

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI

Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niziu Polskiego

Najwyższą część eruptywnej formacji autunu, wyodrębnioną jako ogniwo obrzyckie, stanowią skały piroklastyczne miąższości do 229,5 m, średnio — kilkadziesiąt metrów. Są to skały litokrystalno-witroklastyczne, wykształcone najczęściej w litofacji aglomeratowo-lapillowej i piaskowcowej, rzadziej skały witroklastyczne litofacji popiołowej. Wyróżniono tufy złożone wyłącznie z materiału pirogenicznego i tufity zawierające domieszkę składników terygeniczných. Stwierdzono, że są to zlitfikowane osady potoków aglomeratowych i laharów. Uległy one intensywnym przemianom hydrotermalnym, związanym z posterupywną działalnością wulkanizmu autuńskiego.

WSTĘP

Utwory dolnego czerwonego spągowca na obszarze zachodniej części Niziu Polskiego stwierdzono po raz pierwszy w NW części brzeżnej strefy zbiornika sedimentacyjnego, w otworach wiertniczych zlokalizowanych na bloku Wolina i bloku Trzebiatowa: Kamień Pomorski IG 1, Dźwirzyno 1 (W. Ryka, 1968). Skały te opisano jako wtórne ryolity. Późniejsze prace wiertnicze, prowadzone również w obszarze północnej części monokliny przedsudeckiej (strefa Poznań — Myślubórz), wykazały, że formacja eruptywna czerwonego spągowca dolnego ma szerokie, regionalne rozprzestrzenienie i obejmuje prawie całą zachodnią część Niziu Polskiego (fig. 1).

Skały piroklastyczne czerwonego spągowca w opisywanym obszarze stwierdzono po raz pierwszy w 1974 r. w otworze Obrzycko 1 (A. Maliszewska) i Nowy Tomyśl 1 (S. Wolny). W wykonanych później kilkunastu otworach wiertniczych wydzielono — metodami analizy petrograficznej lub na podstawie interpretacji pomiarów geofizycznych — kompleks (fig. 2) skał piroklastycznych (ogniwo obrzyckie, J. Pokorski, 1976).

Przedstawione opracowanie stanowi podsumowanie wyników dotych-

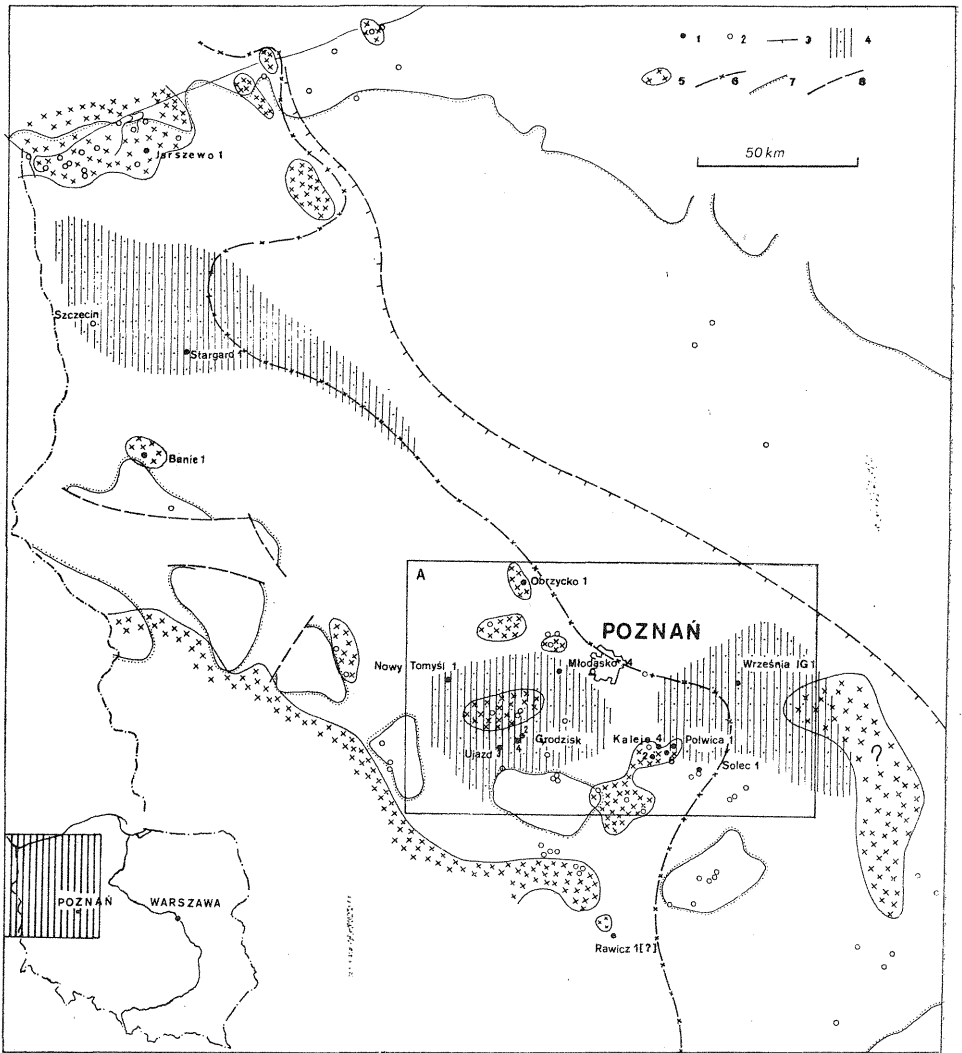


Fig. 1. Szkic pierwotnego rozprzestrzenienia skał wylewnych i piroklastycznych autunu w NW Polsce; zasięg skał wylewnych autunu według mapy W. Ryki i J. Pokorskiego (1978)

Sketch of original distribution of intrusive and pyroclastic rocks of the Autunian in NW Poland; extent of intrusive Autunian rocks after the map by W. Ryka and J. Pokorski (1978)

1 — otwory wiertnicze, w których stwierdzono skały piroklastyczne; 2 — otwory wiertnicze, w których skał piroklastycznych nie stwierdzono; 3 — przypuszczalna granica pierwotnego zasięgu skał piroklastycznych; 4 — obszary maksymalnych miąższości pierwotnych skał piroklastycznych; 5 — obszary występowania skał wylewnych autunu; 6 — przypuszczalna granica pierwotnego zasięgu skał wylewnych; 7 — granica pierwotnego zasięgu saksonu; 8 — strefy uskoku; A — fragment mapki przedstawiony na fig. 2

1 — boreholes penetrating pyroclastic rocks; 2 — boreholes in which pyroclastic rocks were not found; 3 — inferred original extent of pyroclastic rocks; 4 — areas of maximum original thickness of pyroclastic rocks; 5 — areas of occurrence of intrusive Autunian rocks; 6 — inferred original extent of intrusive rocks; 7 — inferred original extent of Saxonian; 8 — fault zones; A — fragment of map shown in Fig. 2

czasowych badań petrologicznych i geologicznych skał piroklastycznych wymienionego ogniwa. W pracy wykorzystano analizy petrograficzne wykonane przez Panią D. Komacką z Kombinatu Geologicznego „Północ” dotyczące następujących otworów wiertniczych: Grodzisk 2, Kaleje 2, Ujazd 3, Polwica 1, Jarszewo 1 oraz płytki cienkie z otworu Nowy Tomyśl 1 udostępnione przez Pana S. Wolnego z PPN w Zielonej Górze, a także profil litologiczny otworu Września IG 1 opracowany przez Panią D. Kühn z Instytutu Geologicznego. Autorzy serdecznie dziękują wymienionym Osobom. Prof. dr hab. Wacławowi Rycce autorzy składają podziękowanie za dyskusję dotyczącą prezentowanych wyników badań.

POZYCJA STRATYGRAFICZNA SKAŁ PIROKLASTYCZNYCH

W niecce śródsudeckiej i na Wyżynie Śląsko-Krakowskiej autun jest dobrze udokumentowany florystycznie (*Callipteris conferta* Sternberg, *Callipteris naumanni* Gutbier), a w niecce północnosudeckiej wydzielony jest na podstawie badań palinologicznych (K. Dziedzic, 1961; A. Grocholski, 1974; T. Górecka, 1969, 1970; J. Jerzykiewicz, 1975; I. Lipiarski, 1971).

Na opracowanym obszarze Niżu Polskiego dolny czerwony spągowiec wydzielony jest na podstawie cech litologicznych i korelowany z autunem z obszarów Sudetów i Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Na Niżu Polskim utwory autunu leżą, ze znaczną luką stratygraficzną, na skałach różnych pięter paleozoiku przedpermskiego. Górna granica dolnego czerwonego spągowca (= autunu) wyznaczana jest również na podstawie cech litologicznych. Granica pomiędzy dolnym czerwonym spągowcem (= autunem) i górnym (= saksonem) związana jest z fazą saalską. Na granicy tej zachodzi znaczna zmiana litologiczna polegająca na pojawieniu się ponad skałami autunu (wylewnymi, piroklastycznymi, niekiedy mułowcowymi i iłowcowymi) zlepieńców lub piaskowców zlepieńcowatych, które zaliczane są do saksonu. Granica ta ma charakter erozyjny i podkreślona jest niekiedy luką stratygraficzną, zawsze zaś wyraźną luką sedimentacyjną. Utwory saksonu wykazują prawie wszędzie przekraczające ułożenie w stosunku do utworów autunu (fig. 1 i 3).

Rozpoznanie autunu w opracowanej części Niżu jest nierównomierne. Głębienie większości otworów wstrzymano po nawierceniu skał wylewnych autunu. W tej sytuacji jedynie otwory wiertnicze zlokalizowane w brzeżnej strefie zbiornika permskiego (fig. 1), a przede wszystkim w północnej części monokliny przedsudeckiej (rejon Poznania — fig. 2), mają udokumentowany pełny profil autunu. Na podstawie tych profili stwierdzono, że autun składa się przede wszystkim ze skał wylewnych, w których stropie występuje na niektórych obszarach kompleksy skał piroklastycznych (fig. 4—6). Są również obszary, w których skały piroklastyczne leżą bezpośrednio na skałach podłoża permu, np. rejon Wrześni IG 1 (fig. 5).

W okresie przypadającym na sedimentację autunu w centrach lokalnych zbiorników mogą występować skały ilasto-mułowcowe. Hipotezę taką wysunięto na podstawie profilu czerwonego spągowca z otworu

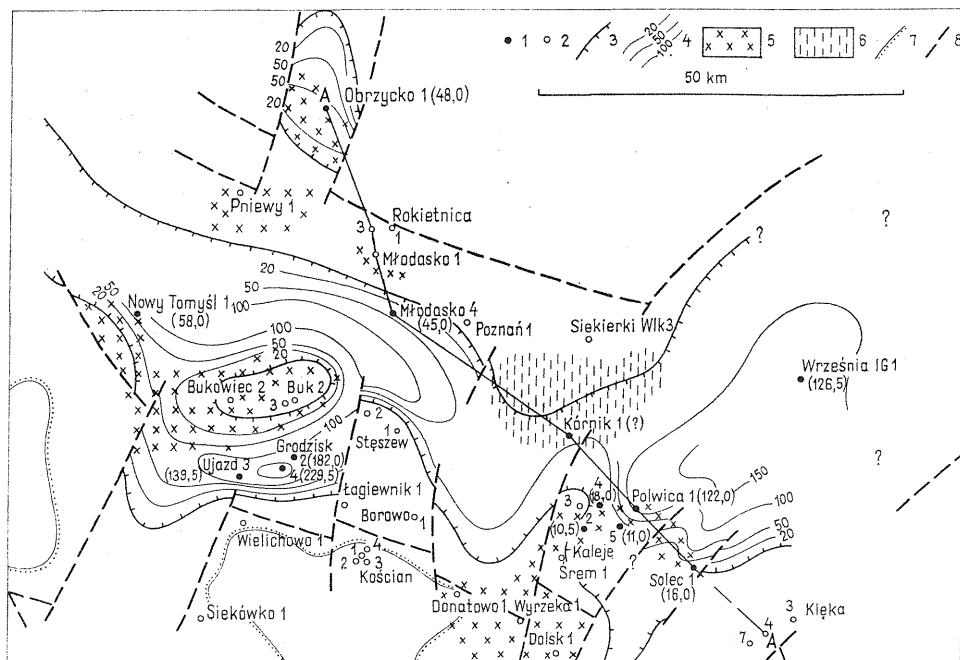


Fig. 2. Mapa obecnej miąższości ogniwa obrzyckiego w obszarze rowu Poznań; zasięg skał wylewnych autunu według mapy W. Ryki i J. Pokorskiego (1978), nieco zmodyfikowany

Map of present thickness of the Obrzycko member in the Poznań trough area; extent of intrusive Autunian rocks after the map by W. Ryka and J. Pokorski (1978), somewhat modified

1 — otwory wiertnicze, w których stwierdzono występowanie skał piroklastycznych (ogniwo obrzyckie); 2 — otwory wiertnicze, w których skał piroklastycznych nie stwierdzono; 3 — granica obecnego zasięgu skał ogniwa obrzyckiego; 4 — izopachyty ogniwa obrzyckiego w metrach; 5 — obszar występowania skał wylewnych autunu; 6 — obszar prawdopodobnego występowania formacji kórnickiej; 7 — granica pierwotnego zasięgu saksonu; 8 — strefy uskoku; AA — linia przekroju prezentowanego na fig. 7

1 — boreholes penetrating pyroclastic rocks (Obrzycko member); 2 — boreholes in which pyroclastic rocks were not found; 3 — present extent of the Obrzycko member; 4 — isopachs of the Obrzycko member (in meters); 5 — area of occurrence of intrusive Autunian rocks; 6 — area of inferred occurrence of the Kórnik formation; 7 — original extent of Saxonian; 8 — fault zones; AA — cross-section from Fig. 7

wiertniczego Kórnik 1, w którym spągowa seria ilasto-mułowcowa zaliczona została do autunu. Wydzielenie to jest jednak problematyczne, ponieważ nie przewidziano tutaj utworów permu.

Skał wylewnych i piroklastycznych nie wyodrębniono w oddzielne formacje¹ ze względu na ich genetyczny związek, skłaniający do rozpatrywania tych skał jako utworów jednego megacyklu wulkanicznego. Dodatkowym powodem było występowanie pomiędzy poszczególnymi pokrywami wylewnymi licznych starszych (niższych) poziomów skał piro-

¹ Zarówno w przedstawionej pracy, jak i we wcześniejszej publikacji (J. Pokorski, 1967) wydzielenia litostratygiczne (formacje, ogniwa) mają charakter nieformalny. Propozycje formalnego podziału czerwonego spągowca przedstawione zostaną w specjalnej pracy przygotowywanej do druku.

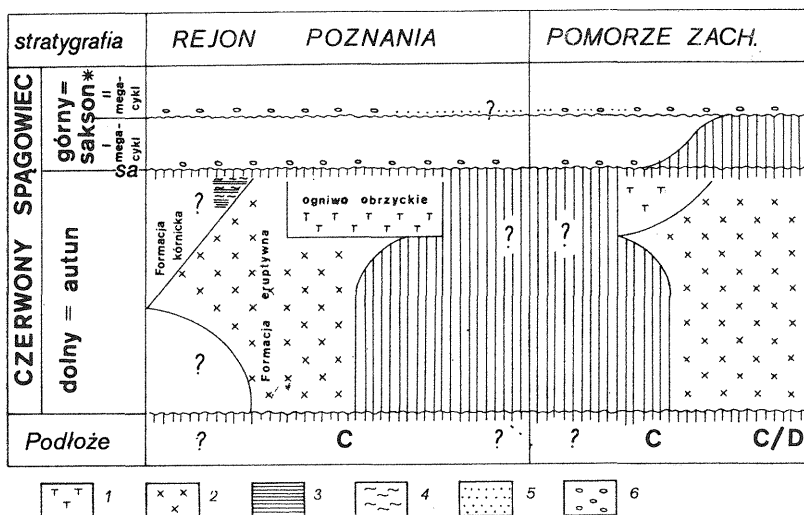


Fig. 3. Pozycja stratygraficzna skał piroklastycznych

Stratigraphic position of pyroclastic rocks

1 — skały piroklastyczne; 2 — skały wylewne; 3 — iłowce; 4 — mułowce; 5 — piaskowce; 6 — zlepieńce; sa — faza saalska; C — karbon; D — dewon

Uwaga: jednostki stratygraficzne (formacja, ogniwo) traktuje się jako wydzielenie nieformalne; * — szczegółowy podział saksonu przedstawiony zostanie w pracy przygotowywanej do druku

1 — pyroclastic rocks; 2 — intrusive rocks; 3 — claystones; 4 — siltstones; 5 — sandstones; 6 — conglomerates; sa — Saalian phase; C — Carboniferous; D — Devonian

Notice: Lithostratigraphic units (formation, member) are treated as informal units; * — detailed subdivision of the Saxonian will be presented in a paper in preparation to the print

klastycznych, które przy lepszym rozpoznaniu autunu będzie można zapewne skorelować i wydzielić dalsze ogniwa skał piroklastycznych.

Wychodząc z tych założeń, autorzy są zdania, że dotychczasowe rozpoznanie autunu upoważnia do wyróżnienia co najmniej dwóch formacji: starszej — eruptywnej i młodszej lub częściowo równowiekowej z poprzednią — zbudowanej ze skał drobnoklastycznych (mułowców i iłowców), a nazwanej formacją kórnicką (fig. 7). Skały piroklastyczne wydzielono jako ogniwo w obrębie formacji eruptywnej. Ogniwo to nazwano obrzyckim (od otworu wiertniczego Obrzycko 1). Ogniwo obrzyckie obejmuje najwyższy poziom skał piroklastycznych, lecz w przypadkach skrajnych może być również odpowiednikiem litofacjalnym całej formacji eruptywnej (Września IG 1).

Pozycja stratygraficzna skał piroklastycznych oraz propozycje podziału autunu zostały przedstawione na fig. 3.

Jak wspomniano, kompleks piroklastyczny (ogniwo obrzyckie) wydzielano na podstawie opracowanych przez autorów rdzeni wiertniczych, przy czym materiałem wyjściowym były wyniki analiz petrograficznych. W przypadku otworów, z których nie pobierano próbek, litologię i wydzielenia stratygraficzne opracowano w oparciu o interpretację pomiarów geofizyki otworowej (np. otwór Grodzisk 4). Przykładem wykonanej

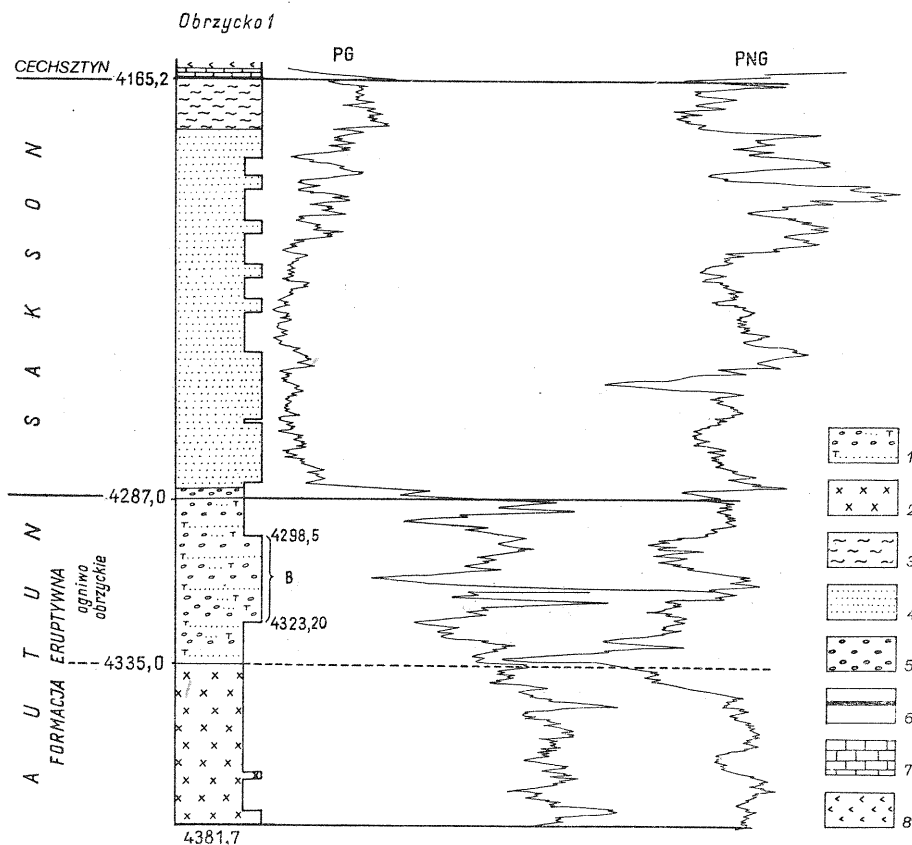


Fig. 4A. Profil litologiczny otworu wiertniczego Obrzycko 1
Lithological profile of the Obrzycko 1 borehole

1 — kompleks piroklastyczny o przewadze litofacji aglomeratowo-lapilowej i piaszczystej; 2 — skały wylewne; 3 — mułowce; 4 — piaskowce; 5 — zlepieńce; 6 — poziom łupku miedzianożelaznego (T1); 7 — wapień cechsztyński (Ca1); 8 — anhydryt dolny werra (A1d); B — fragment profilu przedstawiony na fig. 4B

1 — pyroclastic complex with predominance of agglomeratic-lapilli and sandy lithofacies; 2 — intrusive rocks; 3 — siltstones; 4 — sandstones; 5 — conglomerates; 6 — Copper-Bearing Shale horizon (T1); 7 — Zechstein Limestone (Ca1); 8 — Lower Werra Anhydrite (A1d); B — fragment of the profile shown in Fig. 4B

interpretacji są załączone profile korelacyjne (fig. 4—6). Na podstawie tak opracowanych profili wykonano mapę miąższości ogniwa obrzyckiego (fig. 2).

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA SKAŁ AUTUNU

W badaniach petrograficznych utworów piroklastycznych, będących przedmiotem niniejszego opracowania, jako podstawowe kryterium klasyfikacji przyjęto uziarnienie, najbliższe związane z terminologią skał okruchowych. Jednocześnie oparto się na klasyfikacji genetycznej E. Ma-

lejewa (1963), zgodnie z którą klastyczne skały pochodzenia wyłącznie pirogenicznego są określone jako tufy (100% piroklastów), a skały o składzie mineralnym złożonym, piro- i terygeniczne — jako tufity (>50% piroklastów, <50% epiklastów). Zależnie od pochodzenia klastów i ich rozmiarów E. Malejew wyróżnia kolejno tufy i tufity blokowe, aglomeratowe, lapillowe, zwirowe, piaskowcowe i popiołowe, przy czym te ostatnie dzieli na grubo- i drobnomułowcowe.

W celu określenia składu petrograficznego skały i struktury nawiązano do klasyfikacji piaskowców J. R. Dotta, zmodyfikowanej przez J. F. Pettijohna, P. E. Pottera i R. Sievera (1972), która wyróżnia piaskowce „czyste”, zwane arenitami, oraz „brudne”, zawierające ponad 15% ilasto-mułkowego matrix, zwane wakami (fig. 8). Stąd pochodzą nazwy skał, jak „tuf piaskowcowy typu arenitu sublitycznego” lub „tufit piaskowcowy typu szarowaki litycznej” (A. Maliszewska, 1973). Przyjęte nazewnictwo można ponadto uzupełnić terminologią wynikającą z ogólnie stosowanej w petrografii skał wulkanicznych klasyfikacji według składu chemicznego, mówiąc o tufach ryolitowych, andezytowych, bazaltowych i innych.

Z uwagi na przyjęcie uziarnienia jako podstawy klasyfikacji skał piroklastycznych w utworach autunu zachodniej części Niżu Polskiego wyróżniono trzy podstawowe² litofacje: aglomeratowo-lapillową (o średnicy klastów 200—2 mm), piaskowcową (2—0,06 mm) oraz popiołową (<0,06 mm). W obrębie każdej litofacji wyróżniono tufy i tufity. Jako kryterium określenia tufów przyjęto obecność materiału niewątpliwie pirogenicznego, a więc idio- i hipidiomorficznych lub charakterystycznych wiórkowych krystaloklastów kwarcu, sanidynu, ortoklazu, albitu szachownicowego, występowanie dużych blaszek biotyту oraz ostrokrawędzistych klastów skał wylewnych, zwłaszcza o zarysach wrzecionowatych bądź ze śladami obtopienia, a także stwierdzenie szkliwa wulkanicznego, często przeobrażonego w chalcedon i pakiety mieszane montmorillonit/illit. Kryterium rozpoznania tufitów była ponadto obecność składników terygenicznych, a więc litoklastów pochodzenia osadowego lub metamorficznego, obtoczonych ziarn kwarcu i minerałów ciężkich, występowanie mikroklinu i muskowitu. Za tufity uznano również osady warstwowane skośnie (a więc transportowane wodami płynącymi), które mogą zawierać materiał terygeniczny nie dostrzeżony w płytkach cienkich. Należy wspomnieć, że niekiedy właściwe rozpoznanie opisywanych skał jest utrudnione lub wręcz niemożliwe z powodu silnego ich przeobrażenia procesami wtórnymi, szczególnie karbonatyzacją i sylikacją. W obrębie badanych serii piroklastycznych występują miejscami terygeniczne wkładki wak, mułowców i iłowców.

LITOFACJA AGLOMERATOWO-LAPILLOWA

Tufy i tufity tej litofacji znane są z otworów: Obrzycko 1, Nowy Tomyśl 1, Września IG 1, Ujazd 3, Polwica 1 i stanowią w nich podstawową część osadowych utworów autunu. Są one brunatne, brunatno-

² Podział ten nieco odbiega od większości znanych klasyfikacji (fide R. V. Fisher, 1966), gdzie osady piroklastyczne o średnicy poniżej 2,0 mm najczęściej nazywane są popiołami.

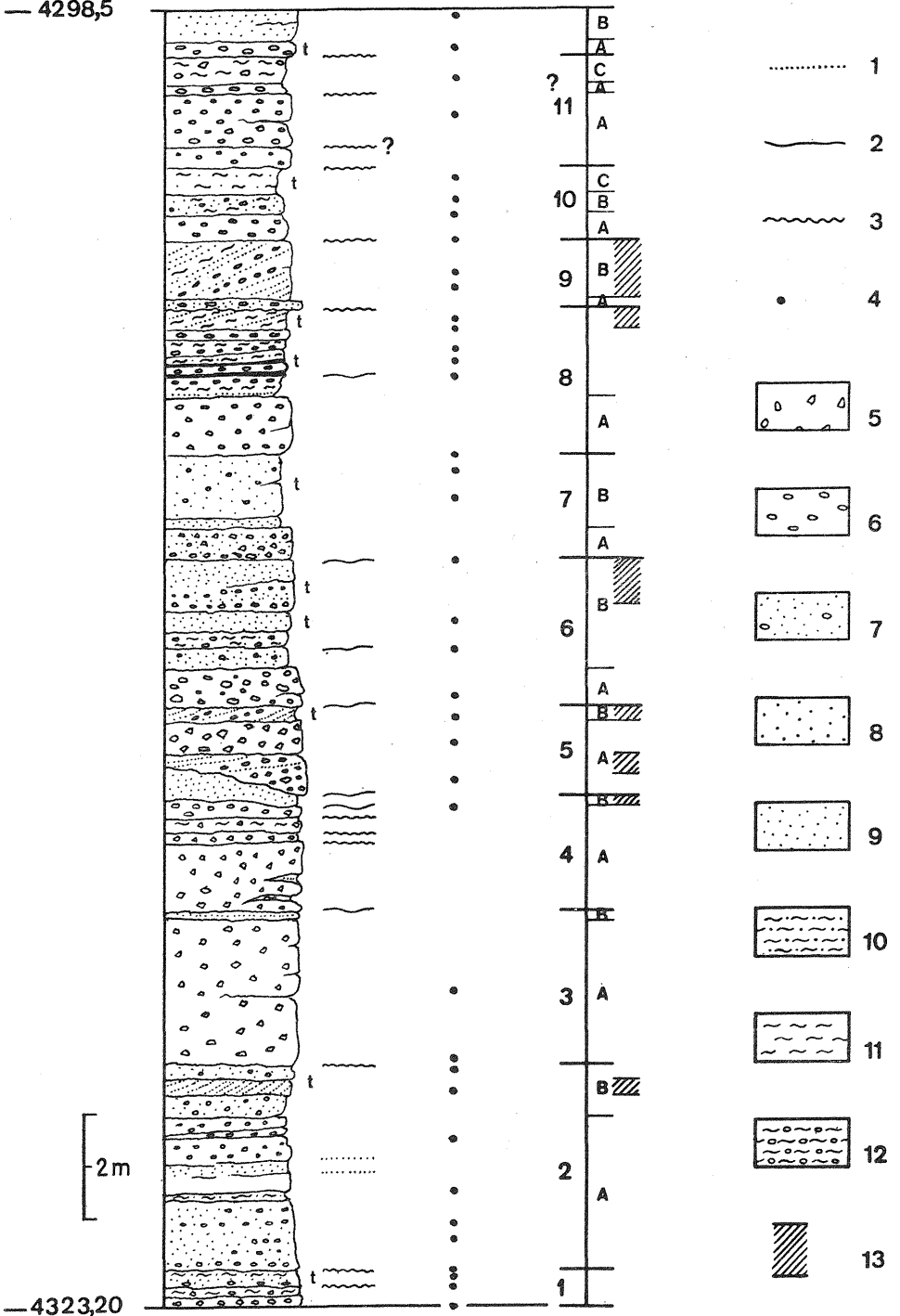


Fig. 4B. Rdzeniowany fragment profilu Obrzycko 1 — ogniwo obrzyckie

Cored part of the profile of the Obrzycko 1 borehole — Obrzycko member

1 — kontakt stopniowy; 2 — kontakt ostry, płaski; 3 — kontakt erozyjny; 4 — płytki cienkie; tufy i tufofity (t); 5 — brekcjowe, 6 — lapilowo-aglomeratowe, 7 — piaskowcowo-lapilowe, 8 — piaskowcowe — gruboziarniste, 9 — piaskowcowe — drobno- i średnioziarniste, 10 — popiołowo-piaskowcowe, 11 — popiołowe, 12 — popiołowo-lapilowe; 13 — fragmenty profilu z warstwowaniem przekątnym wskazującym na sedymentację w środowisku przepływu; oznaczenia cyfrowe w rubryce pionowej od 1 do 11 — cykle sedymentacyjne o ziarnie

wiśniowe, brunatnoszare lub brunatnozielone, mają strukturę psefitową lub psefitowo-psamitową, z reguły nierównoziarnistą; makroskopowo przypominają zlepience szarogłazowe — wulkaniczne. Skały te w profilach autunu występują w warstwach miąższości od 1 cm do kilku metrów. Bywają one warstwowane poziomo lub skośnie w małej skali, niekiedy dostrzega się warstwowanie frakcjonalne bądź grube pakiety bez śladów warstwowania. Często pojawiają się tu wkładki drobniej uziarnione, złożone z materiału piaszczystego (tabl. I, fig. 10—13). Tekstura zawsze jest masywna, bezładna bądź kierunkowa; tę ostatnią zaznacza najczęściej równoległe ułożenie dłuższych osi litoklastów.

Opisywane tufy i tufity autunu z uwagi na urozmaicony skład petrograficzny należą do litokrystalo-witroklastycznych bądź litokrystaloklastycznych (tabl. II—IV). Litoklasty mają często formy zaokrąglone, dyskoidalne, lecz w niektórych warstwach ich ostre zarysy sugerują nazwę brekcji. Kształt litoklastów wiąże się często z ich składem petrograficznym (tab. V—VIII); ryolity brunatne i melafiry mają zwykle zarysy kuliste i wrzecionowate, natomiast ryolity zielone, odznaczające się silną illityzacją tła skalnego, są zawsze ostrokrawędziste i spłaszczone. Średnica okruchów skalnych wynosi przeciętnie 3—5 mm. Najgrubszym uziarnieniem materiału odznacza się profil Wrześni, maksymalna średnica litoklastów niektórych warstw wynosi tu 15 cm, przy przeciętnej 2 cm, gdy tymczasem w innych otworach wynosi ona 1—2 cm.

Wśród okruchów skalnych frakcji psefitowej wyróżniono:

1. Ryolity czerwobrunatne, występujące we wszystkich zbadanych próbkach i niewątpliwie najliczniejsze (tabl. V, fig. 20). Wykazują one strukturę porfirową, holokrystaliczną. Tło skalne jest zwykle bardzo drobnokrystaliczne, złożone z mikrolitów skalenia potasowego i kwarcu oraz pyłu uwodnionych tlenków żelaza. Tekstura tła skalnego bywa bezładna lub fluidalna, a niekiedy perlitowa lub sferolitowa. Fenokryształy złożone są najczęściej z hipidiomorficznie wykształconego kwarcu, rzadziej sanidynu, albitu i biotyty. Okruchy opisywanych ryolitów bywają wtórnie zsylikowane, skalcytyzowane, niekiedy impregnowane wodorotlenkami żelaza lub anhydrytem.

2. Ryolity zielone znane z Wrześni, w Obrzycku występujące we frakcji psamitowej. Złożone są z fenokryształów analogicznie jak w ryolitach brunatnych (kwarc, skalenie, liczny biotyt) oraz z silnie przeobrażonego tła skalnego (tabl. V, fig. 21, tabl. VI, fig. 22). Tło odznacza się intensywnie zielonym zabarwieniem, w cienkich płytkach widoczne są

malejącym ku górze; A — człon dolny — transport grawitacyjny lub w warunkach przepływu, bardzo krótki (pewne fragmenty rdzenia wskazują, że osad nie był transportowany), strefa materiału wleczonego, osady bruku korytowego, potoków aglomeratowych lub laharów; B—C — człon górny — transport w warunkach przepływu, krótki, strefa materiału unoszonego, osady łach śródkorytowych lub lokalnych zagłębień

1 — gradual transition; 2 — sharp, flat boundary; 3 — erosional boundary; 4 — thin sections; tuffs and tuffites (t); 5 — breccia, 6 — lapilli-agglomeratic, 7 — sandstone-lapilli, 8 — sandstone, coarse-grained, 9 — sandstone, fine- and medium-grained, 10 — ashy-sandstone, 11 — ashy, 12 — ashy-lapilli; 13 — fragments of the profile with cross-bedding which indicates deposition in flowing water; numbers 1 — 11 in vertical column — sedimentary cycle with grain finning upwards; A — lower coarse grade member — gravitational or flowing-water transport at very short distance (some fragments of core material indicate that the deposit was not transported), zone of dragged material, channel-lag, agglomeratic stream or lahar deposits; B—C — upper fine grade member — transport under flow conditions at short distance, zone of suspension material, channel bar or swale-fill deposit

pakiety łuseczek ilastych o dość wysokiej dwójłomności. Badania rentgenowskie wykazały, że jest to illit, nie stwierdzono natomiast innych składników ilastych, jak kaolinit lub chloryty. Tło skalne ryolitów niewątpliwie zawiera również krzemionkę, lecz zawartość jej nie może być duża, skoro cechą tych właśnie okruchów jest ich spłaszczenie i wtapianie się pakietów illitowych w spoiwo tufitowe. Niekiedy granice między okruchami ryolitów a tłem skalnym są zupełnie zatarte. W opisywanych ryolitach zielonych notuje się często tekstury perlitowe, zachowane pomimo przeobrażeń tła skalnego i jego rekrytalizacji (tabl. VI, fig. 22).

3. Trachyandezyty o strukturze porfirowej i teksturze masywnej, bezładnej lub trachitowej (Obrzycko). W tle skalnym, złożonym z drobnych źerdeł skaleni potasowego, albitu i kwarcu tkwią fenokryształy skaleni i biotyту, a także ilaste pseudomorfozy po ziarnach hornblendy. Najczęściej fenokryształy są intensywnie przeobrażone: w ziarnach skaleniowych tkwią łuseczki illitu i chlorytu, biotyt jest schlorytyzowany lub niemal całkowicie odbarwiony. Większość fenokryształów ma obwódki opacytowe, tło skalne zawiera bardzo drobny pigment hematytowy.

W opisywanych okruchach andezytowych zwraca uwagę intensywna albityzacja skaleni. Stwierdzono tu wtórny albit (0% An), sanidyn (2V około 40°) ulegający przeobrażeniu w albit oraz inicjalne stadium tworzenia się albitu szachownicowego.

4. Migdałowce czarne, brunatne i beżowozielonawe o pierwotnym składzie trachyandezytów lub bazaltów (Września IG 1, Nowy Tomyśl 1, Polwica 1). Są to skały o strukturze holokrystalicznej, rzadziej hipokrystalicznej, porfirowej, teksturze intersertalnej, niekiedy ofitowej. Fenokryształy są reprezentowane przez pseudomorfozy ilaste po plagioklazach i piroksenach (tabl. VII, fig. 24), niekiedy przez pseudomorfozy serpentynowe po oliwinach, także przez biotyt. Tło skalne złożone z listewek plagioklazowych o średniej zawartości 40—52% An, często zalbityzowanych. Liczne migdały wypełnione są chalcedonem i kwarcem (tabl. VII, fig. 25). Skały te są zawsze silnie przeobrażone; do minerałów wtórnych należą: albit, chloryt, illit, serpentyn, węglany, chalcedon i kwarc, sporadycznie — zeolity.

5. Spieczone tufy (Obrzycko) o strukturze hipokrystalicznej i teksturze fluidalnej; szkliwo znacznie przeważa tu nad fenokryształami skaleni i kwarcu (tabl. VI, fig. 23). Struktura i tekstura tufów jest charakterystyczna, analogiczna do skał znanych z piśmiennictwa jako „welded tuffs” (C. S. Ross, R. L. Smith, 1961; F. J. Pettijohn, P. E. Potter, R. Siever, 1972).

6. Szłaka wulkaniczna, czarna, o teksturze migdałowej i fluidalnej. Migdały wypełnione są chalcedonem i minerałami ilastymi (Obrzycko, Września).

7. Piaskowce (wyłącznie Września). Są to szarobrunatne, drobnoziarniste skały wieku karbońskiego, występujące w postaci otoczków odznaczających się dobrą obróbką mechaniczną, strukturą psamitową, teksturą bezładną. Są to fragmenty piaskowców szarogłazowych, zawierających oprócz kwarcu ziarna skaleni, blaszki młk i drobne okruchy skalne oraz spoiwo ilasto-krzemionkowe.

8. Iłowce mułowcowe karbonu (Września).

Frakcja psamitowa skał litofacji aglomeratowo-lapillowej zawiera:

1. Okruchy opisanych wyżej skał wulkanicznych.
2. Kwarc, zapewne pochodzenia pirogenicznego (tabl. IX, fig. 28, 29, tabl. X, fig. 30). Występuje on w postaci drobnych ostrokrawędzistych krystaloklastów o znikaniu światła zwyczajnym, rzadziej ziarn idiomorficznych i hipidiomorficznych. Często są one częściowo obtopione i silnie spękane. W najwyższej, przystropowej części tufitów Wrześni stwierdzono również ziarna terygeniczne, dobrze obtoczone (tabl. II, fig. 14).
3. Skalenie, wśród których wyróżniono terygeniczne (mikroklina, oligoklaz) oraz pirogeniczne (skalenie alkaliczne). Te ostatnie występują w postaci drobnych tabliczek, sporadycznie dochodzących do długości 3 mm. Notowano tu ziarna świeże oraz w różnym stopniu zillityzowane lub schlorityzowane. Najczęściej stwierdza się sanidyn (tabl. X, fig. 31), niekiedy zbliżony karlsbadzko. Ziarna sanidynu uległy częściowo albityzacji, podobnie jak w trachyandezytach. Występują tu również albity nie zawierające anortytu, zbliżone według prawa albitowego (tabl. XI, fig. 32); często notowano albit szachownicowy.
4. Biotyt o pleochroizmie w barwach brunatnych lub zielonych, zapewne pirogeniczny (tabl. XI, fig. 33). Blaszki jego bywają częściowo zhematytyzowane, podobnie jak w okruchach trachyandezytów.
5. Muskowit — niewątpliwie terygeniczny.
6. Chloryt — pseudomorfozy po biotycie, zapewne pennin (Obrzycko).
7. Pseudomorfozy hematytowe po minerałach maficznych. Zapewne najczęściej są to pseudomorfozy po biotycie, rzadziej — po amfibolitach lub piroksenach.
8. Szkliwo wulkaniczne, barwy fioletowobrunatnej, znacznie zdewitryfikowane, najczęściej o teksturze sferolitowej, rzadziej — perlitowej. Zapewne są to fragmenty tła skalnego ryolitów.
9. Minerale ciężkie: magnetyt, ilmenit, cyrkon, turmalin, sporadycznie hornblenda, korund, brukit, anataz, pirokseny w obwódkach opacytowych.
10. Okruchy skał metamorficznych (kwarcytów, gnejsów, łupków krystalicznych) monomineralne — kwarcowe, sporadycznie kwarcowo-skaleńkowe.
Opisany materiał detrytyczny jest scementowany spoiwem dwójakiego rodzaju:
 - a. Typu masy wypełniającej, złożonym z minerałów ilastych, najdrobniejszych ziarn kwarcu oraz rozproszonych wodorotlenków żelaza. Spoiwo to jest zawsze impregnowane drobnokrystaliczną krzemionką. Często widoczne są zespoły łuseczek minerałów ilastych o wysokiej dwójłomności, wyraźnie wtórnie przekrystalizowanych (tabl. XII, fig. 34). Badania rentgenowskie wykazały tu obecność illitu i chlorytu, a w niektórych próbkach — pakietów mieszanych montmorillonit/illit. Ten typ spoiwa utworzył się zapewne z rekrytalizacji najdrobniejszego popiołu wulkanicznego, głównie szkliwa (tabl. XII, fig. 35).
 - b. Cementacyjnym o strukturze krustyfikacyjnej, złożonym z chalcedonu, autigenicznego kwarcu, węglanów, miejscami także z anhydrytu. Chalcedon przepajający skałę wykształcony jest bądź w postaci mikroliktów, wnikaających w pelit spoiwa, bądź jako rozety i wachlarze w próżniach skalnych. Miejscami obok chalcedonu wykształcił się kwarc auti-

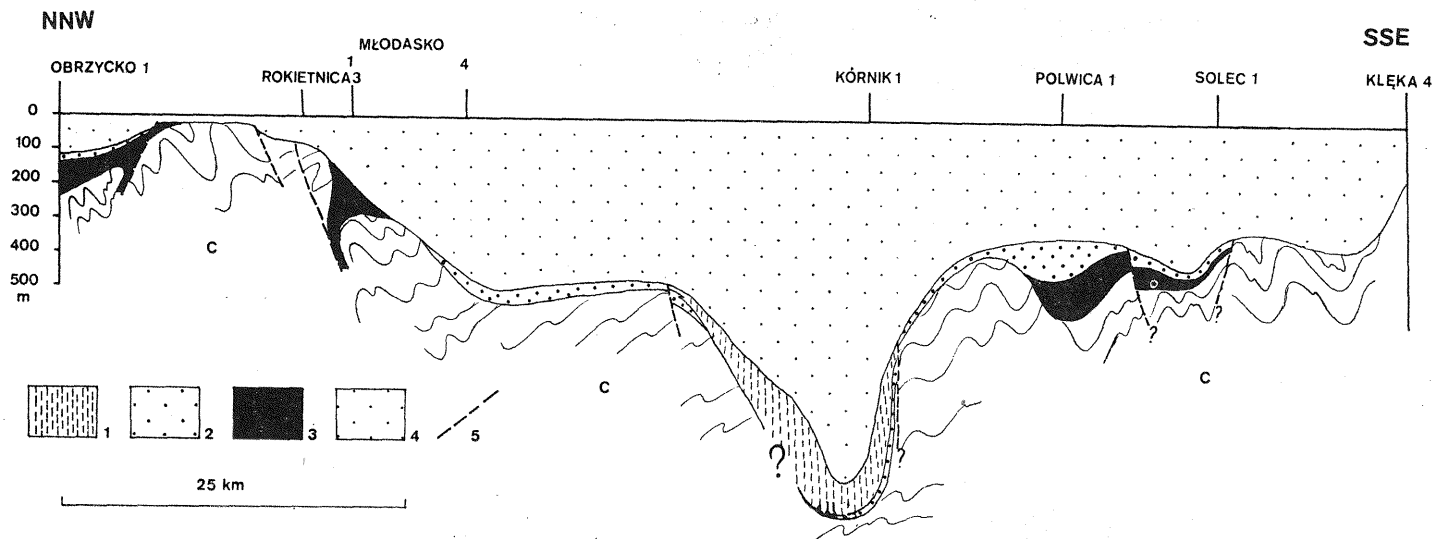


Fig. 7. Schematyczny przekrój paleogeologiczny odniesiony do poziomu łupku miedzionośnego (Z1—T1); linia przekroju zaznaczona na fig. 2

Sketch paleogeological cross-section made in relation to the Copper-Bearing Shale horizon (Z1—T1); see Fig. 2 for its location

1 — formacja kórnicka (głównie mułowce i ilowce); 2 — ogniwo obrzyckie; 3 — skały wylewne autunu; 4 — skały klastyczne saksonu; 5 — uskoki; C — karbon (waryscyjskie podłoże)

1 — Kórnik Formation (mainly siltstones and claystones); 2 — Obrzyce member; 3 — intrusive Autunian rocks; 4 — clastic Saxonian rocks; 5 — faults; C — Carboniferous (Variscan basement)

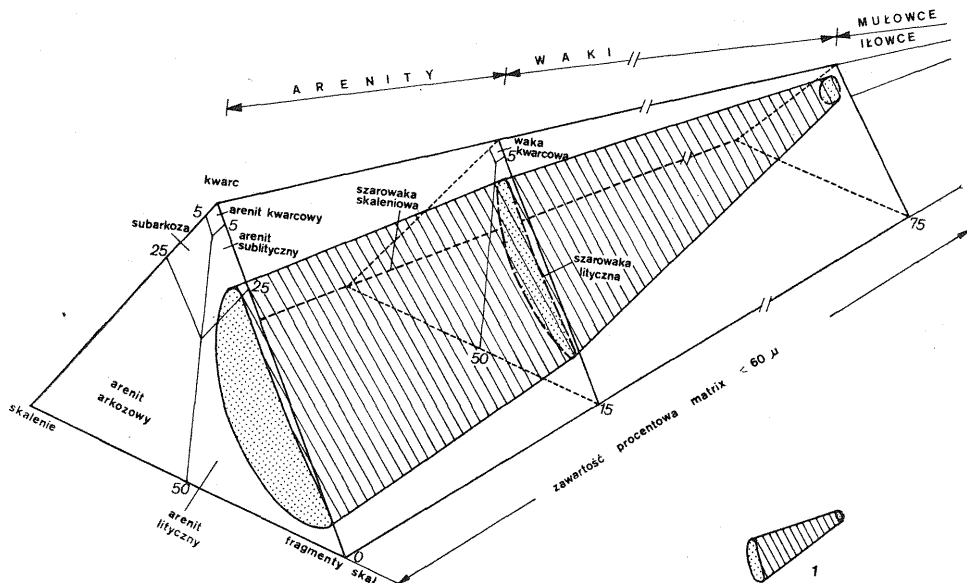


Fig. 8. Tufy i tufity piaskowcowe ogniwa obrzyckiego na tle klasyfikacji J. R. Dotta zmodyfikowanej przez F. J. Pettijohna, P. E. Pottera i R. Sievera (1972)

Sandstone tuffs and tuffites of the Obrzycko member versus the J. R. Dott classification scheme modified by F. J. Pettijohn, P. E. Potter and R. Siever (1972)

- 1 — pozycja zbadanych skał na tle diagramu klasyfikacyjnego
- 1 — position of the studied rocks on the classification diagram

geniczny; niektóre jego idiomorficzne kryształy są bardzo zbliżone do krystaloklastów pirogenicznych, różnią się od nich jednak brakiem spękań oraz śladów obtopienia. Niekiedy widać, jak krystalizacja kwarcu autigenicznego narusza pierwotną teksturę skały.

Węglany (kalcyt i dolomit) występują zawsze w gniazdach. Niektóre ich ziarna zostały skorodowane przez kwaśne roztwory. Węglany tworzą nie tylko skupienia w spoiwie tufów, lecz wdzierają się także do wnętrza okruszków skalnych i ziarn mineralnych, notuje się więc fragmentarycz-

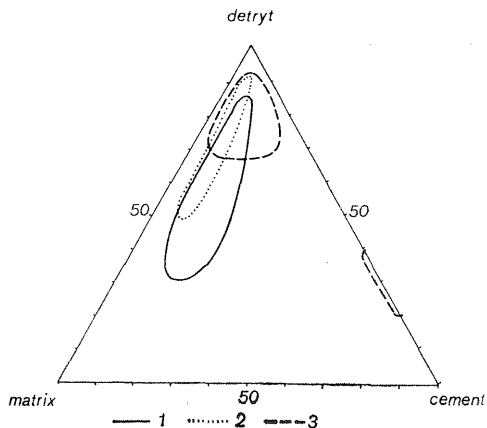


Fig. 9. Tufy i tufity piaskowcowe i lapilowo-aglomeratowe ogniwa obrzyckiego w diagramie trójkątnym F. L. Schwaba (1977)

Sandstone and lapilli-agglomeratic tuffs and tuffites of the Obrzycko member in the F. L. Schwab (1977) triangular diagram

- 1 — Września IG 1; 2 — Obrzycko 1; 3 — Nowy Tomyśl 1

nie skarbonatyzowane okruchy ryolitów, trachyandezytów i skaleni. W profilu Wrześni stwierdzono także obecność dużych szczelin zabliźnionych dolomitami.

Anhydryt pojawia się tu najrzadziej i w skąpych ilościach. Miejscami występuje także zielony, agregatowy minerał o cechach optycznych seladonitu. Niekiedy w spoiwie widoczne są relikty globul perlitowych, zawsze przeobrażonych w minerały ilaste bądź węglanowe oraz rozplywające się w tle skalnym relikty ryolitów zielonych (tabl. VIII, fig. 26, 27). W niektórych próbkach tufów i tufitów z otworu Nowy Tomyśl 1 stwierdzono wyłącznie spoiwo cementacyjne, złożone z przerastających się wzajemnie kryształów anhydrytu i neogenicznego kwarcu lub węglanów. Próbkę te nie zawierają wcale materiału frakcji ilastej, mułkowej i najdrobniejszej piaszczystej (tabl. III, fig. 16).

LITOFACJA PIASKOWCOWA

Tufy i tufity tej litofacji tworzą wkładki miąższości kilku do kilkudziesięciu centymetrów wśród skał aglomeratowo-lapillowych Obrzycka, Wrześni i Nowego Tomyśla, ponadto znane są z otworów Grodzisk 2, Kaleje 4, Jarszewo 1 i innych (fig. 2). Zabarwieniem i składem petrograficznym są one bardzo zbliżone do opisywanych wyżej tufów i tufitów o strukturze psefitowej, różnią się od nich tylko uziarnieniem litoklastów. Te ostatnie występują tu głównie we frakcji psamitowej o średnicy najczęściej 1—2 mm. Okruchy żwiru występują w ilości 10—50%, najczęściej około 25%. Skład mineralny detrytu i spoiwa w opisywanych skałach jest identyczny jak w tufach i tufitach aglomeratowo-lapillowych. Z uwagi na znaczną zawartość spoiwa ilastego należy stwierdzić, że szarowaki lityczne występują tu znacznie częściej niż arenity lityczne.

Na uwagę zasługują tufy piaskowcowe z otworu Jarszewo 1. Są to skały krystalowo-witroklastyczne, grubo- i średnioziarniste, złożone głównie z piroklastycznych ziarn kwarcu, skaleni i biotyty. Spoiwo ich, to zdewitryfikowane szkliwo wulkaniczne, reprezentowane obecnie przez minerały ilaste i chalcedon.

LITOFACJA POPIOŁOWA

Skały tej litofacji bywają witroklastyczne, złożone z ilasto-krzemionkowego pelitu zdewitryfikowanego szkliwa, niekiedy witra-krystaloklastyczne z uwagi na zawartość pirogenicznego kwarcu, skaleni i biotyty. Notowano również tufy i tufity witra-litoklastyczne, zawierające w afanitowym tle skalnym fragmenty ryolitów (Obrzycko 1), trachyandezytów (Banie 1) lub globul perlitowych (Jarszewo 1). Miejscami zwraca uwagę wyraźna rekrytalizacja substancji ilastej, co sugeruje obecność pakietów mieszanych montmorillonit/illit, stwierdzonych rentgenograficznie w tuficie Wrześni IG 1. Niektóre warstwy bogate w struktury pakietowe zostały uznane za bentonity (Września IG 1, Stargard 1). Niektóre warstwy tufitów i tufów popiołowych z otworu Stargard 1 są skałami tak silnie skarbonatyzowanymi i zsylikowanymi, że stanowią obecnie

wtórne wapienie, dolomity lub rogowce i zawierają jedynie relikty pierwotnych struktur.

Zwraca uwagę popiołowo-brekcjowy tuf o miąższości 2 m z otworu Banie 1, stanowiący strop serii efuzywnej. Jest to szarozielona skała wtro-krytalolitoklastyczna o hipokrystalicznej strukturze tła skalnego; głównym składnikiem tufu jest częściowo zrekrytalizowane, także zzeolityzowane szkliwo wulkaniczne, w którym tkwią drobne tabliczki pirogenicznych plagioklazów, słupki piroksenów oraz mikrolity minerałów nieprzezroczystych. Trachyandezytowe lapille (około 30% tufu) mają średnice przeciętnie 2 cm, maksymalnie 4 cm. Zielen w zabarwieniu skały pochodzi od filipsytu.

UWAGI O SEDYMENTACJI OSADÓW PIROKLASTYCZNYCH I ICH PRZEMIANACH WTÓRNYCH

Jak wspomniano w rozdziale wstępnym, piroklastyczne utwory autunu zachodniej części Nizu Polskiego mają miąższość zmienną; w poszczególnych otworach wiertniczych waha się ona zazwyczaj w granicach kilkudziesięciu metrów i dochodzi do 229,5 m. Na ogół osady piroklastyczne spoczywają na autuńskich skałach wylewnych, rzadziej — na piaskowcach lub iłowcach karbonu. Zwraca uwagę profil otworu Września IG 1, gdzie tufity autunu od iłowców karbońskich dzieli dwudziestocentymetrowej miąższości zlepieniec terygeniczny, uznany za spąg czerwonego spągowca. Zlepieniec złożony jest z dobrze obtoczonych okruchów skał karbońskich średnicy od 2 mm do 7 cm (70% obj.), wśród których wyróżniono głównie piaskowce, podrzędnie mułowce, iłowce oraz fragment migdałowca. Spoiwo typu masy wypełniającej złożone z ziarn kwarcu, skaleni, łyszczyków oraz minerałów ilastych, węglanowych, wodorotlenków żelaza i krzemionki nie wykazuje związku z działalnością wulkaniczną.

W kompleksach utworów autunu litofacja aglomeratowo-lapillowa przeważa nad litofacją piaskowcową i popiołową, odnotowano również liczne ogniwa przejściowe między nimi. Z uwagi na skład petrograficzny klastów skały te najczęściej odpowiadają tufom ryolitowym, jedynie w otworze Banie stwierdzono tuf andezytowy. Z uwagi na zawartość materiału detrytycznego oraz ilasto-mułkowego matrix wyróżnia się tu zlepieniec i piaskowce ilaste jak również słabo zailone; pierwsze z nich są znacznie pospolitsze ze względu na obfitość przeobrażonego szkliwa. Tufy i tufity należą do rudytów, arenitów i szarowak litycznych, najczęściej są one litokrytalo-witroklastyczne. Wydaje się, że w tufitach materiał pirogeniczny znacznie dominuje nad terygenicznym; ziarna obtoczonego kwarcu są nieliczne, okruchy skał metamorficznych, mikrolin i muskowitz — sporadyczne. Wśród okruchów skał wylewnych trudno ustalić, które z nich stanowią lapille, a które pochodzą z rozmycia pokryw skał wylewnych. Skały wulkaniczne, odpowiadające składem petrograficznym litoklastom tufów autunu, jak ryolity, trachyandezyty i spieczone tufy, były wielokrotnie nawiercone w Polsce zachodniej, a w rejonie Osna stanowią kompleks miąższości około 1000 m.

Cechą charakterystyczną skał wylewnych występujących w okruchach jest ich intensywne przeobrażenie. Porfiry kwarcowe infiltrowane krzemionką przeobraziły się w apoporfiry. Skały andezytowe uległy albityzacji; zalbityzowane sanidyny stanowiące część detrytu tufów pochodzą zapewne z tych właśnie andezytów. Odnotowane zjawiska sylikfikacji i albityzacji są dowodem przemian hydrotermalnych, które objęły wspomniane skały wylewne jeszcze *in situ* (T. Wieser, 1957; A. Nowakowski, 1959). Trudno stwierdzić, czy cały materiał piroklastyczny poszczególnych profili wiertniczych pochodzi z jednego ogniska erupcji. Na przykład dla tufów Obrzycka przypuszczalnie wspólne było źródło okruchów skał kwaśnych (ryolitów i spieczonych tufów), lecz jednocześnie stwierdzono, że okruchy wspomnianych tufów występują w paragenezie z fragmentami trachyandezytów. Zapewne więc urozmaicony skład petrograficzny lapilli jest wynikiem różnorodności litologicznej stożków wulkanicznych i występujących poniżej pokryw skał wylewnych.

Niektóre litoklasty mają zarysy ostrokrawędziste świadczące o braku transportu. Szczególnie wyróżniają się tu wydłużone i spłaszczone okruchy ryolitów zielonych, złożone obecnie głównie z illitu i krzemionki. Wydaje się, że obecność tych właśnie fragmentów, szczególnie podatnych na rozmywanie świadczy o tym, że materiał skalny nie był transportowany wcale lub transportowany bardzo krótko, tym bardziej, że zachowały się w nim liczne struktury perlitowe. Za tym, że niektóre warstwy piroklastyczne (szczególnie w Obrzycku) spoczywają *in situ* przemawia również obecność licznych, silnie splekanych ziarn kwarcu, które rozpadłyby się przy najkrótszym nawet transporcie. To samo spostrzeżenie dotyczy również skaleni, których liczne ziarna są zupełnie świeże lub odznaczają się brakiem obróbki mechanicznej i splekaniem. Niezmiernie charakterystyczną cechą piroklastycznych skał Obrzycka jest często notowane uziarnienie frakcjonalne. Poziome ułożenie dłuższych osi lapilli sugeruje osadzenie ich w wodzie. Zapewne w pobliżu ogniska erupcji istniał niewielki akwen, w którym osadzał się materiał pirogeniczny, a niekiedy także terygeniczny, splukiwany z ładu opadami.

W profilu Wrześni, podobnie jak w Obrzycku, stwierdzono warstwy brekcyjne oraz warstwy, w których materiał skalny nieobtoczony występuje jednocześnie z półobtoczonym. Występują tu również miejscami cienkie aglomeratowe wkładki odznaczające się dobrym obtoczeniem materiału oraz jego selekcją. Typy warstwowania świadczą o sedymentacji w środowisku wód płynących. Wydaje się, że kompleks tufitowy autunu Wrześni jest wynikiem nagromadzenia się materiału detrytycznego potoków lapillo-aglomeratowych, zsuwających się pod działaniem grawitacji, a także wód okresowych. Warstwy tufitów piaskowcowych odznaczające się znacznie lepszym wysortowaniem detrytu są odbiciem spadku dynamiki wód w porównaniu z potokami aglomeratowymi. Występowanie naprzemianległych warstw aglomeratowych i piaszczystych dowodzi częstej zmienności siły transportu, jest także wskaźnikiem zmiennego nasilenia działalności eruptywnej w autunie.

Zespół osadów nie transportowanych lub transportowanych krótko obejmuje we Wrześni niższą część tufitów, gdzie stwierdza się najwięcej okruchów ryolitów zielonych. Ku stropowi osadów autunu okruchy ryolitów zielonych zanikają, podobnie jak i nieliczne okruchy schlorytzowanych migdałowców, a w materiale detrytycznym pozostają niemal

wyłącznie fragmenty najtwardszych, często wtórnie zsylikowanych ryolitów czerwono-brunatnych. Zapewne wraz z nagromadzeniem się osadów autunu wzrastała rola transportu fluwialnego. W warstwach przystropowych autunu notuje się obecność częściowo obtoczonych ziarn kwarcu, niewątpliwie terygenicznych, których nie zauważono niżej.

Należy jednak zwrócić uwagę na to, że dopływ materiału terygenicznego do utworów piroklastycznych autunu trwał przez cały okres ich nagromadzenia. Był to głównie materiał pochodzący z rozmycia pokryw skał wylewnych, nieliczne okruchy skał karbońskich oraz kwarc w postaci ziarn ostrokrawędzistych, których pochodzenia nie sposób odtworzyć.

Podsumowując wyniki badań petrograficznych serii autunu Wrześni należy stwierdzić, że są to skały o genezie złożonej, utworzone jednocześnie w wyniku erupcji wulkanicznych oraz denudacji i redepozycji starszych skał wylewnych i osadowych. Okruchy ryolitów brunatnych i zielonych mogą pochodzić z pokryw wylewnych skał autuńskich. Odmienny skład mineralny ich tła skalnego jest wynikiem innego charakteru przemian hydrotermalnych, którym poddane były *in situ*, przed erozją. Okruchy migdałowców o składzie mineralnym andezytów lub bazaltów mogą być wieku karbońskiego. Zawartość ich w profilu Wrześni zanika ku stropowi, podobnie jak zawartość okruchów osadowych skał karbońskich.

Kompleks skał piroklastycznych Obrzycka i Wrześni przypomina profil otworu Nowy Tomyśl. Występują tu tufy i tufity. Zlityfikowane potoki aglomeratowe są dowodem intensywnej działalności wód okresowych; odszlamowanie najdrobniejszych cząstek detrytycznych, stwierdzone w niektórych warstwach, sugeruje spływy żwiru skalnego po zboczu przy udziale silnych prądów. Wyniki badań skał szeregu innych otworów wiertniczych, jak Polwica 1, Ujazd 3, Grodzisk 2, Kaleje 2, wykonane przez D. Komacką, prowadzą do analogicznych wniosków o ich sedymentacji.

Rozpatrując łącznie skład petrograficzny, obtoczenie oraz stopień wysortowania materiału detrytycznego w ujęciu R. L. Folka (1968) jest oczywiste, że cały kompleks utworów autuńskich stanowi typ osadu niedojrzałego. Cecha ta potwierdza wniosek o bardzo krótkim transporcie większości materiału detrytycznego. Nieco wyższą dojrzałość wykazują tylko nieliczne próbki skał z Nowego Tomyśla odznaczające się neomorficznym spoiwem typu „cement” i brakiem matrix oraz niektóre warstwy arenitów litycznych o wyższym stopniu wysortowania klastów. Zwracają uwagę skały pochodzące z bezpośredniej sedymentacji chmur popiołowych, jak pelityczne tufy Stargardu 1, wirokrystaloklastyczne tufy popiołowo-piaskowcowe Jarszewa 1 oraz popiołowo-brekcjowy tuf z otworu Banie 1.

Należy wspomnieć o tym, że badane osady są często trudno czytelne w płytkach cienkich, na co złożył się cały szereg przemian wtórnych. Początkowo większość złożonych świeżo osadów piroklastycznych odznaczała się znaczną porowatością. Jednocześnie sedymentacja gorących lapilli i popiołów w wodzie stwarzała warunki hydrotermalne, ułatwiające i przyspieszające przemianę szkliwa wulkanicznego w minerały ilaste, a następnie ich rekrytalizację. Z tym okresem zapewne wiąże się bentonityzacja popiołów, dostrzeżona w niektórych próbkach. Następnym

etapem przemian hydrotermalnych była krystalizacja w porach skalnych kolejno: anhydrytu, węglanów i krzemionki, która w okresie dość wczesnej diagenety objęła także niektóre składniki detrytu i spoiwa (stąd między innymi krzemionkowe lub węglanowe relikty globul perlitowych w tufach). Kolejny etap cementacji, to epigenetyczne wypełnienie szczelin skalnych dolomitami. Następnie część cementu węglanowego została rozpuszczona przez roztwory kwaśne, a warstwy autunu ostatecznie uszczelniła krzemionka. W wyniku jej neomorfizmu utworzyły się miejscami gniazda wypełnione rozetami chalcedonu oraz idiomorficznym kwarcem. Zapewne zmineralizowane roztwory krążące w opisanych kompleksach skalnych były związane z działalnością postwulkaniczną w badanym obszarze.

Skały piroklastyczne zostały przeobrażone nierównomiernie, często ślady procesów wtórnych są w nich słabo widoczne. W niektórych przypadkach jednak, na przykład w otworze Stargard 1, silna sylikifikacja i karbonatyzacja tufów popiołowych upodobniła je do rogowców wapienistych oraz wapieni rogowcowych, pozostawiając tylko relikty pierwotnych struktur.

WNIOSKI

1. W licznych profilach wiertniczych czerwonego spągowca w zachodniej części Niżu Polskiego stwierdzono występowanie skał piroklastycznych, stanowiących najwyższą część eruptywnego ogniwa autunu. Niekiedy skały te występują bezpośrednio na osadach karbonu.

2. Są to tufy i tufity wykształcone najczęściej w litofacji aglomeratowo-lapilowej oraz piaskowcowej, rzadziej — popiołowej. Dwie pierwsze odpowiadają rudytom, arenitom i szarowakom litycznym, a tufy popiołowe — mułowcom i łożowcom, a sporadycznie bentonitom. Najczęściej są skałami kwaśnymi, litokryształowo-witroklastycznymi; ich główne składniki — to okruchy ryolitów i pirogenicznego kwarcu, w litofacji popiołowej — to kwarc oraz chalcedon i minerały łożyste, zawierające wkładki drobnoziarnistych skał terygeniczych.

3. Tufity i większość warstw tufowych są zlifyfikowanym osadem potoków aglomeratowych i laharów o krótkim transporcie materiału terygenicznego. Niektóre warstwy zostały zlifyfikowane w tufy *in situ*, bezpośrednio po depozycji ich piroklastów.

4. Tufy i tufity uległy intensywnym procesom hydrotermalnym związanym z działalnością posteruptywną wulkanizmu autuńskiego.

5. Opisane skały piroklastyczne mogą być przedmiotem korelacji litofacyjnej i są wyróżnione przez autorów jako ogniwo obrzyckie.

6. Na podstawie występowania i rozkładu miąższości skał ogniwa obrzyckiego (fig. 2) można przypuszczać, że obszar rozciągający się pomiędzy otworami wiertniczymi Nowy Tomyśl 1 i Września IG 1 rozpoczął obniżać się już w autunie. Pod koniec autunu uformowały się tutaj dwa (lub trzy) zapadliska, w których występuje największa miąższość skał piroklastycznych. Przebudowa tektoniczna związana z fazą saalską objęła również skały ogniwa obrzyckiego. W wyniku ruchów tektonicz-

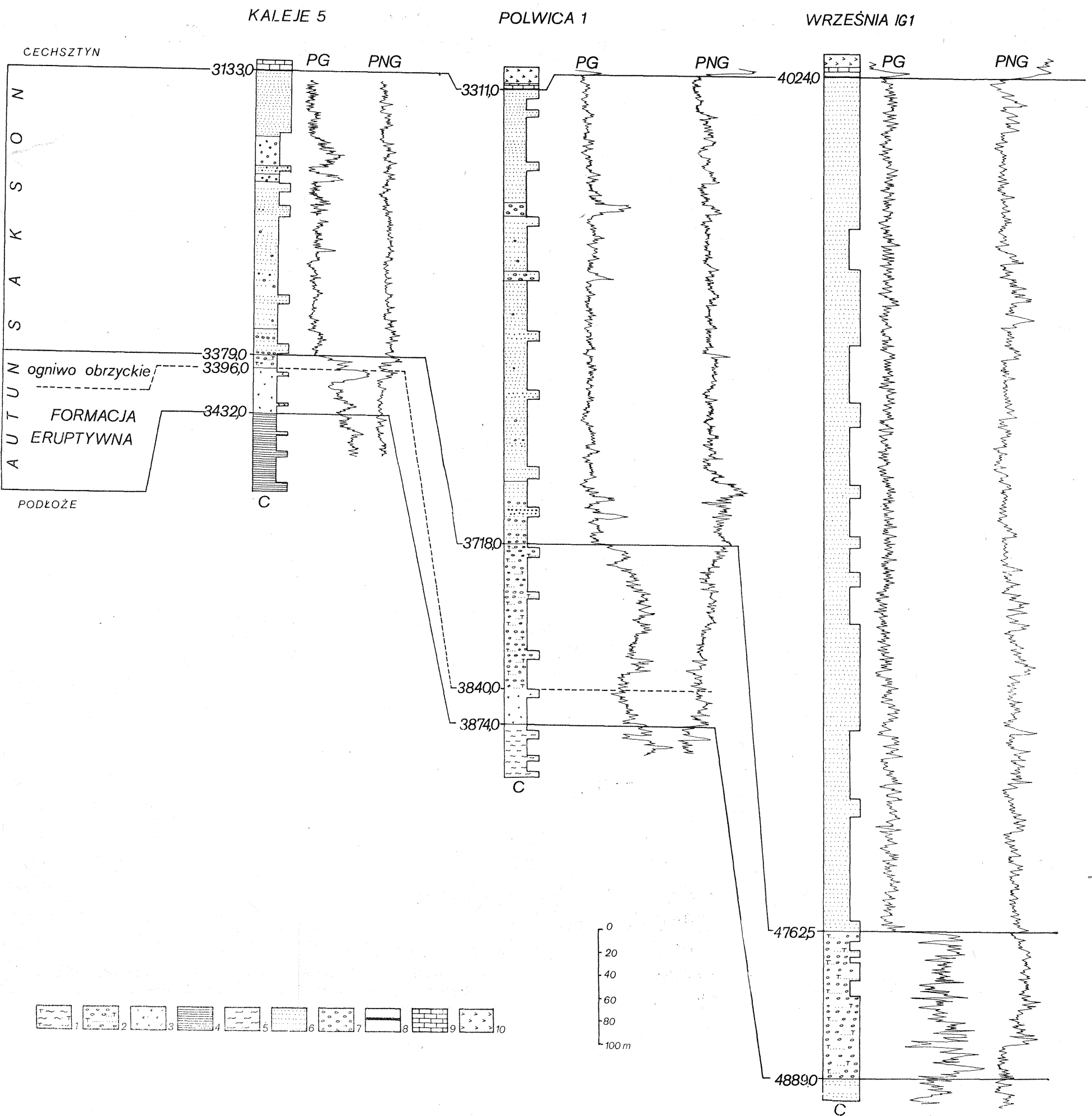


Fig. 5. Zestawienie korelacyjne ważniejszych otworów wiertniczych z obszaru rowu Poznania

Correlation of main borehole profiles from the Poznań trough area

1-2 - kompleks piroklastyczny: 1 - dominacja litofacji popiołowej; 2 - dominacja litofacji aglomeratowo-lapilowej; 3 - skały wylewne; 4 - ilowce (łupki ilaste); 5 - mułowce; 6 - piaskowce; 7 - zlepki; 8 - poziom łupku miedzionośnego (T1); 9 - wapień cechsztyński (Ca1); 10 - anhydryt dolny werra (A1d)

1-2 - pyroclastic complex: 1 - predominance of ash lithofacies; 2 - predominance of agglomeratic-lapilli lithofacies; 3 - intrusive rocks; 4 - claystones (clay shales); 5 - siltstones; 6 - sandstones; 7 - conglomerates; 8 - Copper-Bearing Shale horizon (T1); 9 - Zechstein Limestone (Ca1); 10 - Lower Werra Anhydrite (A1d)

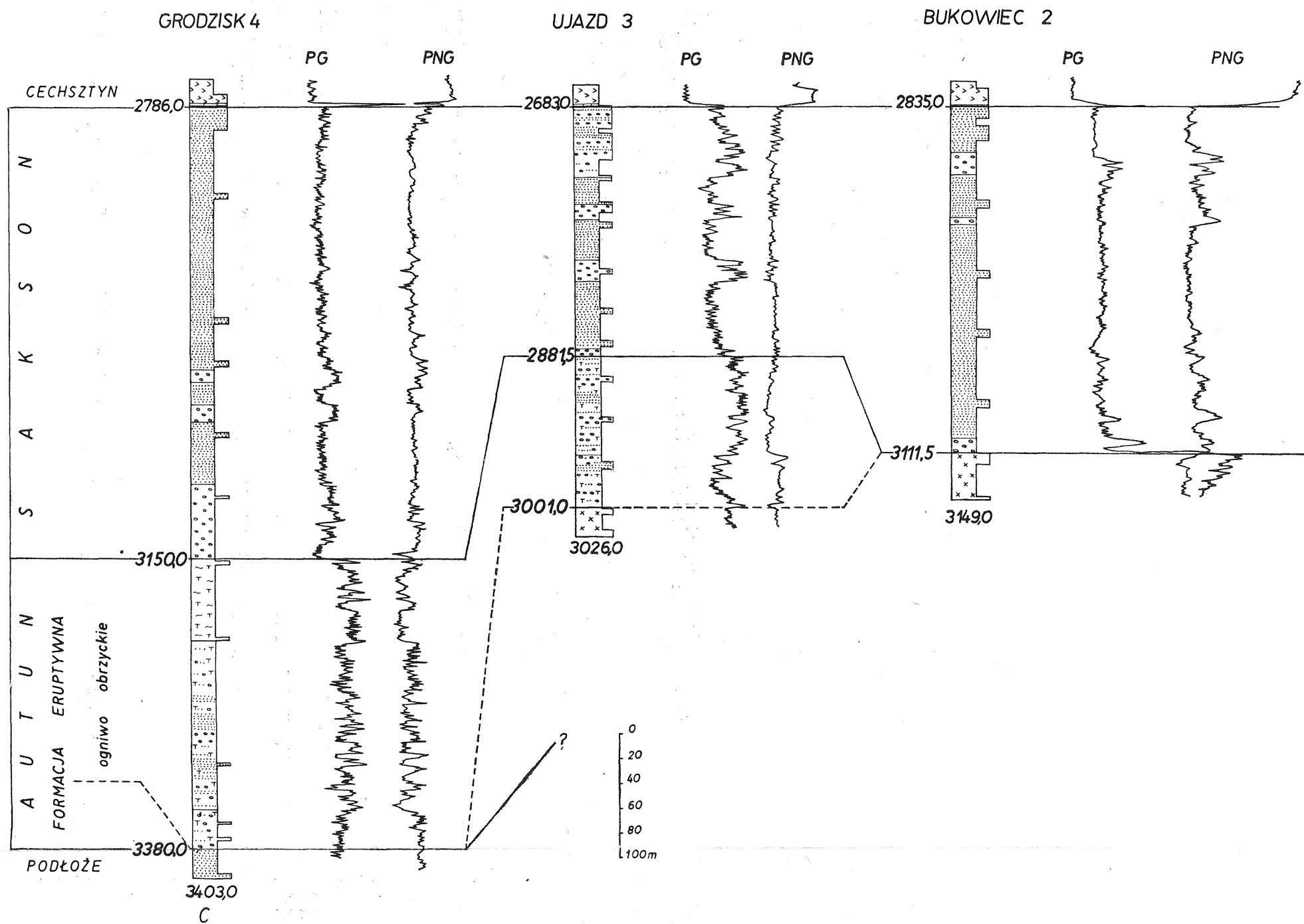


Fig. 6. Zestawienie korelacyjne ważniejszych otworów wiertniczych z obszaru rowu Poznania; interpretacja otworu Grodzisk 4 na podstawie pomiarów geofizycznych
Correlation of main borehole profiles from the area of the Poznań trough; profiles of the Grodzisk 4 borehole was interpreted on the basis of well logs

Objaśnienia jak na fig. 5

Explanations as given in Fig. 5

nych fazy saalskiej powstał rów tektoniczny Poznania. Jednostka ta najbardziej zaznaczyła się w morfologii najniższego saksonu, z tendencją do stopniowego zanikania związanego ze zmniejszeniem tempa subsydencji i zasypaniem osadami saksonu (fig. 7). W czasie sedimentacji wapienia cechsztyńskiego (Ca1) dochodzi do inwersji tektonicznej i obszar ten zostaje relatywnie wyniesiony (T. Peryt, T. Piątkowski, R. Wagner, 1978).

Zakład Petrografii, Mineralogii i Geochemii
Zakład Geologii Ziół Ropy i Gazu
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 28 lutego 1978 r.

PIŚMIENNICTWO

- DZIEDZIC K. (1961) — Utwory dolnopermskie w niecce śródsudeckiej. Stud. geol. pol., 6. Warszawa.
- FISHER R. V. (1966) — Rocks composed of volcanic fragments and their classification. Earth — science Reviews, 1, p. 287—298, no 4. Amsterdam.
- FOLK R. L. (1968) — Petrology of sedimentary rock. Hemphill's. Austin, Texas.
- GROCHOLSKI A. (1974) — Problemy stratygrafii silezu w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. geol., 18, p. 63—79, nr 1. Warszawa.
- GÓRECKA T. (1969) — Pozycja stratygraficzna serii górnokarbońskiej z otworu wiertniczego w Rybnie na Dolnym Śląsku. Prz. geol., 17, p. 431—433, nr 9. Warszawa.
- GÓRECKA T. (1970) — Wyniki badań mikroflorystycznych permokarbonu między Jaworem a Lubaniem. Kwart. geol., 14, p. 52 — 64, nr 1. Warszawa.
- JERZYKIEWICZ J. (1975) — Zespoły sporowo-pyłkowe z pogranicza karbonu i permu okolic Okrzeszyna. Kwart. geol., 19, p. 559—567, nr 3. Warszawa.
- LIPIARSKI I. (1971) — Dolnopermska flora martwicy karniowickiej koło Krakowa. Pr. Inst. Geol., 58, p. 5 — 112. Warszawa.
- MALISZEWSKA A. (1973) — Problem ujednoczenia nazewnictwa skał okrucowych. Kwart. geol., 17, p. 878—879, nr 4. Warszawa.
- NOWAKOWSKI A. (1959) — O skaleniach alkalicznych paleoryolitów Łomnicy i Miroszowa (Góry Wałbrzyskie). Arch. miner., 23, p. 97—134, z. 1. Warszawa.
- PERYT T., PIĄTKOWSKI T., WAGNER R. (1978) — Mapa paleogeograficzna wapienia cechsztyńskiego (Ca1), tabl. 5. W: Atlas litofacjalno-paleogeograficzny permu obszarów platformowych Polski. Inst. Geol. Warszawa.
- PETTIJOHN F. J., POTTER P. E., SIEVER R. (1972) — Sand and sandstone. Springer-Verlag. New York.
- POKORSKI J. (1976) — The Rotliegende of the Polish Lowland. Prz. geol., 24, p. 318—324, nr 6. Warszawa.
- ROSS C. S., SMITH R. L. (1961) — Ash — flow — tuffs; their origin, geologic relations and identification. Geol. Survey Professional Paper 366. Washington.
- RYKA W. (1968) — Wtórne ryolity nadbałtyckiej części Pomorza Zachodniego. Kwart. geol., 12, p. 843—854, nr 4. Warszawa.
- RYKA W., POKORSKI J. (1978) — Mapa skał efuzywnych autunu (tabl. 1). W: Atlas litofacjalno-paleogeograficzny permu obszarów platformowych Polski. Inst. Geol. Warszawa.

- SCHWAB F. L. (1977) — Grandfather Mountain Formation: Depositional environment, provenance and tectonic setting of late Precambrian alluvium in the Blue Ridge of North Carolina. *J. Sed. Petrology*, 47, p. 800—810. Tulsa, Oklahoma.
- WIESER T. (1957) — Charakterystyka petrograficzna albitofirów, porfirów i diabazów z Mrzygłodu w okolicy Zawiercia. *Kwart. geol.*, 1, p. 113—122, nr 1. Warszawa.
- МАЛЕЕВ Е. Ф. (1963) — Вулканокластические горные породы. Гостеолтехиздат. Москва.

Анна МАЛИШЕВСКА, Енджей ПОКОРСКИ

ПИРОКЛАСТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ ОБЖИЦКОГО ЗВЕНА ОТЭНА НА ЗАПАДЕ ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Резюме

Представлена литолого-петрографическая характеристика пирокластической серии отэна выделенной Е. Покорским (1976) как обжицкое звено. Эти породы (мощность до 229,5 м) являются самой верхней частью вулканогенных пород отэна, чаще всего представленных изверженными породами, иногда с пропластками туфов. Они обычно залегают на покровах риолитов или трахиандезитов, реже — непосредственно на отложениях карбона. Залегание пород обжицкого звена представлено на картах (фиг. 1, 2), стратиграфических схемах (фиг. 3) и на корреляционных разрезах (фиг. 4—7). Их петрографическая характеристика дана на классификационных треугольных диаграммах (фиг. 8, 9), а типичные структуры и состав пород показаны на фотографиях (табл. I—XII).

Пирокластические породы обжицкого звена отличаются изменчивой зернистостью, представлены чаще всего агломератово-лапиллиевой и песчанистой литофацией, реже пепловой, местами содержат пропластки мелкозернистых терригенных пород. Главным компонентом крупнозернистых пород являются лапилли риолитов, локально отмечалось наличие обломков трахиандезитов или спекшихся туфов. Песчаная фракция туфов содержит зерна пирогенного кварца, альбита, санидина, биотита и гематитовые псевдоморфозы после мафичных минералов и обломки стекловидной массы. Туффиты содержат кроме того окатанные терригенные зерна кварца, микроклина, тяжелых минералов, а также мусковит, обломки кварцитов и кристаллических сланцев. Цемент состоит из глинистых минералов, главным образом из иллита и хлорита, образовавшихся путем девитрификации стекловидной массы; локально отмечаются смешаннослойные образования монтмориллонит/иллит. В состав цемента входят также кварцевая пыль, гематит, халцедон и автигенный кварц, карбонаты и ангидрит. Песчаные туфы и туффиты отличаются от агломератово-лапилловых только зернистостью, петрографический же состав остается неизменным; они всегда остаются литокристалло-витрокластическими породами. Породы пепловой литофации являются витро-кристаллокластическими, состоят главным образом из глинистого пелита и халцедона, образовавшихся путем девитрификации стекловидной массы. Отмечено наличие как моно- так и полимикритовых туфов; их вид определяется вероятно литологией вулканических конусов и петрографической изменчивостью нижележащих пластов изверженных пород. Обжицкое звено представляет собой литифицированную серию агломератовых потоков и лахаров. Некоторые туфовые пласты состоят только из пирокластического

материала, консолидированного *in situ* в водных бассейнах. Местами растёт содержание терригенного материала, а пропластки вакк, алевролитов и аргиллитов, не содержащие пирокластов указывают на временные перерывы в эруптивной деятельности.

Породы обжицкого звена испытали интенсивное гидротермальное воздействие, связанное с постэруптивной фазой отэнского вулканизма, т.е. подверглись процессам девирификации и неоморфизма вулканического стекла, локально бентонитизации, карбонатизации и силификации. Породы были преобразованы неравномерно, иногда слабо, а некоторые пласты пепловых туфов в результате инфильтрации минеральных растворов являются в настоящее время известняками, доломитами или роговиками.

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI

PYROCLASTIC ROCKS OF THE OBRZYCKO MEMBER (AUTUNIAN) IN WESTERN PART OF THE POLISH LOWLANDS

Summary

The paper presents lithological-petrographic characteristics of Autunian pyroclastic series differentiated as the Obrzycko member by J. Pokorski (1976). These rocks, up to 229.5 m thick, represent the uppermost part of Autunian volcanogenic series comprising effusive rocks with some tuff intercalations. They usually overlay rhyolites and trachyandesites or, sometimes, they rest directly on the Carboniferous. Maps (Figs. 1—2), stratigraphic columns (Fig. 3) and correlative profiles (Figs. 4—7) show distribution of the Obrzycko member. Classification triangles (Figs. 8—9) show petrographic character of these deposits, and photographs (Tables I—XII) — typical structures and components.

Pyroclastic rocks of the Obrzycko member are variable in granulation. They usually represent agglomeratic-lapilli and sandstone or, sometimes, ash lithofacies. Intercalations of fine-grained terrigenous rocks are sometimes found. Coarse-grained rocks mainly consist of rhyolite lapilli and, sometimes, debris of trachyandesites or welded tuffs. Sandy fraction of tuffs comprises pyrogenic quartz grains, albite, sanidine, biotite and hematite pseudomorphoses after mafic minerals and glass fragments. Tuffites also contain rounded grains of terrigenous quartz, microcline, heavy minerals, muscovite, and debris of quartzites and crystalline schists. Cement is made of clay minerals (mainly illite and chlorite) coming from devitrification of glass. Mixed montmorillonite/illite packets are also sometimes found. Other components of cement include quartz dust, hematite, chalcedony and authigenic quartz, carbonates, and anhydrite. Sandstone tuffs and tuffites differ from agglomeratic-lapilli ones only in granulation whereas petrographic composition is the same and all the rocks are lithocrystallo-vitroclastic. Rocks of the ash lithofacies belong to vitroclastic or vitrocrytalloclastic, mainly consisting of clay pelite and chalcedony coming from devitrification of glass. Both mono- and polyimictic tuffs are present here, presumably depending on lithology of volcanic cones and petrographic variability of underlying covers of intrusive rocks. The Obrzycko member

represents a series of lithified deposits of agglomeratic streams and lahars. Some tuff layers are made only of pyroclastic material consolidated in situ in water reservoir. An increased content of terrigenous material and the presence of intercalations of wackes, siltstones and claystones without pyroclastic material, found in some places, indicate breaks in volcanic activity.

Rocks of the Obrzycko member underwent intense hydrothermal alterations connected with post-eruptive phase of Autunian volcanism, i. e. devitrification and neomorphism of volcanic glass and, in some places, bentonitization, carbonatization and silification. Alteration of rock material varied in space, becoming weak in some places but some ash tuff layers turned into limestones, dolomites or flints in result of infiltration of mineral solutions.

TABLICA I

Fig. 10. Tufit aglomeratowy warstwowany tufitem piaskowcowym. Dość dobre obtoczenie litoklastów. Września IG1, próbka nr 62, głęb. 4537,7 m, naszlif, pow. 0,5 ×

Agglomeratic tuffite stratified with sandstone tuffite. Lithoclasts fairly well rounded. Września IG 1 borehole, sample no. 62, depth 4537,7 m, polished section, × 0,5

Fig. 11. Tufit aglomeratowy warstwowany tufitem piaskowcowym. Liczne ostrokrawędziste formy litoklastów. Września IG1, próbka nr 70, głęb. 4779,1 m, naszlif, pow. 0,5 ×

Agglomeratic tuffite stratified with sandstone tuffite. Numerous angular lithoclasts. Września IG1 borehole, sample no. 70, depth 4779.1 m, polished section, × 0.5

Fig. 12. Tufit aglomeratowo-piaskowcowy. Widoczne liczne okruchy migdałowców. Września IG1, próbka nr 127, głęb. 4884,0 m, naszlif, pow. 0,7 ×

Agglomeratic-sandstone tuffite. Note numerous fragments of amygdaloids. Września IG1 borehole, sample no. 127, depth 4884.0 m, polished section, × 0.7

Fig. 13. Tufit aglomeratowo-brekcjowy. Września IG1, próbka nr 130, głęb. 4885,9 m, naszlif, pow. 0,5 ×

Agglomeratic-breccia tuffite. Września IG1 borehole, sample no. 130, depth 4885.9 m, polished section, × 0.5

TABLICA II

Fig. 14. Tufit aglomeratowy. Widoczne okruchy ryolitów i półobtoczony kwarc terygeniczny w masie wypełniającej. Września IG1, próbka nr 62, głęb. 4762,2 m, bez analizatora, pow. 20 ×

Agglomeratic tuffite. Note debris of rhyolites and somewhat rounded grains of terrigenic quartz in groundmass. Września IG1 borehole, sample no. 62, depth 4762.2 m, no analyser, × 20

Fig. 15. Tufit aglomeratowo-piaskowcowy. Widoczne podłużne okruchy ilowców karbońskich. Września IG1, próbka nr 98, głęb. 4842,2 m, bez analizatora, pow. 20 ×

Agglomeratic-sandstone tuffite. Note elongate fragments of Carboniferous claystones. Września IG1 borehole, sample no. 98, depth 4842.2 m, no analyser, × 20

TABLICA III

Fig. 16. Tuf piaskowcowy, gruboziarnisty typu arenitu litycznego. Cement kalcytowy, brak matrix. Nowy Tomyśl 1, próbka nr 58, głęb. 2940,7 m, bez analizatora, pow. 50 ×

Coarse-grained sandstone tuff of the lithic arenite type. Calcite cement, no matrix. Nowy Tomyśl 1 borehole, sample no. 58, depth 2940.7 m, no analyser, × 50

Fig. 17. Tufit piaskowcowo-lapillowy. Widoczna tekstura równoległa, zaznaczona poziomym ułożeniem smug substancji ilastej i żelazistej. Obrzycko 1, próbka nr 36b, głęb. 4313,7 m, bez analizatora, pow. 10 ×

Sandstone-lapilli tuffite. Note parallel texture marked by horizontal arrangement of streaks of clay and ferruginous matter. Obrzycko 1 borehole, sample no 36b, depth 4313.7 m, no analyser, × 10

TABLICA IV

Fig. 18. Tufit popiołowo-lapillowy. W ilasto-krzemionkowym tle skalnym tkwią okruchy ryolitów i kwarcu. Obrzycko 1, próbka nr 12, głęb. 4299,2 m, nikole skrzyżowane, pow. 10 ×

Ash-lapilli tuffite. Fragments of rhyolites and quartz are embedded in clay-siliceous groundmass. Obrzycko 1 borehole, sample no. 12, depth 4299.2 m, crossed nicols, × 10

Fig. 19. Zbentonizowany tufit popiołowo-piaskowcowy. W tle ilastym tkwią piroklastyczne ziarna kwarcu, skaleni i biotyty. Września IG 1, próbka nr 136, głęb. 4888,9 m, bez analizatora, pow. 50 ×

Bentonitized ash-sandstone tuffite. Pyroclastic grains of quartz, feldspars and biotite are embedded in clay groundmass. Września IG 1 borehole, sample no. 136, depth 4888.9 m, no analyser, × 50

TABLICA V

Fig. 20. Okruch ryolitu brunatnego w tufie aglomeratowym. Obrzycko 1, próbka nr 26, głęb. 4307,0 m, bez analizatora, pow. 10 ×

Fragment of brown rhyolite embedded in agglomeratic tuff. Obrzycko 1 borehole, sample no. 26, depth 4307.0 m, no analyser, × 10

Fig. 21. Okruch ryolitu zielonego w tuficie. Tło skalne złożone jest głównie z illitu i krzemionki, fenokryształy należą do kwarcu i biotyty. Września IG 1, próbka nr 112, głęb. 4865,7 m, bez analizatora, pow. 20 ×

Fragment of green rhyolite in tuffite. Groundmass made mainly of illite and silica; quartz and biotite phenocrysts are present. Września IG 1 borehole, sample no. 112, depth 4865.7 m, no analyser, × 20

TABLICA VI

Fig. 22. Okruch zielonego ryolitu perlitowego w tuficie, tło skalne illitowo-krzemionkowe, j.w. Września IG 1, próbka nr 132, głęb. 4886,9 m, nikole skrzyżowane, pow. 20 ×

Fragment of green perlitic rhyolite in tuffite. Illitic-siliceous groundmass as above. Września IG 1 borehole, sample no. 132, depth 4886.9 m, crossed nicols, × 20

Fig. 23. Fragment tufu spieczonego w tufie piaskowcowym. Obrzycko 1, próbka nr 22, głęb. 4304,6 m, bez analizatora, pow. 120 ×

Fragment of welded tuff in sandstone tuff. Obrzycko 1 borehole, sample no. 22, depth 4304.6 m, no analyser, × 120

TABLICA VII

Fig. 24. Fragment przeobrażonego trachyandezytu w tuficie. Widoczne fenokryształy piroksenów i tło skalne złożone z listewek skaleni. Września IG 1, próbka nr 127, głęb. 4884,0 m, bez analizatora, pow. 20 ×

Fragment of altered trachyandesite in tuffite. Note phenocrysts of pyroxenes and groundmass consisting of feldspar ledges. Września IG 1 borehole, sample, no. 127, depth 4884.0 m, no analyser, × 20

Fig. 25. Okruch migdałowca w tuficie. Migdały wypełnione są chalcedonem i kwarcem. Września IG 1, próbka nr 130, głęb. 4885,9 m, nikole skrzyżowane, pow. 20 ×

Fragment of amygdaloid in tuffite. Amygdals filled with chalcedony and quartz. Września IG 1 borehole, sample no. 130, depth 4885.9 m, crossed nicols, × 20

TABLICA VIII

Fig. 26. Relikt silnie przeobrażonego ryolitu perlitowego, złożony głównie z illitu i krzemionki. Września IG 1, próbka nr 121, głęb. 4875,9 m, nikole skrzyżowane, pow. 40 ×

Relic of strongly altered perlitic rhyolite mainly consisting of illite and silica. Września IG 1 borehole, sample no. 121, depth 4875.9 m, crossed nicols, × 40

Fig. 27. Spłaszczony relik przeobrażonego ryolitu zielonego, perlitowego. Obrzycko 1, próbka nr 47, głęb. 4322,8 m, nikole skrzyżowane, pow. 40 ×

Flattened relic of altered green perlitic rhyolite. Obrzycko 1 borehole, sample no. 47, depth 4322.8 m, crossed nicols, × 40

TABLICA IX

Fig. 28. Tufit złożony z relików ryolitów zielonych i piroklastycznego kwarcu. Września IG 1, próbka nr 133, głęb. 4887,9 m, bez analizatora, pow. 50 ×

Tuffite consisting of relics of green rhyolites and pyroclastic quartz. Września IG 1 borehole, sample no. 133, depth 4887.9 m, no analyser, × 50

Fig. 29. Idiomorficznie wykształcony piroklast kwarcu w tuficie

Idiomorphic pyroclast of quartz in tuffite

TABLICA X

Fig. 30. Kwarc piroklastyczny ze śladami silnej korozji termicznej w tufie pias-
kowcowo-popiołowym. Obrzycko 1, próbka nr 46, głęb. 4322,6 m, bez analizatora,
pow. 40 ×

Pyroclastic quartz with traces of strong thermal corrosion in sandstone-ashy tuff.

Obrzycko 1 borehole, sample no. 46, depth 4322.6 m, no analyser, × 40

Fig. 31. Okruch sanidynu w tufie lapillowym. Widoczne częściowe przeobrażenie
i spękanie ziarna. Obrzycko 1, próbka nr 38, głęb. 4318,5 m, bez analizatora,
pow. 50 ×

Fragment of sanidine in lapilli tuff. Note a partial alteration and fracturing of
grain. Obrzycko 1 borehole, sample no. 38, depth 4318.5 m, no analyser, × 50

TABLICA XI

Fig. 32. Piroklastyczne skalenie w tuficie. Września IG 1, próbka nr 126, głęb.
4884,0 m, nikole skrzyżowane, pow. 50 ×

Pyroclastic feldspars in tuffite. Września IG 1 borehole, sample no. 126, depth
4884.0 m, crossed nicols, × 50

Fig. 33. Piroklastyczny biotyt w tufie piaszkowym. Nowy Tomyśl 1, próbka
nr 60, głęb. 2940,7—2950,0 m, bez analizatora, pow. 50 ×

Pyroclastic biotite in sandstone tuff. Nowy Tomyśl 1 borehole, sample no. 60,
depth 2940.7—2950.0 m, no analyser, × 50

TABLICA XII

Fig. 34. Zdewitryfikowane szkliwo wulkaniczne w spoiwie tufitu. Września IG 1,
próbka nr 133, głęb. 4887,9 m, nikole skrzyżowane, pow. 50 ×

Devitrified volcanic glass in tuffite matrix. Września IG 1 borehole, sample
no. 133, depth 4887.9 m, crossed nicols, × 50

Fig. 35. Tufit popiołowy, widoczne inicjalne stadium bentonityzacji. Września IG 1,
próbka nr 128, głęb. 4884,6 m, nikole skrzyżowane, pow. 50 ×

Ash tuffite. Note initial stage of bentonitization. Września IG 1 borehole, sample
no. 128, depth 4884.6 m, crossed nicols, × 50

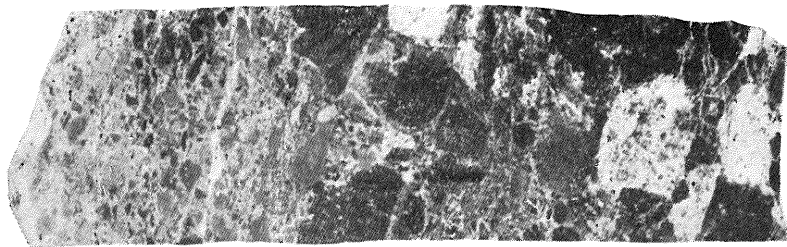


Fig. 13

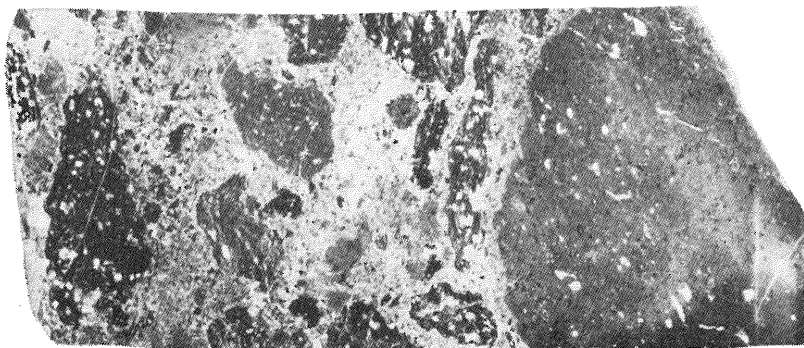


Fig. 12

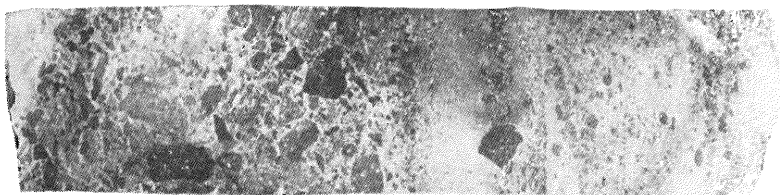


Fig. 11

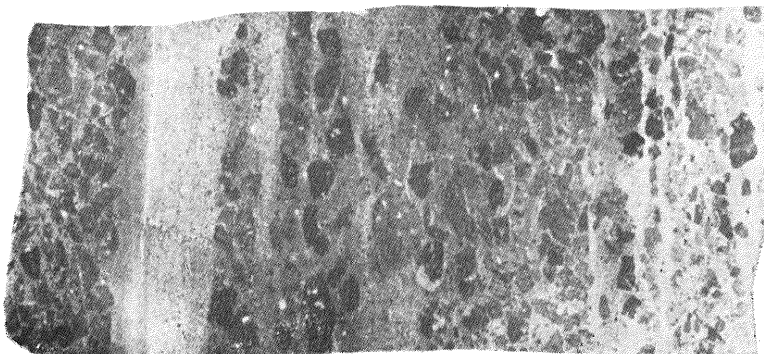


Fig. 10

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Nizu Polskiego

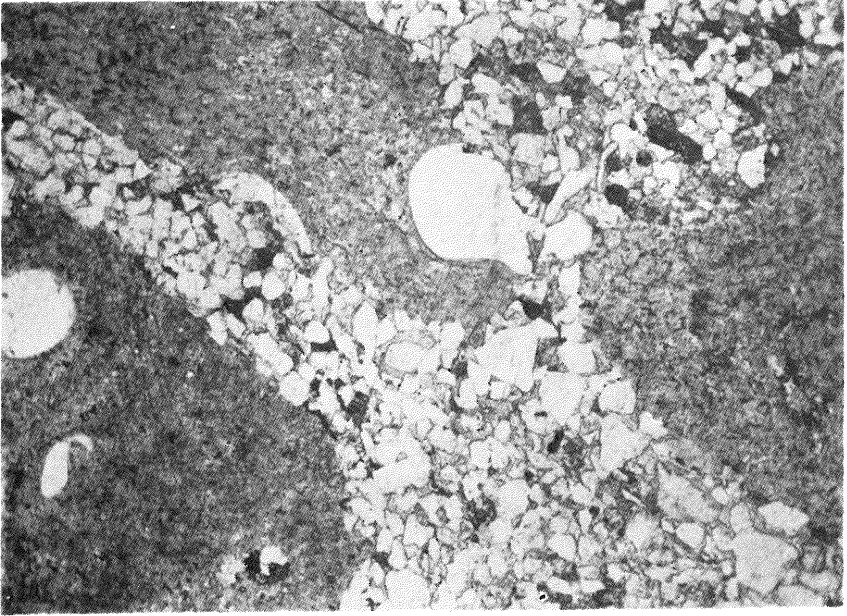


Fig. 14

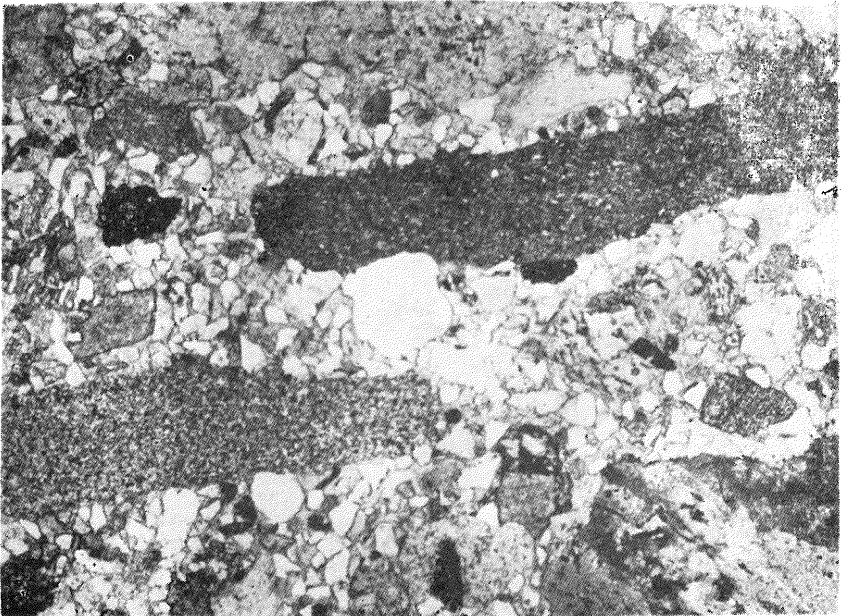


Fig. 15

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego

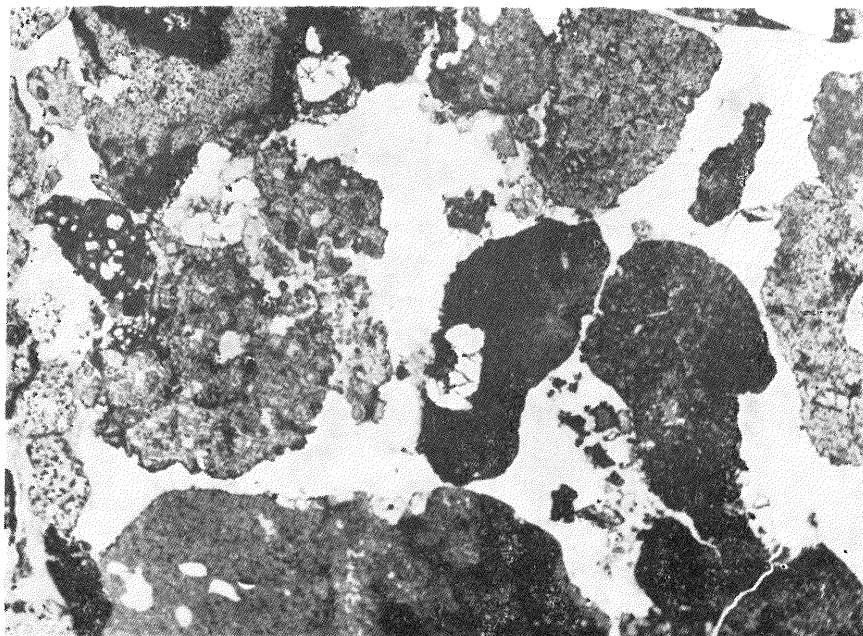


Fig. 16

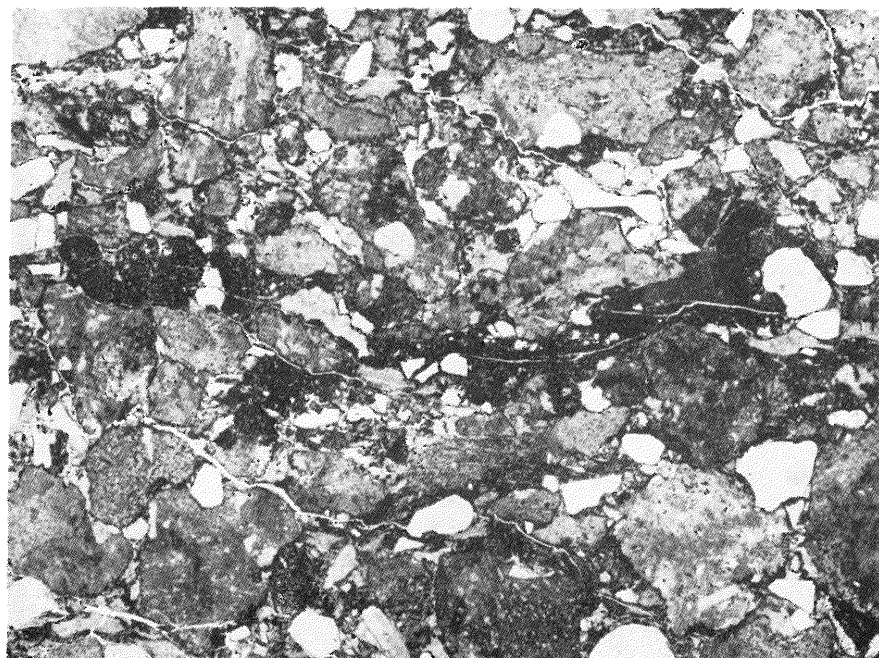


Fig. 17

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego

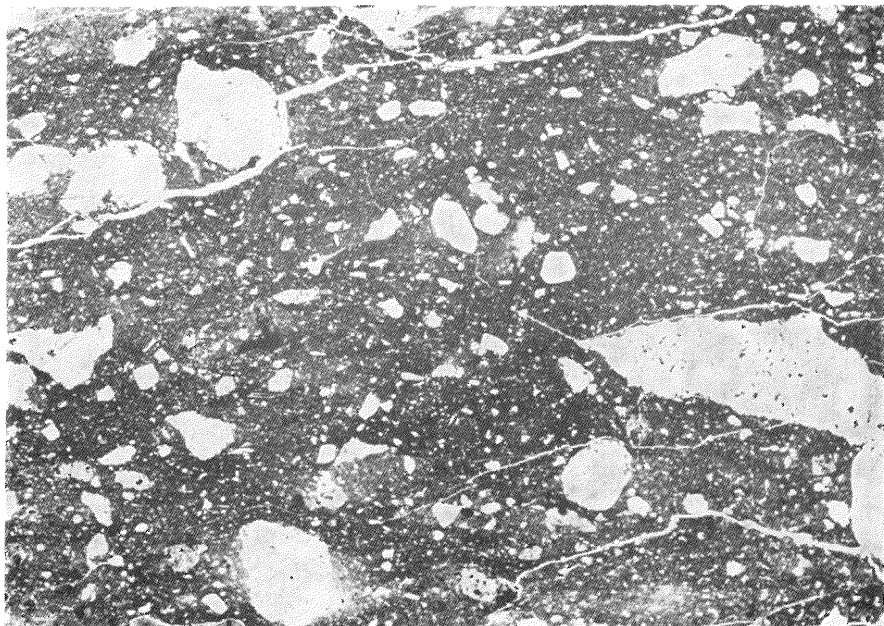


Fig. 18

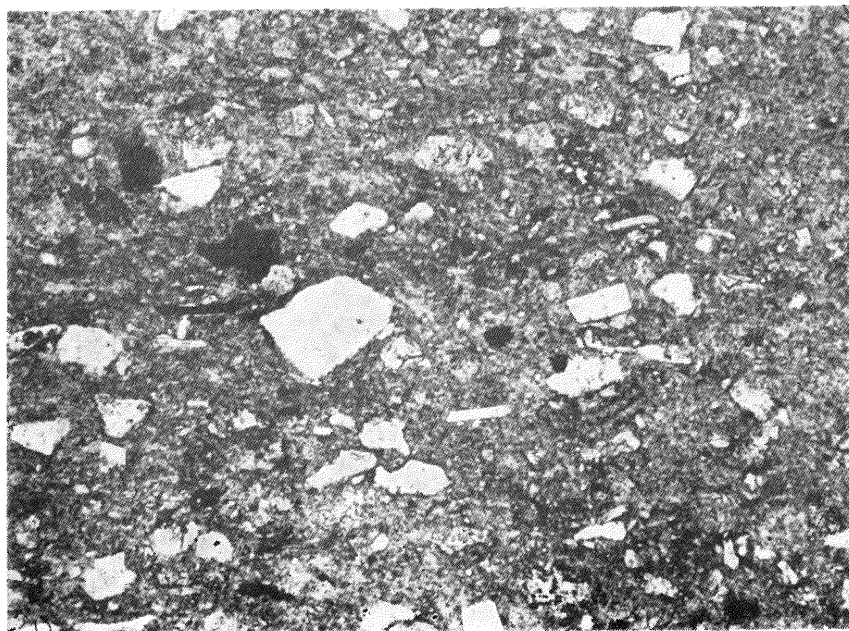


Fig. 19

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego

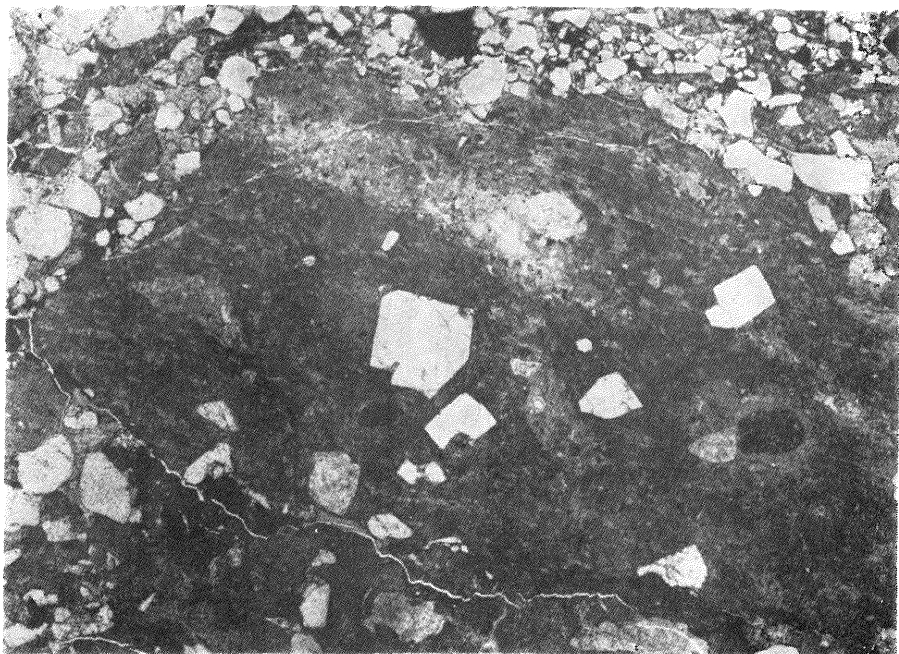


Fig. 20

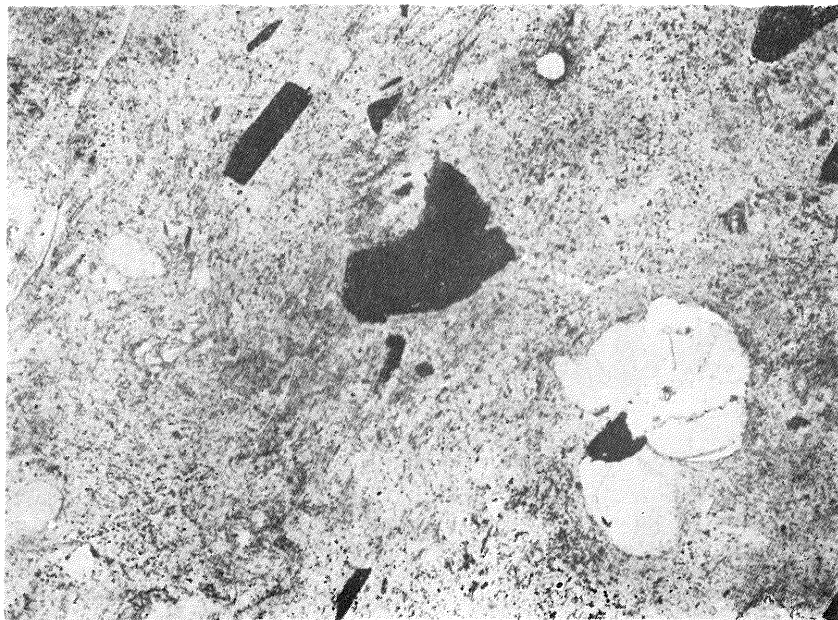


Fig. 21

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego

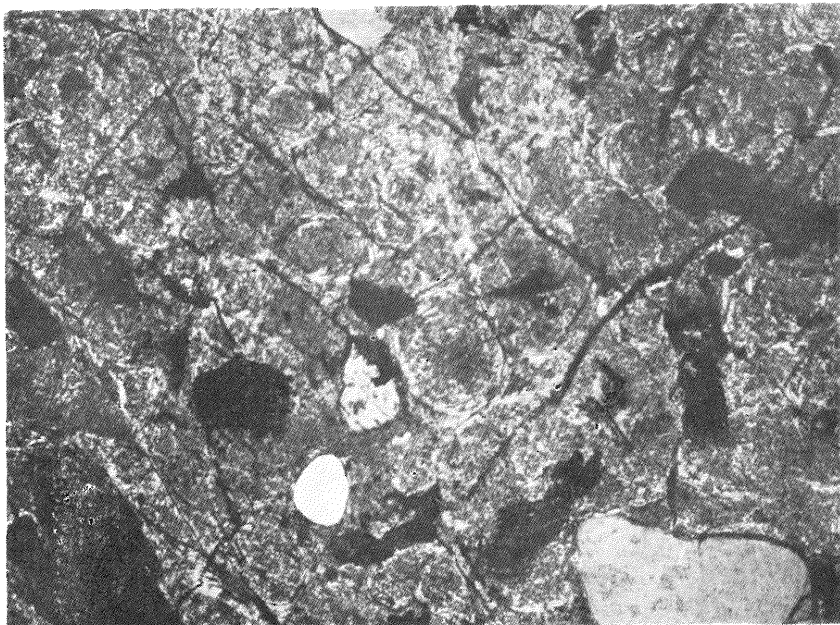


Fig. 22



Fig. 23

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego

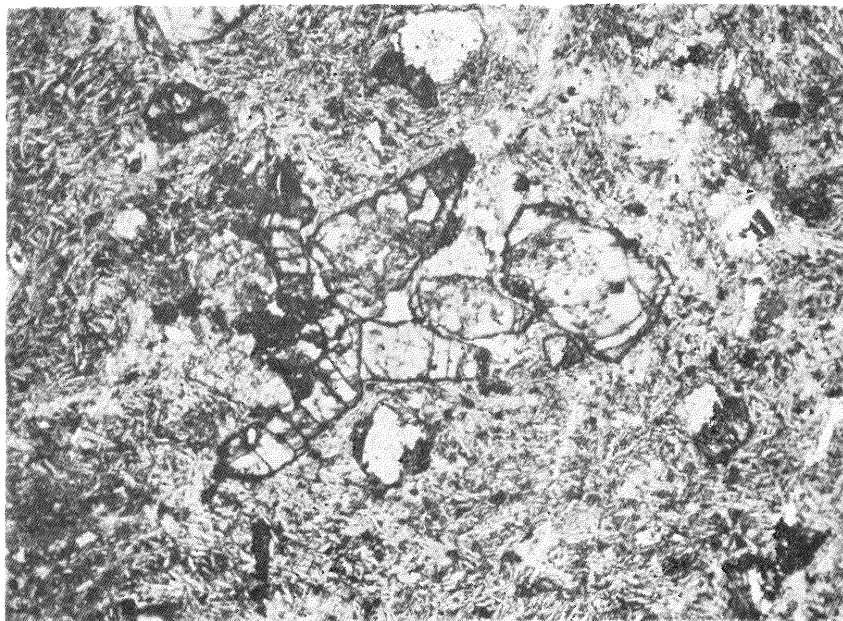


Fig. 24

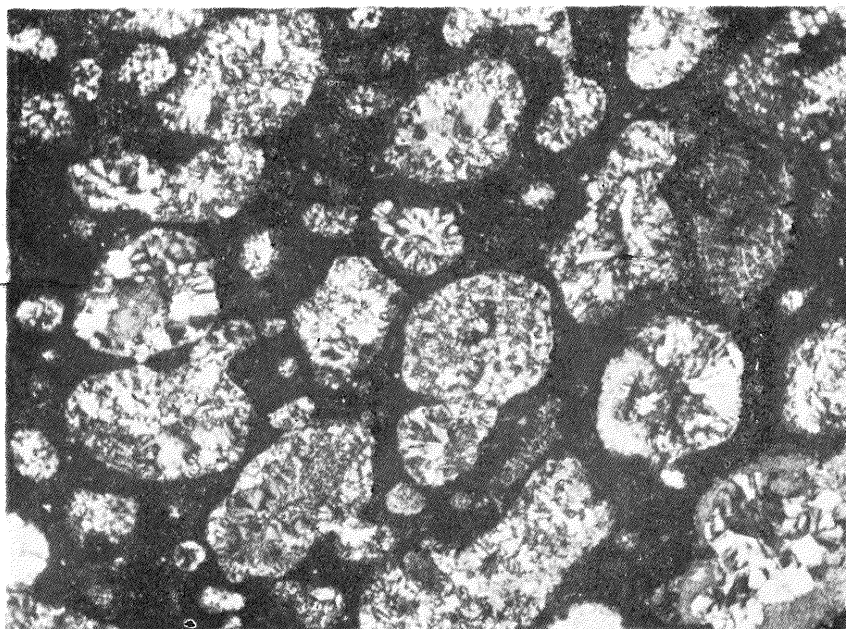


Fig. 25

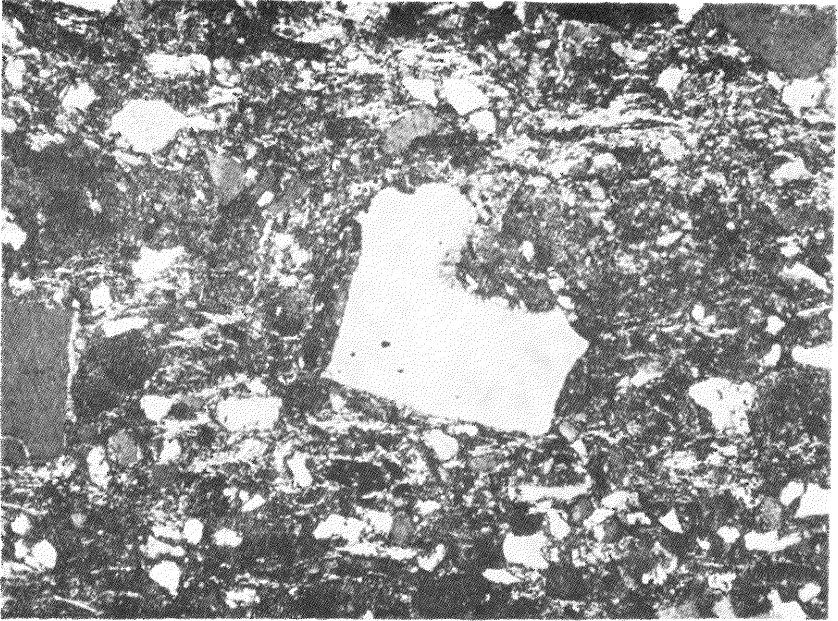


Fig. 30

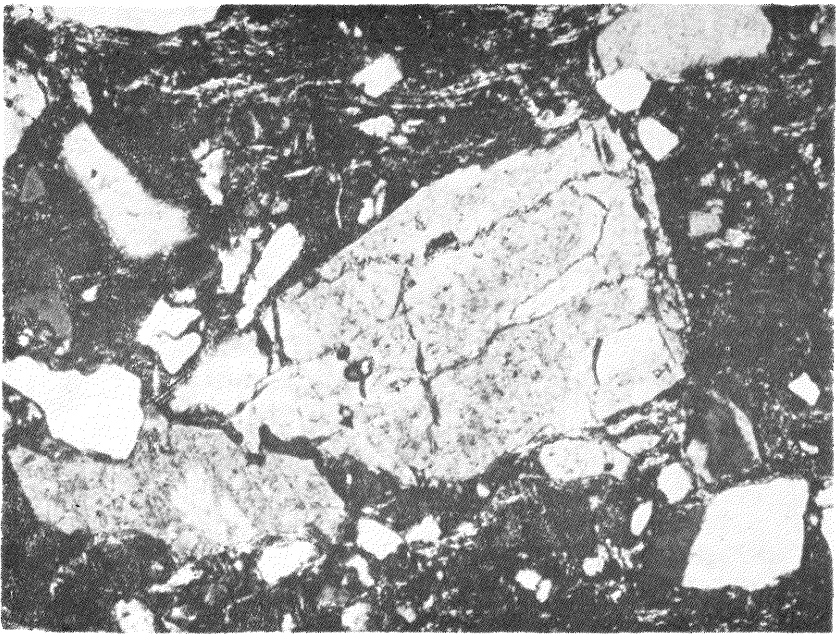


Fig. 31

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego



Fig. 32

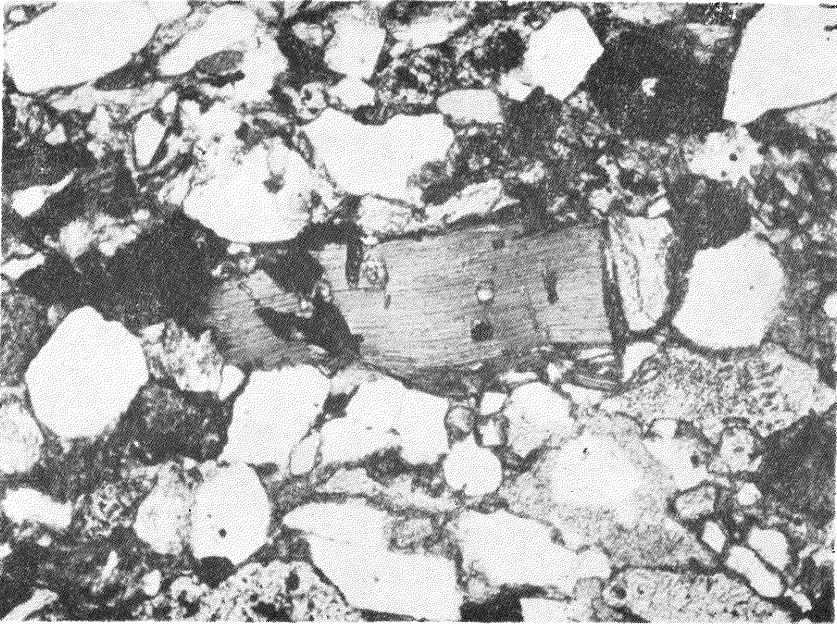


Fig. 33

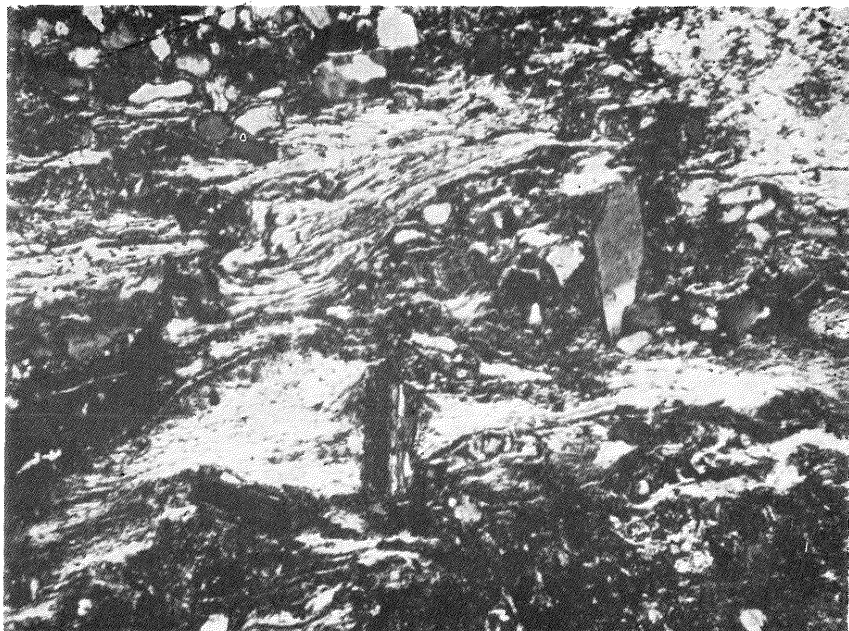


Fig. 34

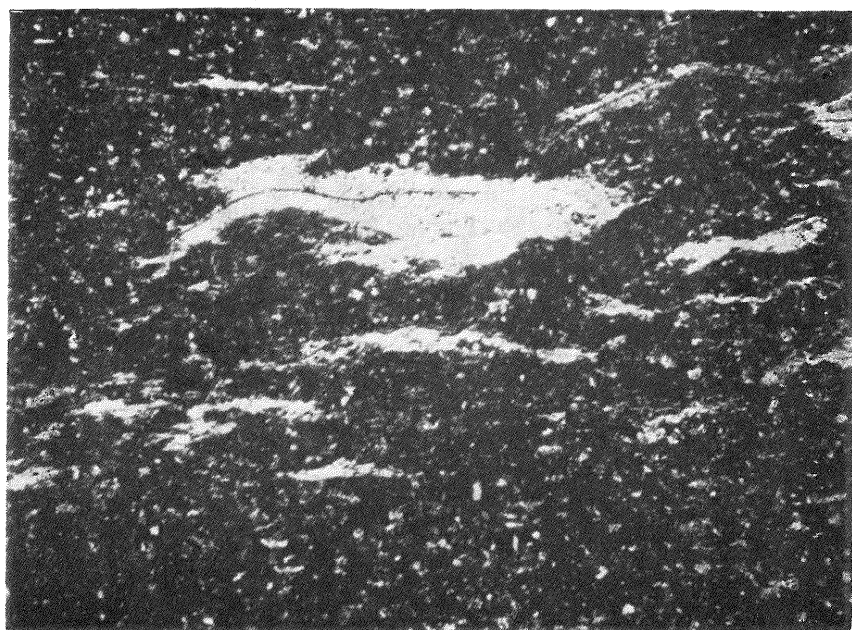


Fig. 35

Anna MALISZEWSKA, Jędrzej POKORSKI — Piroklastyczne skały ogniwa obrzyckiego autunu w zachodniej części Niżu Polskiego