnowej, zaś w partii górnej z lawy gąbczastej, żuźlowej (nefelinit?), mało spękannej, lub spękannej płytkowo (ryc. 37). Utwory piroklastyczne są reprezentowane przez brekcje tufowe, występujące zarówno pomiędzy poszczególnymi potokami lawowymi na zboczach stożka, jak też w postaci kominów na granicy stożka lawowo-piroklastycznego i bazanitu wypełniającego żyłę dopływową. Brekcje te zawierają dużą ilość ksenolitów spieczonych margli górnokredowych barwy białawej lub żółtawej, o rozmiarach 2—30 cm, co nadaje szarą lub żółtawą barwę utworom piroklastycznym.

Dla ustalenia sukcesji tych bardzo interesujących zjawisk wulkanicznych należy przeprowadzić szczegółowe badania geologiczne i petrograficzne. Jest



Ryc. 37. Przekroje geologiczne centralnej partii stożka wulkanicznego w Graczach (czynny kamieniołom). A — przekrój w zachodniej części czopu, B — przekrój we wschodniej części czopu (por. ryc. 35): b — bazanit kolumnowy wypełniający komin dopływowy lawy, br — brekcje tufowe z dużą ilością ksenolitów spieczonych margli kredowych na granicy stożka i pnia wulkanicznego, bm — lava kolumnowa (nephelinit?) w dolnej części potoków lawowych stożka, bg — lava gąbczasta, żuźlowa (nephelinit?) w górnej części potoków lawowych stożka, tbr — brekcje tufowe z ksenolitami spieczonych margli kredowych, między potokami lawowymi

Fig. 37. Geological cross-sections of central part of volcanic cone at Gracze (working quarry). A — cross-section in the western part of the plug, B — cross-section in the eastern part of the plug (see Fig. 35): b — columnar basanite filling the vent, br — tuff breccias with abundant xenoliths of baked Cretaceous marls (vents at the boundary of stratified cone and the plug), bm — columnar lava (nephelinite?) in the lower part of the lava flows, bg — vesicular and scoriaceous lava (nephelinite?) in the upper part of the lava flows, tbr — tuff breccias with xenoliths of baked Cretaceous marls (between the flows of lava)

prawdopodobne, że następstwo to w stratowulkanie Graczy przedstawiało się następująco:

1. Działalność eksplozyjno-lawowa, która doprowadziła do wytworzenia warstwowanego stożka wulkanicznego złożonego z naprzemianległych potoków lawy i brekcji piroklastycznych. Lava posiadała prawdopodobnie charakter nephelinitowy;

2. Wypełnienie krateru materiałem piroklastycznym, z którego resztki zachowały się po bokach krateru;

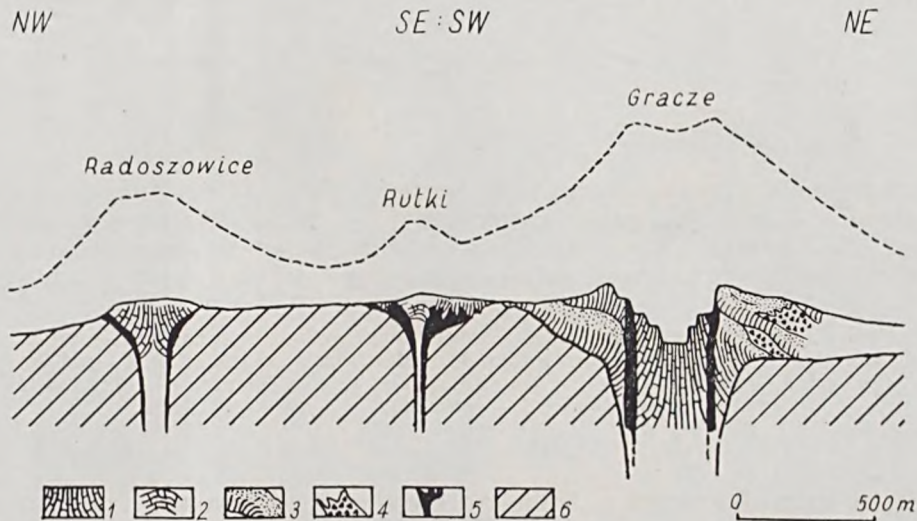
3. Nie jest wykluczone, że większość wspomnianego materiału piroklastycznego została usunięta kolejnym wybuchem, zaś wolna po nim przestrzeń w kominie wulkanicznym stożka została zapełniona w sposób spokojny przez lawę bazanitową, stanowiącą ostatni etap działalności stratowulkanu Graczy.

Duża ilość ksenolitów margli z głębszego podłoża kredowego może wskazywać, że ognisko magmowe znajdowało się w obrębie skał górnokredowych pod przykrywą utworów trzeciorzędowych. Uwalniany z margli, w wyniku kontaktu z magmą, dwutlenek węgla mógł stanowić siłę motoryczną wybuchów wulkanu w pierwszych fazach jego działalności. Asymilacja tlenu

wapnia z margli powinna też znaleźć wyraz w składzie chemicznym i petrograficznym lawy bazaltowej.

Rekonstrukcję wulkanów okolic Radoszowic i Graczy przedstawia ryc. 38.

Jedno z położonych najdalej na wschód wystąpień skał bazaltowych znajduje się w Górze Świętej Anny koło Strzelc Opolskich. Na południe od zabytkowego kościoła znajduje się tutaj bardzo głęboki, nieczynny kamieniołom, w którym odsłonięty jest nefelinit tworzący małe słupy o średnicy

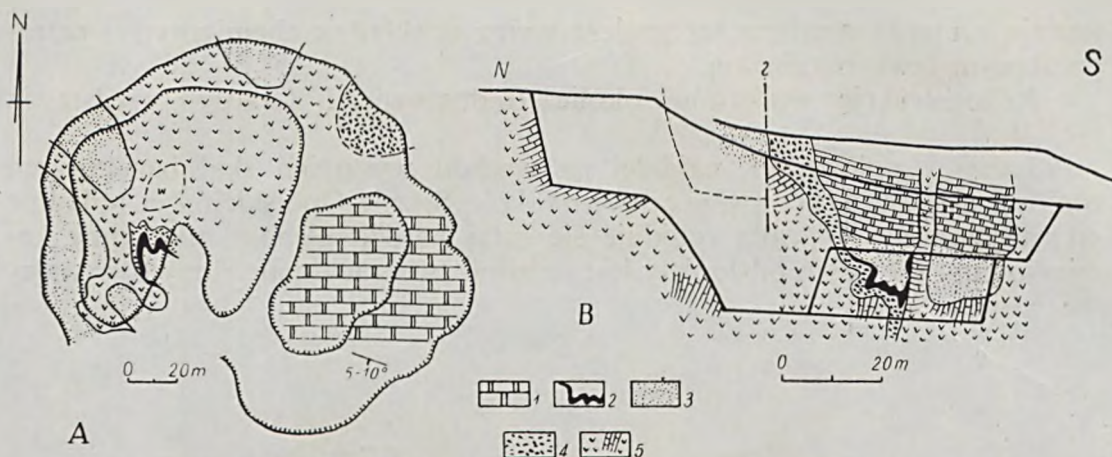


Ryc. 38. Przekrój geologiczny i rekonstrukcja bazaltowych wulkanów centralnych w okolicach Graczy i Radoszowic: 1, 2 — czopy i wypełnienia lawowe kraterów, 3 — potoki lawowe (w dolnej części lava masywna, kolumnowa, w górnej — gąbczasta i żuźlowa), 4 — brekcje tufowe z ksenolitami skał kredowych podłoża, w obrębie stożka warstwowanego, 5 — brekcje tufowe z ksenolitami skał kredowych podłoża na granicy stożka i komina wulkanicznego, 6 — podłoże trzeciorzędowe i kredowe (nie rozdzielone). Linia przerywaną zaznaczono przypuszczalną pierwotną formę wulkanów

Fig. 38. Geological cross-section and reconstruction of central volcanoes of Graczy-Radoszowice: 1, 2 — plugs and lava-filled vents, 3 — lava flows (massive, columnar lava in the lower part, and vesicular resp. scoriaceous lava in the upper part), 4 — tuff breccias with xenoliths of Cretaceous substratum as parts of stratified cone, 5 — tuff breccias with xenoliths of Cretaceous substratum at the boundary of the vent and stratified cone, 6 — Tertiary and Cretaceous substratum (not separated). Dashed line denotes possible shape of the volcanoes

5—15 cm. W obrębie nefelinitu występują ogromne bloki skał osadowych pstrego piaskowca (gliny i słabo scementowane piaskowce barwy czerwonej oraz słabo scementowane piaskowce żółtawe, szare i zielonkawe). Nefelinit wciska się pomiędzy bloki skał osadowych, a częściowo przebija je kominami, powodując podgięcia warstw triasowych. Na kontakcie nefelinitu i bloków skał osadowych występują partiami tufy i brekcje tufowe. Ponadto w południowo-wschodniej części kamieniołomu widoczne są wapienie warstw gogolińskich (dolny wapień falisty) środkowego triasu, które prawdopodobnie również tworzą blok w obrębie lawy nefelinitowej.

Mała ilość czasu, jaką dysponował autor przy oględzinach kamieniołomu, nie pozwoliła mu wykonać bardziej szczegółowych obserwacji geologicznych. Wydaje się jednak, że mamy tu do czynienia z centralną partią



Ryc. 39. Szkic geologiczny nieczynnego kamieniołomu w Górze Świętej Anny (na południe od miejscowości). A — plan, B — przekrój syntetyczny; 1 — wapień warstw gogolińskich (trias środkowy), 2 — czerwone gliny i słabo scementowane piaskowce (pstry piaskowiec), 3 — piaskowce żółtawe, szare i zielonawe, słabo scementowane (pstry piaskowiec), 4 — tufy i brekcje tufowe, 5 — nefelinit

Fig. 39. Geological sketch of an old quarry at Góra Świętej Anny (south of the village). A — vertical plan, B — synthetic cross-section; 1 — limestones of the Gogolin Beds (Muschelkalk, Middle Trias), 2 — red clays and loose sandstones (Bunter), 3 — yellowish, grey and greenish loose sandstones (Bunter), 4 — tuffs and tuff breccias, 5 — nephelinite

dużego stożka wulkanicznego. Wielkie bloki skał osadowych podeślane brekcją tufową mogłyby stanowić fragmenty ścian wulkanu, które zapadły się płytko w obręb krateru lawowego (por. ryc. 39) po głównym wylewie lawowym. Być może jest to ślad kaldery.

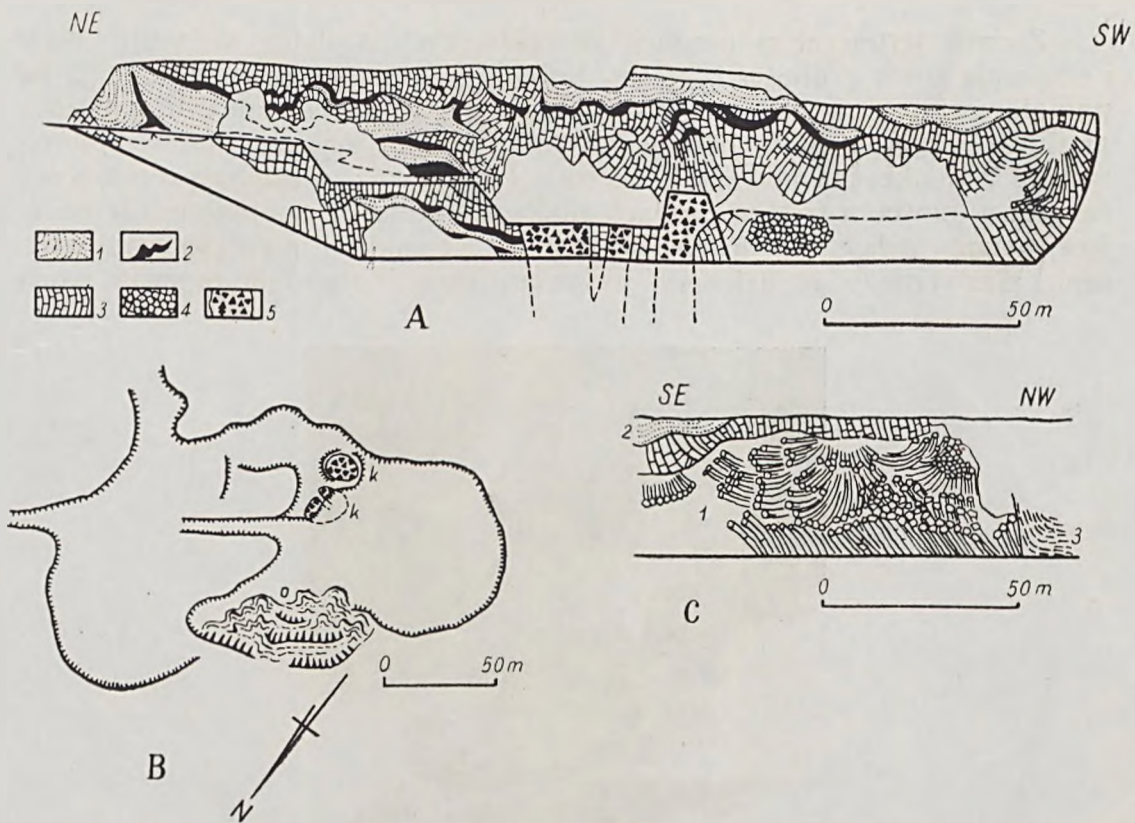
Dajki i sille

Drobne bazaltowe żyły niezgodne (dajki), nie wykazujące powiązania ani z pokrywami lawowymi, ani też z intruzjami kominowymi, znane są z bardzo wielu punktów na terenie Sudetów, lecz stan ich odsłonięcia jest zwykle niewystarczający dla dokładnego rozpoznania formy geologicznej.

Jako przykład dobrze odsłoniętych dajek wymienia się dwie równoległe żyły bazaltu metrowej grubości, przecinające granit w Małej Śnieżnej Jamie w Karkonoszach. Tego rodzaju małe żyły bazaltowe są reprezentowane głównie przez limburgity i ankaratryty.

Żyły pokładowe (sille) występują niezbyt często, głównie w strefie trzeciorzędowej formacji burowęglowej zagłębia żyławskiego. Wspomniano już o nich przy opisie pokrywy lawowej z Leśnej.

Najciekawsze sille znane są autorowi z czynnego kamieniołomu w Wieży koło Gryfowa Śląskiego. Występują tutaj słabo scementowane lub prawie luźne osady formacji burowęglowej: szare iłolupki i iły, często bogate w szczątki zwęglonych roślin i z cienkimi wkładkami węgla brunatnego, przekładające się z piaskami żółtymi, średnio- i drobnoziarnistymi, z wkładkami żwirów kwarcowych. Te skały osadowe są dosłownie nastrzykane sil-



Ryc. 40. Odsłonięcie w Wieży koło Gryfowa Śląskiego jako przykład tektoniki spowodowanej intruzjami (sillami) bazanitu w luźne osady formacji burowęglowej. A — profil geologiczny głównej ściany odsłonięcia: 1 — piaski z wkładkami żwirów kwarcowych (trzeciorzęd), 2 — łąpki i łąły z węglem brunatnym (trzeciorzęd), 3 — układ kolumn w sillach bazanitu, 4 — przekroje poprzeczne kolumn sillów bazanitu, 5 — kominy wulkaniczne wypełnione blokami bazanitu spojonego tufem i lawą; B — plan odsłonięcia: k — kominy wulkaniczne wypełnione blokami bazanitu spojonego tufem i lawą, o — osuwisko; C — profil geologiczny zachodniej ściany odsłonięcia: 1 — bazanit z rozetowym układem kolumn, 2 — piaski trzeciorzędowe, 3 — łąpki łąłste i łąły węgliste (trzeciorzęd)

Fig. 40. Exposure at Wieża near Gryfów Śląski as an example of tectonics caused by intrusions (sills) of basanite into loose Tertiary sediments. A — geological profile of the main exposure: 1 — sands with intercalations of quartz gravel (Tertiary), 2 — clayshales and clays with brown coal (Tertiary), 3 — patterns of columns in the basanite sills, 4 — transversal sections of basanite columns, 5 — volcanic vents filled with basanite blocks cemented by tuff and lava; B — vertical plan of the exposures: k — volcanic vents filled with basanite blocks cemented by tuff and lava, o — landslide; C — geological profile of the western wall: 1 — basanite with rosette-like arrangement of columns 2 — Tertiary sands, 3 — Tertiary clayshales and coaly clays

łami bazanitu (bazaltu plagioklazowo-nefelinowego), który wciskając się w nie spowodował powstanie tektoniki intruzyjnej w osadzie.

Bazanit dzieli się na cienne słupy powyginane w kierunku prostopadłym do sfalowanych powierzchni kontaktu chłodzącego ze skałami osadowymi (ryc. 40 A, 41). Nawet najmniejsza wkładka skał osadowych, które zachowały się często tylko jako smugi i powyginane soczewki w sillach bazanitu, wyraźnie wpływała na układ ciosu kolumnowego.

W niektórych partiach sille nabrzmiewają, w innych cienieją. W wielu miejscach układ kolumn jest promienisty, dając świetnie rozwinięte rozety kolumnowe (ryc. 40 C).

Zmiany termiczne w osadach kontaktujących z sillami są bardzo nikłe i obejmują strefę grubości 1—5 cm. Iłołupki i iły w tym przypadku stają się popiołowoszare lub białe, co wskazuje na wypalenie substancji organicznej, piaski zaś stają się nieco bardziej zwięzłe i czasem uzyskują spoiwo limonityczne. Jednakże zachowane soczewki iłołupków z substancją organiczną (węglową) nawet w środku cienkich sillów wskazują, że temperatura intrudującej magmy była niska. Rozprzestrzenianie się sillów i intensywne odkształcenia plastyczne w osadzie pod wpływem intruzji ułatwiała zapewne woda



Ryc. 41. Kolumnowy cios bazanitu w sillu. Wieża koło Gryfowa Śląskiego

Fig. 41. Columnar jointing of a basanite sill at Wieża near Gryfów Śląski

Fot. K. Birkenmajer

zawarta w osadach piaszczystych trzeciorzędu, która na kontakcie z magmą przeobrażała się w przegrzaną parę pod wysokim ciśnieniem.

W środkowej części kamieniołomu widoczne są dwa lub trzy pionowe kominy o średnicy do 10 m, wypełnione blokami bazanitu, spojonego tufem i lawą (ryc. 40 A, B). Jak więc widać, działalność piroklastyczna była w tym przypadku młodsza od intruzji. Na uwagę zasługuje występowanie w brekcjach piroklastycznych okruchów czerwonych glin tego samego typu, co w brekcji kominowej w Zarębie Górnej (zob. wyżej).

Z uwagi na zupełnie wyjątkową formę geologiczną i bardzo dobry stan odsłonięcia, kamieniołom w Wieży nadaje się szczególnie jako teren wycieczek geologicznych.

ZAKOŃCZENIE

Powyższy, z natury rzeczy pobieżny przegląd wystąpień bazaltów dolnośląskich wykazuje, że wiele z nich stanowi zabytki przyrody nieożywionej o dużej wartości dla celów naukowych i dydaktycznych. Eksploatacja bazaltów prowadzona przez czas dłuższy spowodowała obnażenie wewnętrznych partii pokryw lawowych, czopów wulkanicznych, a nawet nie zniszczonych uprzednio przez erozję i denudację partii stożków wulkanicznych, które w innym przypadku nie mogłyby być dostępne bezpośrednim obserwacjom.

Przestrzenny układ kolumn bazaltowych, pozwalający na rekonstrukcję form wulkanicznych, niejednokrotnie przybiera kształty malownicze, którym oprawy plastycznej dodaje obecność jeziorzek czystej wody w wielu nieczynnych kamieniołomach.

Niektóre wystąpienia bazaltu, jak Czartowska Skała czy Ostrzyca, stanowią wybitny akcent plastyczny w krajobrazie Gór Kaczawskich, co zwiększa ich wartość jako zabytków przyrody nieożywionej. Inne wreszcie są ostańcami erozyjnymi (dogodne punkty widokowe) i tworzą gołoborza rozsiane po polach i leśnych uroczyskach.

Zakład Nauk Geologicznych
Polskiej Akademii Nauk
Pracownia Geologii Młodych Struktur
w Krakowie, ul. Senacka 3
(W listopadzie 1965 roku)

PIŚMIENNICTWO

- Berg G. 1930. Die niederschlesische Basaltvorkommen. — *Sitzber. preuss. geol. L.-A.*, H. 5. Berlin.
- Berger F. 1932. Die Altersstellung des Basalts vom Grauen Stein bei Landeck. — *Ztrbl. f. Min. etc.*, Abt. 8, Nr 11.
- Ebert H. 1937. Tertiäre Eruptivgesteine des Kartenblattes Hirschfelde (Sonderdr. aus Erläut. zur geol. Karte von Sachsen. 1 : 25.000. Bt. 89, Hirschfelde. II Auflage). — *Sachs. geol. L.-A.* Leipzig.
- Ebert H. 1939. Die ostritzer Basalte (Erläut. zur geol. Karte von Sachsen. 1 : 25.000. Bt. 73, Ostritz. II Auflage). — *Ibidem.* Freiberg.
- Gawroński O. 1956. Uwagi o występowaniu zwietrzałych bazaltów w okolicy Legnicy. — *Prz. geol.* nr 10.
- Jerzmański J. 1956. Bazalty w okolicy Jawora na Dolnym Śląsku. — *Biul. Inst. Geol.* nr 106. Warszawa.
- Jerzmański J. 1961. Comment on the geological structure of the Jawor region in Lower Silesia. — *Zesz. Nauk. Uniw. Wrocl.*, Ser. B, nr 8, *Nauki przyr. Nauka o Ziemi*, V. PWN. Warszawa—Wrocław.
- Juroszek C. 1961. Przypowierzchniowe intruzje bazaltowe w północno-wschodniej części synkliny leszczyńskiej. — *Ibidem*, Ser. B, nr 6. *Nauki przyr. Nauka o Ziemi*, III.
- Kozłowski S. 1960. Cios termiczny w dajkach. — *Rocz. Pol. Tow. Geol.* vol. 30 zes. 1.
- Kozłowski S., Parachoniak W. 1960. Produkty wietrzenia bazaltów w rejonie Lubania na Dolnym Śląsku. — *Acta geol. pol.*, vol. 10 nr 3.
- Krusch P. 1895. Beitrag zur Kenntniss der Basalte zwischen der Lausitzer Neisse und dem Queiss. — *Jb. kgl. preuss. geol. L.-A.*, Bd. 15. Berlin.
- Maślankiewicz K. 1961. Wulkany. PWN. Warszawa.
- Milewicz J., Grocholski A. 1960. Trzeciorzęd między Bolesławcem a Węglińcem. — *Biul. Inst. Geol.* nr 151.

- Morawiecki A. 1955. O możliwościach znalezienia boksytu w Polsce. — *Prz. geol.* nr 8.
- Möhl H. 1875. Die Basalte der preussischen Oberlausitz. — *Abh. Naturf. Ges. Görlitz* Bd. 15. Görlitz.
- Oberc J. 1957. Serie osadowe Ziemi Kłodzkiej. — *Przew. XXX Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Ziemi Kłodzkiej, Duszniki Zdrój, 19—21 maja 1957.* Wrocław.
- Pendias H. 1961. Uwagi o wietrzeniu bazaltów w rejonie Legnicy i Lubania Śląskiego. — *Kwart. geol.* t. 5 zes. 2.
- Pendias H., Maciejewski S. 1959. Zbiór analiz chemicznych skał magmowych i metamorficznych Dolnego Śląska. — *Prace Inst. Geol.* t. 24.
- Smulikowski K. 1960. Wulkanity trzeciorzędowe. — *Region. Geol. Polski*, t. 3, Sudety (praca zbiorowa), zes. 2. Kraków.
- Szarras S. 1954. Próby topienia i odlewania bazaltów śląskich. — *Zesz. Nauk. Politechn. Warsz.*, *Chemia* nr 1. PWN.
- Urry W. D. (1936). Ages by the helium method. II. Post-Keewenawan. — *Geol. Soc. Am. Bull.*, 47, nr 8. Baltimore.
- Walczak W. 1957. Czwartorzęd i morfologia Ziemi Kłodzkiej. — *Przew. XXX Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Ziemi Kłodzkiej, Duszniki Zdrój 19—21 maja 1957.* Wrocław.
- Wojno T., Pentlakowa Z., Szarras S. 1951. Badania bazaltów śląskich wykonane w latach 1950—1951. Sprawozd. ogólne i część szczegółowa. — *Arch. Dokum. Źródł. Inst. Geol.* Warszawa (materiały nie publikowane).
- Zwierzycki J. 1951. Kamieniołom bazaltowy w Pielgrzymce. — *Przew. XXIV Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Sudetach w r. 1951.* Kraków.

SUMMARY

Introduction

The basalt occurrences in Lower Silesia are most numerous in the vicinities of Lubań and Zgorzelec, then between Lwówek Śląski and Jawor, and between Gryfów Śląski and Świeradów. Smaller and more scattered exposures are known from the vicinities of Strzegom, Niemcza, Strzelin and Łądek and, finally, isolated occurrences — between Strzelin, Strzelce Opolskie, and Głubczyce (Fig. 1).

The total number of the basalt and basalt tuff exposures in Lower Silesia is estimated at more than 200. Less than one fifth of which is represented by exposures belonging to the same lava flows.

German geologists marked most of the exposures of basalt in detailed geological maps on the scale of 1 : 25,000, and in geological cross-sections attached. Short characteristics of geological form and petrologic composition were presented in explanatory texts to these maps, more detailed observations were published more seldom (cf. Möhl 1875; Krusch 1895; Berg 1930; Berger 1932; Ebert 1937, 1939, and others).

After World War II the Lower Silesian basalts attracted many Polish geologists, and petrologists. T. Wojno, Z. Pentlakowa and S. Szarras (1951) have made systematic field and laboratory examinations of 135 exposures of basalt. The results of petrologic investigations of these rocks by Wojno and Pentlakowa give a synthetic view of the whole Lower Silesian basalt formation. The above authors distinguished the following main types of basalts in question: plagioclase basalts, plagioclase-nepheline basalts, nepheline basalts, and pyroxene basalts. Each of the above rock types may contain a variable amount of volcanic glass, which is indicated by a special addition to the principal name.

More modern petrological terminology was introduced by K. Smulikowski (1960), who distinguished the following types of basalt rocks in Lower Silesia: basalt, basanite, tephrite, basanitoide, tephritoide, nephelinite, limburgite, ankaratrite, and, locally, hornblende tephrite, trachyandesite and trachyphonolite.

New data on geological form of the basalts in question are also contained in papers by J. Zwierzycki (1951), J. Jerzmański (1956, 1961), S. Kozłowski (1960), S. Kozłowski and W. Parachoniak (1960), J. Milewicz and A. Grocholski (1960), C. Juroszek (1961) etc.

The chemical composition and transformations of basalts due to Tertiary weathering were discussed by A. Morawiecki (1955), O. Gawroński (1956), S. Kozłowski and W. Parachoniak (1960), H. Pendias and S. Maciejewski (1959) and H. Pendias (1961).

The observations presented in this paper were collected during palaeomagnetic investigations of the Lower Silesian basalts, undertaken by K. Birkenmajer, J. Jerzmański and A. E. M. Nairn, in co-operation with Dr. J. Milewicz, Mr. J. Szalamacha and Mr. J. Wójcik.

Geological position and age of the Lower Silesian basalts

The basalt volcanic activity in Lower Silesia was closely related to the youngest crustal deformations (vertical movements) of the Sudeten and their foreland. The basalts occur both in the uplifted Sudetic horst, and in the downthrown NE Sudetic foreland. In the former area, as the result of prolonged Tertiary and Quaternary erosion and denudation, mostly feeder veins (plugs, vents and dykes) have been preserved. Lava flows (e.g. near Złotoryja and Łądek) are rarer. In the other area, i.e. NE of the Sudetic border fault, the lava flows are preserved much better than in the orographic Sudeten (e.g. in the vicinity of Jawor — cf. Jerzmański 1956, 1961) and, moreover, forms resembling volcanic cones and calderas (in the vicinity of Grodków, Niemodlin and Strzelce Opolskie) may be distinguished.

In the vicinity of Męcinka, W of Jawor, the trachyandesite lava flow is underlain by Upper Eocene sediments and overlain by Upper Oligocene deposits (cf. Jerzmański 1961). This coincides with absolute age determinations (helium method) by W. D. Urry (1936), who received the following results for the rocks in question: 29 ± 2 and 34 ± 2 million years. Another sample of columnar basalt neck from the Bazaltowa hill (S of Męcinka) analysed by Urry gave 36 ± 2 million years.

Thermal contacts of basalt lava flows with the Miocene lignite-bearing formation are known from the area between Lubań, Zgorzelec, Bogatynia and Gryfów Śląski. Sills of basaltic magma intruded in this formation are to be distinguished near Leśna and Gryfów Śląski. Still younger volcanic vents filled with breccias, pierce both the lava flows and the sills in the same area. This indicates that a part of the basalt volcanic activity was coeval with, and the other part younger than, the lignite-bearing formation. The same conclusion is derived also from the presence of red clays between the lava flows and in the vent breccias, believed to be the result of Miocene weathering of basaltic rocks (cf. Kozłowski and Parachoniak 1960).

Near Łądek, the basanite lava flow, containing numerous gneiss xenoliths is underlain by Pliocene fluvial gravels (with basaltic pebbles) of the Biała Łądecka river (cf. Walczak 1957). This indicates a Pliocene or even Pleistocene age of the lava flow (cf. Berger 1932; Oberc 1957; Smulikowski 1960).

The above data indicate that the basalt volcanic activity in Lower Silesia spanned the time from Oligocene to Pliocene (or even Pleistocene), i.e. the period from 36 ± 2 million years to about 1 million years before the present.

Geological forms of basalt occurrences in Lower Silesia and their significance as monuments of inanimate nature

Lava flows

Basaltic lava flows occur especially between Lubań and Leśna, between Złotoryja, Legnickie Pole and Jawor, then east of Niemcza, south of Niemodlin and near Łądek. They occur most frequently as flat basalt sheets, dissected by erosion, forming gentle hills and plateaux. This is clearly seen especially between Jawor, Legnickie Pole and Złotoryja, as well as near Niemodlin. At least part of the latter basalt sheets are regarded as the oldest Tertiary lava flows in Lower Silesia.

Between Lubań and Leśna the basalt lava sheets often cap the summits of hills, the slopes of which being formed of soft deposits of lignite-bearing formation, and of pyroclastic deposits. The thickness of lava sheets may reach up to, or even over, 100 metres. The jointing of basaltic rocks is thick columnar, curvilinear, usually less regular than in the plugs and vents. The length of columns often exceeds a dozen or so metres, their thickness reaching 0.5—1.5 m, but even

to 3 m. The columns are vertical, or nearly vertical, perpendicular to the primary surface of cooling.

Due to erosion and denudation processes, the scoriaceous lava cover is seldom preserved. The exposures of the upper part of the lava flows with large vesicles are also infrequent, the middle and lower parts of the lava flows being most commonly encountered.

It is quite probable that the large trachyandesite «traps» of the area between Jawor and Legnickie Pole are plateau basalts which resulted from linear eruption, the latter localized in the zone of the Sudetic border fault.

In some areas the basaltic sheets are pierced by vents filled either with massive basaltic lava, or — more frequently — with vesicular or amygdaloidal lava, or with lava-tuff breccia respectively.

The following localities of lava flows may be mentioned from the area between Lubań and Leśna (cf. Kozłowski and Parachoniak 1960): the exposure of nephelinite in the old quarry at Kamienna Góra, Lubań (Figs 2, 3), which is protected as monument of inanimate nature, as well as the exposures of nephelinite in the working quarries Księginki (Figs 4, 5) and Bukowiec (Fig. 6). In an old quarry at Zaręba Górna two nephelinite lava flows are separated with red Miocene weathering clay, and pierced by a vent filled with tuff and breccia containing also fragments of red clay and quartz pebbles from the Miocene substratum, that is also visible in the quarry (Fig. 7). The quarry may be listed among the monuments of inanimate nature.

Near Leśna, in a working quarry, basalt («plagioclase basalt») lava flow is underlain by Miocene sediments containing volcanic bombs and lapilli (Fig. 8). Moreover, sills of basalt occur in these sediments. The sequence of geological events here was as follows: 1. pyroclastic volcanic activity contemporaneous with the formation of sandy-argillaceous Tertiary deposits; 2. extrusion of the basalt lava; 3. intrusions of basalt sills which caused thermal alteration of the sediments.

The lava flows are possibly also represented by the exposures of trachyandesite at Mar-kocice, SE of Bogatynia, and of hornblende basanite E of Bogatynia.

Very interesting exposures of nephelinite lava flow are visible in a working quarry at Kozów, NE of Złotoryja (Fig. 9). This quarry may serve as an object of geological excursions for students.

West of Jawor good exposures of trachyandesite are known from Męcinka, Chróścica, Słup and Żarek (Fig. 10). As follows from investigations by Jerzmański (1961) the lava sheet pierced by a borehole reaches even more than 100 m in thickness. It should be remembered that these trachyandesites are believed to be the oldest Tertiary lavas in Lower Silesia, possibly Oligocene in age. They are sometimes pierced by vents filled with tuff agglomerate and with vesicular and amygdaloidal basaltic lava (Fig. 11). Some of the localities and, especially, those at Męcinka and Żarek, should be protected as monuments of inanimate nature.

Fragments of basaltic lava sheets are exposed both in old and working quarries between Jawor and Legnickie Pole, e. g. «plagioclase basalts» at Lubień, and nephelinite NW of Miko-lajowice.

Small lava sheets are exposed E of Niemcza, e. g. at Targowica («plagioclase basalt»), at Kowalskie-Żelowice (eastern quarry: nephelinite) and east of Łądek Zdrój (basanite).

The easternmost exposures of lava flows are known from quarries of Ligota Tułowicka, S of Niemodlin. In a working quarry we see here nephelinite, and, in an old quarry, basanite lava flows (Fig. 12). The latter one should be protected as a monument of inanimate nature.

Plugs and vents

Volcanic plugs and vents are the most common forms of geological occurrence of Tertiary basaltic rocks in Lower Silesia. They are circular, elliptic or irregular in cross-section. Some of the plugs and vents have been directly connected with lava flows, being different parts of the same shield volcanoes. Lava extrusions were the typical form of volcanic activity, while explosive pyroclastic activity was usually restricted to the initial stage of the formation of the volcanoes. It seems probable that most of the central volcanoes of Lower Silesia were initially explosive craters of the maar type.

Some plugs and vents are located along dislocations, parallel or transverse to the Sudetic border fault (e. g. the area between Jawor and Złotoryja). Here the volcanic activity may have com-

menced with linear eruptions, transformed later into central, linearly arranged volcanoes, due to partial filling of feeder fissures by solidified lava.

Fig. 13 represents a reconstruction of a typical Lower Silesian shield volcano.

The plugs and vents are characterized by the presence of well developed columnar jointing, usually much more regular than in the sheets. In the shallower, and middle parts of the plugs, where cooling from above prevailed, the columns are mostly vertical, while in the lower, cone-shaped parts of the plugs, the columns deviate excentrically downwards (fan-like), towards the lateral cooling surfaces. The cross-sections of the columns are penta-, hexa-, more rarely tetra-, or trigonal.

In the discordant feeder veins below the cone-shaped plugs, and in thin veins crossing the plugs, the columns are horizontal, less regular than in the plugs, or even pass into prisms and horizontally arranged plates. Platy jointing may also be found near lateral contacts and in the top parts of the plugs, especially in the case of small feeder veins.

The lava eruptions were either single or multiple. In the latter case, if the time span between subsequent extrusions was long enough for the older lava to cool and solidify, basaltic zones with different arrangements of columns or plates may easily be discerned in the plugs. An additional system of concentric joints convex downwards, crossing the columns, observed in some plugs may have developed during the stage of the collapsing of the crater bottom.

A telescopic arrangement of basaltic rocks, corresponding to particular eruptions of lava, is not frequently encountered in the discordant feeder veins and vents.

A great number of plugs and vents may be discerned between Strzegom and Złotoryja. At Strzegom three good exposures of basalt (plagioclase basalt) plugs are visible; one is a working quarry (Fig. 14) and other two are small hills. The higher of the two hills, called Krzyżowa Góra should be protected as monument of inanimate nature.

Near Jawor the plugs occur mostly in the Góry Kaczawskie mountains and in the zone of the Sudetic border fault (cf. Fig. 10). In the downthrown zone NE of this fault the feeder veins have not been identified with certainty. May be, one of these veins is represented here by the trachyandesite at Winnica hill.

A basanite feeder vein with well developed columnar jointing is exposed in an old quarry at Sichów (Fig. 15). The analysis of the columnar jointing pattern indicates that the vein possibly used two systems of dislocations: one parallel to the Sudetic border fault (i.e. directed NW-SE), and the other, following the system of parallel faults of the Góry Kaczawskie mountains (i.e. W-E). The quarry offers good possibilities for examining the rock and should be protected as a monument of inanimate nature.

Another good example of the nephelinite plug is the Czartowska Skala hill (Fig. 16), protected by law as a monument of inanimate nature. SE of this neck another, but smaller, basalt (plagioclase basalt) plug is visible at Owcza Góra (Fig. 17). This exposure should also be protected as a monument of inanimate nature.

Other examples of plugs in the vicinity of Jawor are the trachybasanite exposures at Mszana (vicinity of Muchów), and Bazaltowa; they do not need protection. On the other hand, the exposure of basalt (plagioclase basalt) at Rataj, S of Myślibórz, presents an interesting example of the jointing pattern of plugs, that should be listed among the monuments of inanimate nature (Fig. 18). The older, columnar jointing, is here typical of plugs, while the younger, transverse to the former, is arranged concentrically, which may have resulted from the collapsing of cooling lava in the lower part of a cone-shaped lower section of the plug.

South of Złotoryja an interesting exposure showing a plug with two generations of basanite is visible in a working quarry at Wilcza Góra (Fig. 19). A similar example of a plug with two generations of lava, but formed of «pyroxene basalt with glass» (ankaratrite?) is visible also in a working quarry at Kozia Góra, SE of Złotoryja. The younger lava (in the upper part of the hill) here forms horizontal columns crossed by fan-like joints deviating downwards. Moreover, at the contact of the two «basalts», there are fold-like deformations of the columns of the older «basalt». It seems possible that the second lava had started to cool while the first was still plastic. Fan-like jointing in the second «basalt» may have resulted from the collapsing of lava in the central part of the volcano. Both exposures (i.e. the one at Wilcza Góra, and the other at Kozia Góra) offer good examples of plugs to be visited on geological excursions.

SW of Złotoryja interesting exposures of shallow parts of plugs and volcanic vents are visible in old quarries at Krzeniów. East of the road leading from Złotoryja to Jelenia Góra,

at the top of the hill, we see basalt (plagioclase basalt) feeder veins in Lower Trias cross-bedded sandstones, which were preceded by explosive activity represented by tuff agglomerate (Fig. 21 A-C). West of the road mentioned, in a deep old quarry filled with water, at the summit of another hill, we see a plug of «plagioclase basalt with glass» (basanitoide?) surrounded by tuff agglomerate, older than the lava (Fig. 21 D, E). Both the quarries mentioned should be protected as monuments of inanimate nature.

In a big new quarry at Krzeniów, a nephelinite plug is crossed by younger basaltic vein associated with tuff breccia.

A very interesting example of basalt (plagioclase basalt) plug is presented in a big quarry at Pielgrzymka, W of Złotoryja. The plug is situated at the tectonic contact (fault) separating the Lower Trias and Cenomanian sandstones. In the plug we see a peculiar vein of weathered vesicular basalt, containing xenoliths of yellowish Cenomanian sandstones and argillites. The relation of the vein to the columnar basalt is shown in Fig. 22. The vein could be regarded as a fragment of a ring dyke filling the space between the outer, stable, and the inner, collapsed, parts of the plug.

In the area of Legnickie Pole at Pawłowice (Fig. 23) and at Mikołajowice (Figs 24, 25) the plugs of plagioclase basalt with glass (basanitoide?) may be genetically related to the lava flows of Lubień and Mikołajowice. The old quarry at Pawłowice should be protected as a monument of inanimate nature.

Plugs of nephelinite, which may be regarded as feeder veins of the nephelinite lava flows of the area, occur in several places near Lubań (cf. Fig. 2), especially along the dislocation zone bordering the Zittau Tertiary lignite-bearing basin on the east. At Uniegoszcz we see two generations of nephelinite, the older (with glass) most probably representing the lava flow, and the younger, in the form of a plug, filling a cone-shaped crater in pyroclastic deposits (Fig. 26). The sequence of geological events was as follows: 1. extrusion of nephelinite lava (older nephelinite); 2. explosive activity resulting in formation of vent filled with pyroclastic deposits; 3. filling of the crater with a nephelinite plug.

The above old quarries at Uniegoszcz should be protected as monuments of inanimate nature.

At Ostrózek, S of Uniegoszcz, two generations of nephelinite are present. The lava flow seems to be the older, and the plug the younger (Fig. 27).

A typical plug of nephelinite is visible at Jałowiec, S of Ostrózek, where it pierces the weathered Older Palaeozoic gneisses and sericite schists of the Góry Kaczawskie unit (Fig. 28).

A peculiar form of elongated feeder vein with two generations of basalt (plagioclase basalt), resembling that of Kozia Góra near Złotoryja (see above) is presented by the so-called «Stożek Perkuna» (name used by Kozłowski 1960). The exposure is protected by law as a monument of inanimate nature (Fig. 29).

In the vicinity of the nephelinite lava flows of Bukowiec and Zaręba Górna (cf. Fig. 10) there occurs a nephelinite plug called «Pagórek Liściasty» (name used by Kozłowski and Parachoniak 1960), which may be regarded as feeder vein of the neighbouring lava sheets.

South of the road leading from Lubań to Sulików, at Mała Wieś Górna, there occurs a nephelinite plug (Fig. 30) subdivided into several blocks by radially arranged fissures filled with tuff-like material, and by basal joints, slightly convex upwards. It seems that after the consolidation of lava in the plug, an additional pressure (of gas?) from below occurred, that was too weak to destroy the plug, but strong enough to cause the formation of radial and basal joints, the former filled with pyroclastic material. The exposure should be protected as a monument of inanimate nature.

A good example of a trachyphonolite plug, that should be protected as monument of inanimate nature is visible in old quarries east of Opolno Zdrój (Fig. 31). Several other plugs could be listed from the area between Mirsk and Jelenia Góra, e.g. big nephelinite plugs at Proszowa near Rębiszów, and at Pilchowice.

Craters and volcanic cones

Volcanic cones proper are nowhere preserved in their original form. Nevertheless, we may recognize parts of the cones, represented by very shallow zones of the vents filled with consolidated lava or with variable tuff breccias and agglomerates, as well as parts of stratified cones, showing lava flows alternating with tuffs and breccias.

The castle hill at Grodziec, protected by law as a historical monument, is built up of slightly vesicular nephelinite forming vertical columns, which may be regarded as the infilling of the crater. The occurrence of scoriaceous nephelinite lava on the slopes of the hill, indicates that a part of the cone is also present here.

At Gilów (between Niemcza and Dzierżoniów) a telescopic structure of basalt (plagioclase basalt) vent is found. The massive basalt is surrounded here by a discontinuous zone of tuff breccia containing fragments of granite (resp. gneiss) and volcanic bombs (Figs 32, 33). It is concluded that here the first stage of volcanic activity was the formation of an explosive crater in the gneisses, partly filled with pyroclastic material, subsequently filled with two generations of lava.

A large part of a volcanic cone is possibly represented by the basanite hill of Ostrzyca, the morphological form of which (Fig. 34) resembles a stratified volcano. The hill is protected as a nature reserve.

In the vicinity of Radoszowice, Rutki and Gracze (between Grodków and Niemodlin), a group of very interesting exposures of basaltic rocks is presented by cone-shaped plugs (Fig. 35): nephelinite at Radoszowice, basalt (plagioclase basalt) at Rutki (Fig. 36), and basanite at Gracze-Ameryka, associated with pyroclastic rocks containing xenoliths resembling Upper Cretaceous marls of the deeper substratum, sometimes, with vesicular lava. The country rock is here represented by Miocene(?) shales and clays. The biggest, and most interesting exposures are visible in a working quarry at Gracze (Fig. 37). Here we see the lower part of a stratified volcano formed by alternating scoriaceous nephelinite (?) lava, and tuff breccias containing fragments of Upper Cretaceous marls. Similar tuff breccias are also present in vertical zones between the stratified cone and the central vent filled with columnar basanite. The succession of geological events suggested is as follows: 1. explosive activity represented by lava (nephelinite?) eruptions and by tuff breccias, which led to the formation of a stratified cone; 2. filling of the crater with pyroclastic material recognized in vertical zones at the boundary of the cone and the central vent, subsequently destroyed to a large extent by an explosion; 3. filling of the central vent with basanite lava was the latest stage of volcanic activity of the Gracze volcano.

The large amount of xenoliths of Upper Cretaceous marls of the deeper substratum suggests that the magmatic chamber may have been located below the Miocene cover. The carbon dioxide released from the marls due to the reaction with magma may have been responsible for the repeated pyroclastic explosive activity of the volcano.

The reconstruction of the central volcanoes in the vicinity of Radoszowice and Gracze is presented in Fig. 38. The exposure at Rutki should be protected as a monument of inanimate nature.

One of the easternmost exposures of basaltic rocks dealt with is that at Góra Świętej Anny near Strzelce Opolskie. In a deep old quarry we see columnar nephelinite with big blocks of Bunter clays and weakly cemented sandstone, and of Middle Trias limestone of the Gogolin Beds (Lower Wellenkalk). At the contact of nephelinite and sedimentary rocks, tuff and tuff breccias are often present (Fig. 39). It seems probable that a part of large volcanic cone exists here. Big xenoliths of sedimentary rocks may be regarded as fragments of the walls of the volcano that sunk down into the lava pool of the caldera.

Dykes and sills

Small dykes showing no direct connection with the lava flows and plugs are known from numerous occurrences in the Sudeten. We may mention here the basanite dykes of Mała Śnieżna Jama in the Karkonosze range. Such small basaltic veins are represented elsewhere mostly by limburgites and ankaratrites.

The sills are present mostly in the area of Zittau Tertiary lignite-bearing basin. Some of them have already been mentioned in describing the lava flow at Leśna (see above). The best and most interesting examples of sills are known to the author from Wieża near Gryfów Śląski. Here we see weakly cemented or almost loose sediments of lignite-bearing formation: clay-shales, clays, often rich in coal matter, with thin lignite seams, alternating with sands and quartz gravel. Numerous sills of basanite causing synintrusive tectonics, and slight backing of the country rocks, are intruded in these deposits. The well developed columnar jointing, often arranged in rosettes (Figs. 40, 41) is evidently transverse even to the thinnest lense of the sediment. The sills may be regarded as very shallow intrusions, which expanded parallel to the stratification of the

deposit with the help of the water contained in it, vaporizing under high pressure on contact with hot magma.

In the middle part of the quarry there occur several vents younger than the sills, filled with blocks of basanite, cemented with tuff and lava, with fragments of red clays, similar to those of Zaręba Górna (see above).

The quarry at Wieża may serve as one of the best examples of sills for students' excursions

Institute of Geology of the Polish Academy of Sciences

Laboratory of Geology in Kraków, ul. Senacka 3

Translated by the author

TREŚĆ

Wstęp	225
I. Charakter petrograficzny dolnośląskich skał bazaltowych	228
II. Pozycja geologiczna i wiek dolnośląskich skał bazaltowych	229
III. Formy geologiczne skał bazaltowych Dolnego Śląska i wnioski w sprawie ich ochrony	230
Pokrywy lawowe	230
Pnie i czopy wulkaniczne	241
Kratery i stożki wulkaniczne.	259
Dajki i sille	266
Zakończenie	269
Piśmiennictwo	269
Summary	270