

*Wielce szanownemu, Oczigodnemu Prof. M. Salswiczowi*

*W upominku od autora.*

**PRACE**  
Polskiego Instytutu Geologicznego  
T. I. Zeszyt 1.

**TRAVAUX**  
du Service Géologique de Pologne  
Vol. I. Livraison 1.

J. MOROZEWICZ.

# O technicznej wartości andezytów Krościenka i Szczawnicy.

(Z 1 rysunkiem w tekście i 2 tablicami fototypów).

# Sur la valeur technique des andésites de Krościenko et de Szczawnica.

(Avec 1 figure dans le texte et 2 planches des phototypes).



WARSZAWA — VARSOVIE.

1921.

2168



PRACE  
Polskiego Instytutu Geologicznego

T. I.

Zeszyt 1.

TRAVAUX  
du Service Géologique de Pologne

Vol. I.

Livraison 1.

J. MOROZEWICZ,

# O technicznej wartości andezytów Krościenka i Szczawnicy.

(Z 1 rysunkiem w tekście i 2 tablicami fototypów).

# Sur la valeur technique des andésites de Krościenko et de Szczawnica.

(Avec 1 figure dans le texte et 2 planches des phototypes).



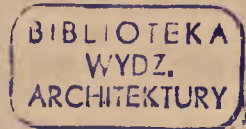
551 (438)

WARSZAWA — VARSOVIE.

1921.

Nakładem Polskiego Państwowego Instytutu Geologicznego.

Redagował J. Morozewicz.



6198

---

Zakłady Drukarskie Tow. „Rozwój”. Sp-ka z ogr. por., Zielna 47.

ZAKUPIONE ZE ZBIORÓW  
Ś. p. prof. M. LALEWICZA

J. MOROZEWICZ.

## O-technicznej wartości andezytów Krościenka i Szczawnicy. —

### Sur la valeur technique des andésites de Krościenko et de Szczawnica.

(Z 1 rysunkiem w tekście i 2 tablicami fototypów. — Avec 1 figure dans le texte et 2 planches des phototypes).

Skały wybuchowe typu andezytowego występują w okolicy Krościenka i Szczawnicy w kilku punktach. Zaczynając od północo-zachodu, jedno z największych obnażeń spotykamy w Kluszkowcach (3 km na Pn. od Czorsztyna) na górze Wżar (768 m) i jej wschodnich stokach. Dalej na wschód andezyt ukazuje się w potoku Krośnicy, w górnej części wsi tejże nazwy, w podnóżu zachodnim góry Sołtysiej (727 m). W obrębie samego Krościenka andezyt został znaleziony w dolinach trzech potoków, wpadających do Dunajca od północo-wschodu, a w obrębie Szczawnicy Niżniej — we wpadającym do Dunajca od północy potoku Skotnickim na wschodnim zboczu góry Cisowej (611 m). W Szczawnicy Wyżniej, na Pn.-Z. od zakładu leczniczego, wznosi się znana kuracjom góra Bryjarka, której południowe i południowo-wschodnie stoki składają się ze skały wybuchowej pokrewnej petrograficznie andezytom. Na pograniczu Szczawnicy W. ze Szlachtową, na południowym brzegu potoku szczawnickiego, wznoszą się góry Malinowa i Jarmuta (773 m), które również zawierają w masie swej wtrącenia skał, podobnych do występującej na Bryjarce. Na wschód od Szlachtowej mamy jeszcze niewielką wychodnię skały wybuchowej w t. zw. Pałkowskim potoku. Wszystkie wymienione punkty leżą na wspólnym pasie, ciągnącym się od PnZ. (g. Wżar) ku PdW (Szlachtowa \*).

Geologicznie rzeczy biorąc, wszystkie powyżej wymienione obnażenia są iniekcjami lawy andezytowej, wciśniętymi siłą prężności wulkanicznej w otaczające je skały osadowe, a mianowicie w piaskowce i łupki dolnotrzeciorzędowe (paleogeńskie) lub w piaskowce górnokredowe. Forma tych iniekcji jest po największej części żyłowa (t. j. prostolinijna), tylko obnażenia, wy-

\*) Szczegółowy opis obnażeń andezytów polskich podał p. S. Małkowski w rozprawie poprzedzającej (str. 1) niniejszego zeszytu „Prac P. I. G.“ Porównaj także załączoną tamże mapkę okolic Krościenka i Szczawnicy, na której wskazano wychodnie skał, tu nas interesujących (str. 7).

stępujące na Wżarze i Bryjarce, należy raczej uważać za t. zw. lakkolity, t. j. większe bochenkowate masy iniekeyjne.

Pod względem zastosowań praktycznych skały wulkaniczne, a wśród nich andezyty i ich krewniaki, należą wogóle do najlepszych materiałów, używanych w technice budowlanej. Ale mogą one posiadać — w pewnych granicach — wartość zmienną, zależnie od swojego składu mineralnego, od budowy elementów skałotwórczych, od stanu ich zachowania i wielu innych momentów, które należy zbadać i rozważyć. Przy ocenie wartości technicznej kamieni budowlanych bierze się także pod uwagę ich położenie topograficzne, dostępność oraz miąższość tych pokładów lub mas skalnych, z których kamień ma być czerpany.

Jeżeli, przedewszystkiem, z tego ostatniego punktu widzenia rozpatrzymy nasze andezyty krościeńskie i szczawnickie, to się odrazu okaże, że nie wszystkie powyżej wymienione obnażenia mają jednakową wartość praktyczną, choćby nawet pod względem petrograficznym nie różniły się zasadniczo. Możemy bowiem poza nawias naszych dalszych rozważań usunąć te z nich, które *ceteris paribus* są niedogodnie położone lub zgoła niedostępne, albo których masa jest zbyt mała, by mogła być brana pod uwagę przy zakładaniu kamieniołomów na większą skalę. Pominiemy więc wszystkie wychodnie andezytów, leżące na prawym boku Dunajca w odcinku Krościenko-Szczawnica Niżnia, z wyjątkiem żyły, występującej w dolinie potoku Zakijowskiego, wpadającego do Dunajca w samym Krościenku, gdyż tam istnieje już lom, połączony z miasteczkiem drogą jezdną. Na terytorjum Szczawnicy uwzględnimy tylko lakkolit Bryjarki, którego położenie w zbyt blizkiem sąsiedztwie zakładu kąpielowego nie jest dla eksploatacji dodatnie, ale którego pokaźna masa i jakość materiału nie mogą nie zwrócić na siebie baczniejszej uwagi. Z obnażeń, występujących na zachód Krościenka, zajmiemy się tylko lakkolitem Wżaru, z którym inne obnażenia tej okolicy nie mogą równać się ani pod względem masy i jakości, ani też pod względem dogodności położenia topograficznego. Naogół zatem będziemy w dalszym ciągu zajmować się tylko trzema wychodniami andezytów: 1. lakkolitem Wżaru, 2. żyłą potoku Zakijowskiego i 3. lakkolitem Bryjarki.

### Lakkolit Wżaru.

W odległości około 8,5 km na ZPnZ od Krościenka, 2,5 km na Pn od Czorsztyna (i Dunajca), oraz 21,5 km od stacji kolejowej w Nowym Targu rozsiadła się wielka masa wybuchowa w postaci płaskostożkowej góry Wżar (768 m), której zbocza spadają do dwu dolin: północno-zachodnie stromo — w dolinę Kluszkowianki, wschodnie zaś, znacznie łagodniejsze i rozleglejsze — w dolinę potoku Krośnickiego. Od Pd. Wżar sięga łagodnymi stokami do bitego gościńca, łączącego Krościenko z Nowym Targiem z jednej, a Nowym Sączem z drugiej strony. Wżar, jako całość morfologiczna, jako góra, ma około 7 km<sup>2</sup> obszaru. Na znacznej części tej przestrzeni występuje bezpośrednio na powierzchni andezyt, który tworzy sam szczyt góry, jej zbocza zachodnie i południowe, a na stokach wschodnich ukazują się w wielu punktach

z pod ziemi rodzajnej. Obnażenia andezytu odosobnione spotykamy, idąc na wschód, aż do samego potoku Krośnickiego, do wznoszącej się na lewym jego brzegu góry Sołtysiej (727 m.). Gdybyśmy usunęli z południowych i wschodnich stoków Wzaru niegrubą tu wogóle warstwę gleby do poziomu gościńca Czorsztyńsko-Krościeńskiego, t. j. do poziomu 653 m, to ujrzelibyśmy prawdopodobnie ciągłą masę skały litej, wybuchowej. Jest to więc, niewątpliwie, jeden z największych masywów wulkanicznych w naszym kraju.

Jak to wypływa z moich dawnych spostrzeżeń z r. 1889, sprawdzonych następnie w roku 1916 podczas wycieczki, odbytej wspólnie z inżynierem K. Górkim, w lakkolicie wżarskim dają się łatwo odróżnić trzy odmiany kamienia:

I. odmiana ciemno-szara, prawie niebiesko-czarna, występuje w luźnych bryłach z pod gleby na płdn.-wschodnich zboczach Wzaru i podchodzi pod środkowy grzbiet góry;

II. odmiana brunatno-żółtawo-szara, z której zbudowany jest główny grzbiet Wzaru, odsłania się najobficiej na jego stokach PnZ i tworzy prawdopodobnie przeważną część lakkolitu;

III. odmiana jasno-niebieskawo-popielata tworzy na Pd. od głównego szczytu osobny niewielki pagórek, przypierający bezpośrednio do gościńca Krościeńskiego. Odmiana ta jest na niewielką skalę eksploatowana.

W r. 1917, wobec zamierzonego otwarcia łomów andezytowych na górze Wżar, zostały tu wykonane z ramienia magistratu miasta król. Nowy Sącz roboty poszukiwawcze, które miały na celu głównie oznaczenie powierzchni, zajmowanej przez pierwszą technicznie najbardziej interesującą odmianę andezytu wżarskiego (Wżar I). Roboty polegały na przekopaniu dwu rowów w glebie, pokrywającej południowe zbocza góry, aż do głębokości, na której zaczyna się lita skała, t. j. do  $\pm 1$  m pod powierzchnią góry. Jeden z tych rowów przechodził przez kotę 715 m i biegł wzdłuż głównego grzbietu Wzaru w kierunku WSW  $260^\circ$ , drugi, do pierwszego prostopadły, ciągnął się w kierunku NWN  $350^\circ$  pod sam środkowy szczyt Wzaru (środek gł. grzbietu). Pierwszy rów miał długości 112 m, drugi — tylko 30 m. W rowie podłużnym, zaczynając od jego końca wschodniego, natrafiono naprzód na piaskowiec fliszowy łupkowaty, występujący na przestrzeni pierwszych 18 m, wyraźnie uławicony, zapadający ku SE  $160^\circ$  pod kątem  $30^\circ$ , a więc otulający z tej strony lakkolit andezytowy. Z pod tego piaskowca wyłania się andezyt odmiany drugiej (Wżar II), który widoczny jest w pomienionym rowie do 55-go metra jego długości, ustępując tu miejsca odmianie ciemnej (Wżar I), ciągnącej się ku zachodowi aż do końca rowu, t. j. na przestrzeni 57 m. Ponieważ rów podłużny kończy się w pobliżu naturalnych odsłonień odmiany „Wżar II“, przyjąć przeto możemy, że odmiana „Wżar I“ występuje w poziomie koty 715 m na przestrzeni około 60 m. Rów poprzeczny na całej swej długości przechodzi w odmianie „Wżar I“, która rozpościera się zatem co najmniej od koty 715 m aż do samego grzbietu środkowego góry, t. j. do koty 768 m, gdzie ją już można oglądać w naturalnych odkrywkach (porównaj fig. 1).

Z tego wszystkiego wynika, że na południowej stronie Wzaru odmiana ciemna andezytu została skonstatowana na powierzchni co najmniej 1.800 do

2.000 m<sup>2</sup>. Wylania się ona najwidoczniej z pod odmiany „Wżar II“, której największe masy skupiają się na zachodnim i pñn.-zachodnim grzbiecie Wżaru.

W rowach, o których mowa, wykonano ponadto 3 wiercenia „diamentowe“: dwa w rowie podłużnym, jedno — w poprzecznym. Każde z tych wierceń założono w odmiennej skale, a mianowicie: w andezycie „Wżar I“, „Wżar II“ i we fliszu. Oto pokrótce zebrane wyniki tych wierceń.

1. Otwór w andezycie „Wżar I“ (rów poprzeczny, pod szczytem) pogłębiono zaledwie do 7.6 m. Dowiódł on, że powierzchniowe partje tego ande-

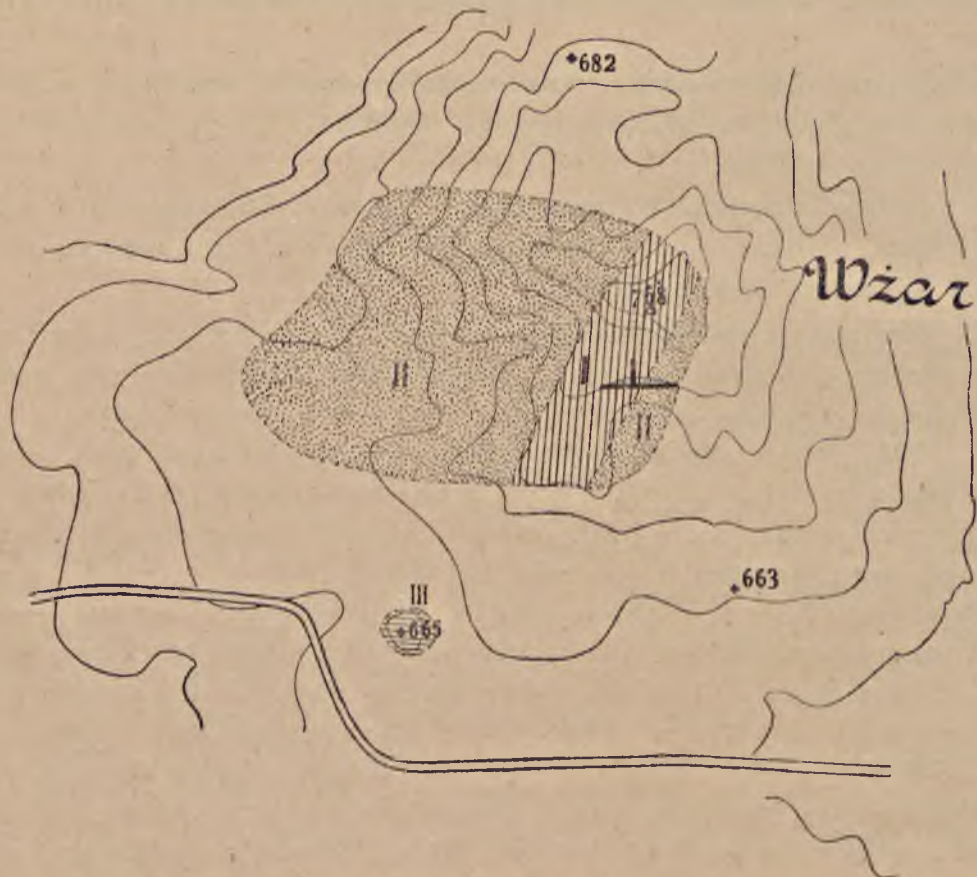


Fig. 1. Góra Wżar z przybliżonem oznaczeniem trzech odmian andezytu (I — III).

Skala: 1:10.000.

zytu składają się wprawdzie z bardzo świeżych, ale luźnych bloków, co bardzo niekorzystnie wpływało na przebieg samego wiercenia. Najdłuższy „rdzeń“ andezytu, otrzymany w tym otworze, mierzył tylko 8 cm.

2. Otwór drugi wykonano w andezycie „Wżar II“, który jest stosunkowo mało spękany, ale zato jest dość mocno nadwietrzały; największa długość „rdzenia“ wynosiła 17 cm.

3. Otwór trzeci, założony w poziomie 2-go, przeszedł w piaskowcu fliszowym 15.8 m, poczem trafił na andezyt odmiany „Wżar II“, w którym przebił jeszcze 4 m. Najdłuższy „rdzeń“ piaskowca miał 25 cm, andezytu—10 cm.

Ten ostatni otwór posiada pewne znaczenie teoretyczne, dowodzi bowiem, że andezyty Wżaru nie tworzą „żyły“ o ścianach równych i pionowych, lecz—



masę stożkowatą, kopiastrą, rozszerzającą się ku dołowi i zapadającą pod warstwy piaskowca fliszowego, który ją „otula“. Mamy tu więc do czynienia niewątpliwie z „lakkolitem“. Taki wynik wiercenia jest interesujący także i pod względem technicznym, dowodząc, że zasoby skał wulkanicznych Wżaru są znacznie większe, niżby o tem można było sądzić jedynie na podstawie obnażeń powierzchniowych.

### **Żyła w potoku Zakijowskim (Krościenko).**

Mowa tu o żyły andezytu położonej w odległości  $\frac{3}{4}$  km od ujścia potoku, wpadającego do Dunajca nawprost Krościenka. Żyła miąższości kilkunastometrowej przecina łupki trzeciorzędowe w kierunku Pn.-Z. Dzięki jej dość korzystnemu położeniu topograficznemu, założono tu łom i dobywano andezyt na cele robót regulacyjnych na Dunajcu i w potoku Zakijowskim. Przy pogłębieniu odbudowy pokazało się jednak, że skała wewnątrz żyły uległa wysoko posuniętemu zwietrzeniu i rozluźnieniu, skutkiem czego dalsza eksploatacja kamieniołomu musiała być zaniechana. Ponieważ jednak jakoś techniczna skała Zakijowskiej w partjach niezwiędniętych jest wcale dobra, będziemy ją w dalszym ciągu traktować, jako osobną żyłową odmianę andezytu (Krościenko IV) dla porównania jej wartości technicznej z wartością andezytu masowego (Wżar I — III).

### **Lakkolit Bryjarki.**

Panująca nad Szczawnicą góra Bryjarka na całym swym południowym zboczu zbudowana jest ze skały wybuchowej jasno-popielatego koloru. Obnażenie to posiada kształt soczewkowaty i, być może, przechodzi ku dołowi w formę lakkolitu, którego dłuższa średnica mierzyłaby około 1 km. Leży tu niewątpliwie pokaźna masa materiału budowlanego.

Na podstawie otworów szurkowych i odkrywek naturalnych jeden tylko teren, nadający się do eksploatacji i leżący powyżej „parku d-ra Kołaczekowskiego“ na pn.-zachodnim zboczu Bryjarki, ma około 3 morgów powierzchni i może być eksploatowany do głębokości 50 m.

Skała szczawnicka w literaturze geologicznej nosi także niekiedy nazwę trachitu, chociaż własności jej petrograficzne nie wychodzą poza ramy rodziny andezytów. Będziemy ją zatem w dalszym ciągu uważali za osobną odmianę andezytu masowego (Bryjarka V).

W następstwie podam zwięzłą charakterystykę petrograficzną odróżnionych z grubsza odmian. Zaczynając od cech dostrzegalnych dla oka nieuzbrojonego, przejdę następnie do własności mikroskopowych każdej odmiany, do ich składu chemicznego i wreszcie porównam wyniki badań petrograficznych z rezultatami prób technicznych. W ostatecznym celu pragnąłbym z możliwym krytycyzmem odpowiedzieć na pytanie, która z odmian, wyróżnionych w terenie, posiada największą sumę własności technicznie dodatnich.

### Własności makroskopowe.

Na charakterystykę makroskopową skały składają się cechy dostrzegalne gołym okiem, jak barwa, skład mineralny, budowa, lub własności, dające się oznaczyć za pomocą najprostszych narzędzi, jak np. spójność, twardość i t. d.

W ź a r I. Kolor skały czarnoszary z wyraźnym odcieniem niebieskawym, matowy i niemal jednostajny. Tu i owdzie zauważamy brunatno-żółte nacieki tlenków żelaza (limonitu), zwłaszcza w rozłupanych szczelinach. Budowa skały drobnoziarnista, prawie zbita. Tylko wprawne oko specjalisty zdoła w ciemnoszarej, niemal jednolitej masie odróżnić ciemniejsze jeszcze kryształki augitu, których długość nie przekracza 2 mm, a grubość 1 mm, a wśród nich — jasnoszare, igielkowate, słabo połyskujące i jeszcze drobniejsze kryształki skaleni. Pomimo, że bloki, leżące na powierzchni lub wystające z pod gleby, przejęte bywają licznymi szczelinami, skała ta odznacza się nadzwyczajną mocą i spójnością. Młot z trudem się tylko jej ima, odtrącając odłupki płaskie, ostrokrawędziowe i odsłaniając powierzchnie przełamawe nierówne, drobno-groszkowate. Bryły, spoczywające na powierzchni, pokrywają się cienką szarą skorupą wietrzenia. Już te własności powierzchniowe pozwalają wnioskować o niezwyklej mocy i zwięzłości tej odmiany andezytu wżarskiego.

W ź a r II. Ogólna barwa skały brunatno-żółtawo-szara. Na tem tle odcinają się wyraźnie połyskujące, kruczo-czarne, pryzmatyczne kryształy amfibolu, długie na 3—5 mm, grube na 0.5—2 mm. Zdarzają się jednak i znacznie większe osobniki tego minerału. Nie tak wyraźnie rzucają się w oczy białe, matowe plamki skaleni, których wymiary są znacznie mniejsze (np. 1×2 mm, i t. p.). Kryształy amfibolu i skaleni skleja zbita szara masa mineralna, którą przyjęto nazywać ciastem skalnym. Budowa tej odmiany jest grubsza niż — odmiany I; nazwijmy ją popularnie średnio-ziarnistą, choć w petrografii nosi ona nazwę porfirowej. Nazwa ta stosuje się wtedy, kiedy większe „prakryształy“, np. w tym przypadku amfibolu i skaleni, dają się gołym okiem odróżnić od sklejającego je ciasta skalnego. Skutkiem wietrzenia skała, o której mowa, przybiera powierzchnię nierówną, chropowatą i dziurkowatą. Dziurki powstają przez wykruszanie się prędzej wietrzejących skaleni. Spójność tej odmiany jest znacznie mniejsza: młotem dają się rozbijać duże nawet bryły. Powierzchnia przełamu—nierówna, jamista. Krawędzie odłupków—tępe.

W ź a r III. Barwa ciasta skalnego jest niebieskawo-popielata; na jego tle leżą rozrzucone liczne kruczo-czarne, połyskujące kryształy amfibolu, których długość sięga 5 mm, grubość 2,5 mm. Nie są rzadkie i osobniki większe, do 2 cm długości i do 0,5 cm grubości dochodzące. Od jasnego podkładu ciasta słabiej tu odbijają białe, matowe i mniejsze prakryształy skalenia. Budowa skały naogół przypomina odmianę II. Ale spójność części składowych jest tu znacznie mniejsza; w masie tej skały zdarzają się pory i większe próżnie żółtawo zabarwione. Swoistym znamieniem tej odmiany są także porwaki skał obcych, najczęściej ilastych, pochwyconych podczas wybuchu. Wielkość ich bywa rozmaita: jedne zaledwie dostrzec się dają, inne są większe od orzecha laskowego. Szaro-żółte ich plamy łatwo wpadają w oko. Odmiana

ta w porównaniu z drugą jest mało oporną i pod młotem łatwo rozpryskuje się na drobne okruchy.

Zakijowski potok (Krościenko IV). Barwa skały niejednolita, partje wewnętrzne ciosu naturalnego są szaro-zielonawe, zewnętrzne—brunatno-rdzawe. Pochodzi to od sposobu wietrzenia i infiltracji limonitu, który przenika z zewnątrz. Skała wietrzejąca łuszczy się skarupami, w których kryje się twarde jądro. W zbitym cieście skalnym dostrzegamy tu rzadkie czarne igielkowate amfibole i drobne osobniki szarego skalenia. Okazy skały świeże mają znaczną zwięzłość i okazują dużą oporność na uderzenia młota. Przełom równy.

Bryjarka V. Kolor andezytu szczawnickiego jest szary, biało-nakrapiany. Pstrokacizna ta pochodzi od wielkiej przewagi białych prakryształów skaleni nad sklejącym je szarem ciastem skalnym. Skaleni są drobne i równomiernie wykształcone; wymiary: 3 mm · 2 mm, 2 mm × 1 mm i t. p. Zrzadka wśród nich napotykamy cienkie igielki ciemno-zielonego amfibolu. Spójność skały znaczna. Równość przełomu i stosunkowa łatwość, z jaką daje się ciosać na kostki, polecają ją uwadze technika.

### Budowa mikroskopowa.

Badania mikroskopowo-optyczne mają na celu dokładniejsze poznanie składu mineralnego skały, jej budowy wewnętrznej oraz stanu zachowania poszczególnych składników. Wszystkie te cechy odgrywają pierwszorzędną rolę przy oznaczaniu wartości technicznej kamieni budowlanych. Od nich bowiem zależy zarówno wytrzymałość na ciśnienie, jak i ścieralność, wietrzenie oraz inne momenty ważne technicznie. Pod mikroskopem badamy cienkie płytki skalne (mające zaledwie kilka setnych mm grubości) w przezroczu, używając światła spolaryzowanego i rozmaitych subtelnych metod mierniczych, które pozwalają zwykle w sposób zupełnie pewny rozwiązać wszystkie powyższe zadania.

Podaję tu w treściwym zarysie te tylko mikroskopowe własności skał badanych, które mogą mieć znaczenie pod względem technicznym, odsyłając czytelnika po szczegóły natury teoretycznej do pracy S. Małkowskiego.

Wz ar I. Budowa wybitnie porfirowa (por. tabl. III, fig. 1 oraz tabl. IV, fig. 1 i 3). Prakryształy i ciasto mniej więcej w równowadze. Głównymi składnikami skały są: skaleń (plagjoklaz), augit, amfibol i magnetyt. W budowie porfirowej odróżniamy dwie generacje minerałów: 1) prakryształy, t. j. duże swobodnie rozwinięte kryształy, luźnie rozrzucone i, co do czasu powstania, wcześniejsze, oraz 2) ciasto skalne, t. j. drobną mieszaninę minerałów, zastygłą w końcowym akcie krystalizacji i sklejącą osobniki pierwszej generacji (prakryształy). Do prakryształów w danym przypadku należą: skaleń, augit i amfibol, do ciasta skalnego—skaleń, augit i magnetyt. Prakryształy skalenia odznaczają się tu zupełną przezroczystością, bezbarwnością i „szklistością“, przyczem nie ujawniają najmniejszych nawet śladów lub oznak wietrzenia. Tożsamo należy stwierdzić co do jasno-żółtawo-zielonych (w płytkach tej cienkości i w przezroczu) prakryształów augitu. Jednorodność tych obu

minerałów zakłócają tylko tu i owdzie wrostki czarnych nieprzezroczystych ziarn żelaza magnetycznego (magnetytu) lub szarego ciasta skalnego. Prakryształy amfibolu wyglądają zgoła odmiennie: części ich zewnętrzne, a nie-raz i całe kryształy, zamieniły się na drobno-ziarnisty czarny agregat magne-tytu i augitu skutkiem powtórnego stopienia się, czyli t. zw. resorbcji magma-tycznej. Przekroje prakryształów amfibolu są bardzo charakterystyczne: bru-natno-żółte jądra minerału pierwotnego ujęte w czarną ziarnistą ramkę resorb-cyjną. Zjawiska tego nie trzeba uważać za jakiś objaw późniejszego wietrze-nia lub rozluźnienia budowy skalnej: jest ono natury magmatycznej i odbyło się wtedy, kiedy ciasto skalne znajdowało się jeszcze w stanie ognisto-ciekłym. Części stopionego amfibolu i produkty jego rozkładu zestaliły się powtórnie wraz z ciastem skalnym, mają zatem więz trwałą, magmatyczną. Ciasto skalne jest zbitą mieszaniną drobnych ziarek augitu, skalenia i magnetytu, który, równomiernie rozsiany, sprawia owo czarne zabarwienie skały, oglądanej w grubszym kawałku. I tu nie możemy znaleźć żadnych objawów wietrzenia. Jedynym minerałem wtórnym w całej skale jest tylko limonit, żelaziak bru-natny, którego żółte wsiąki (infiltracje) wypełniają wąziutkie szczeliny i malują ich krawędzie. Stan zachowania tej odmiany andezytu wżarskiego jest wy-jatkowo świeży, niemal „magmatyczno-dziewiczy“.

W ż a r II. (Porówn. tabl. III, fig. 2). Naogół skład mineralny i budowa przypominają odmianę I. Różnice są natury przeważnie ilościowej. Prakry-ształy w zasadzie też same, ale brunatno-żółty amfibol, przeważający tu znacz-nie nad jasno-zielonym augitem, tworzy osobniki czyste, dobrze wykształcone, całkowite lub tylko zlekka procesem resorbcji magmatycznej dotknięte. Ciasto skalne drobnoziarniste, jednak mniej tu zbite, składa się z igiełek augitu i żerdeń skalenia, zawierając znacznie mniej magnetytu, niż odmiana I. Ale zato w stanie zachowania części składowych znajdujemy tu ważne zmiany. Prakryształy skalenia pokryły się już częściowo żółtawo-szarymi plamami i zmę-tniały: są to objawy dość już miejscami zaawansowanego wietrzenia. Polega ono na przemianie substancji skaleniowej (bezwodnego glinokrzemianu sodowo-wapiennego) na kaolin, czyli na wodę zawierający krzemian glinowy, przyczem pewne składniki skalenia (sód, wapno i część krzemionki) zostały zeń wypłu-kane. Powoduje to, rzecz naturalna, rozluźnienie tkaniny skalnej. Przytem nie bez znaczenia technicznego jest tu ten dziwny fenomen, że rozkład sub-stancji skaleniowej zaczyna się zwykle od środka, a nie od powierzchni kry-ształu. W cieście skalnym daje się zauważyć także pewne zmętnienie i jakby zawualowanie jego masy subtelną gazą limonitową. Te mikroskopowe szcze-góły objaśniają nam zewnętrzny wygląd skały, jej barwę brunatno-żółtą i ma-towość skaleni.

W ż a r III (porówn. tabl. III, fig. 3, i tabl. IV, fig. 2). Pod względem składu i budowy odmiana ta nie różni się zasadniczo od — II-ej. Amfibole są nieco liczniejsze i większe, ale również pozbawione objawów resorbcji mag-matycznej, augity — jasno-zielonawe i czyste, jak w odmianie poprzedniej. Ale prakryształy skaleni są brudne i niedość przezroczyste. Proces wietrzenia posunął się tu o krok naprzód; obok mętów kaolinu zauważamy tu także kal-cyt, drugi produkt rozkładu skaleni. Ciasto skalne mętne i szare również zawiera niemało kaolinu i limonitu, tudzież całe nieraz wysepki kalcytu.

Swoistą cechą tej odmiany stanowią liczne dość pory i porwaki. W porach można tu zauważyć nowy składnik, którego pozbawione są dwie poprzednie odmiany, mianowicie trydymit (jedna z odmian krystalicznych krzemionki). Co do porwaków, to bywają one różnej natury, ale najczęściej są to okruchy wtopionego łupku ilastego, któremu towarzyszą w drobnych ilościach ciekawe minerały „kontaktowe“ (spinel, korund, kordjeryt i t. p.). Są one wynikiem reakcji chemicznej, która ongi zajść musiała pomiędzy porwakiem, a otaczającym go roztworem magmatycznym.

Z a k i j o w s k i p o t o k = Krościenko IV (porówn. tabl. III, fig. 4, oraz tabl. IV, fig. 4). W budowie uderza znaczna przewaga zbitego ciasta skalnego nad prakryształami. Amfibole mają przytem kształt igiełkowaty i bywają niekiedy zresorbowane. Wodnisto-zielone augity są tu rzadsze i drobniejsze, niż w odmianach wżarskich. Również drobne i mniej liczne są prakryształy skalenia. Natomiast w cieście skalnem spotykamy minerały skaleniowe bardzo obficie w charakterystycznych prostokątnych formach żerdkowatych, rozrzucone gęstymi rojami. Są one tu niezwykle duże, tak, iż można między nimi znaleźć stopniowe przejścia do prakryształów.

Stan zachowania andezytu Zakijowskiego nie jest bardzo dobry: w cieście skalnem zwłaszcza spotykamy tu sporo mętów kaolinowych i pyłu kalcytowego, który skupia się niekiedy w większych partjach. Brunatne skorupy, tworzące się na skutek „kulistego wietrzenia“ tego andezytu, barwę swoją zawdzięczają obfitym infiltracjom i wprysnięciom limonitu. Rzecz godna uwagi, że wewnętrzne części wietrzących bloków koloru szaro-żółtawo-zielonawego zawierają więcej kalcytu, niż brunatno-żółta skorupa zewnętrzna.

B r y j a r k a V (porówn. tabl. III, fig. 5). Pod względem składu mineralnego skała szczawnicka niewątpliwie znacznie różni się od wszystkich poprzedzających: nie zawiera ona prakryształów augitu, a w cieście skalnem posiada natomiast kwarc, którego tamte nie miały. Budowa wybitnie porfirowa, przyczem charakterystyczną jest przewaga ogromna prakryształów nad ciastem skalnem. Wśród prakryształów zaś dominuje skaień krótko-pryzmatyczny, równomiernie rozwinięty i dający w przekrojach figury, zbliżone do rombów lub kwadratów. Zielonawo-żółte igiełkowate amfibole są znacznie rzadsze. Ciasto skalne jasne, drobnoziarniste składa się przeważnie z krótkich żerdeń skalenia i drobnych, lecz dość licznych ziarn kwarcu. Magnetytu zawiera skała mało. To, a także przewaga białych skaleni, sprawia, że skała szczawnicka ma kolor jasno-szary, właściwy trachitom. Ponieważ jednak przeważającym jej skaleniem jest plągjoklaz (sodowo-wapienny), a ilość kwarcu w cieście skalnem — niewielka, niema przeto potrzeby nazywania jej trachitem, jak to czynili dawniejsi autorowie, którzy skałę szczawnicką badali.

Co się tyczy stanu zachowania, to i tu skalenie są częściowo skaolinizowane i zawierają niekiedy we wnętrzu swem wtórny kalcyt\*), od którego i ciasto skalne nie jest wolne (porówn. tabl. IV, fig. 5 i 6).

\*) S. Małkowski przypuszcza, że kalcyt, napotykaný w naszych andezytach, pochodzi częściowo także z przekryształizowanych porwaków wapiennych.

## Skład chemiczny i skład mineralny.

Skład chemiczny naszych andezytów badany był niejednokrotnie. Odmiana brunatno-żółta Wżaru (II) stanowiła przed dwudziestu kilku laty przedmiot moich własnych dociekań (Pam. fizjogr. 1890), których wynikiem było poznanie składu chemicznego nie tylko całej skały, lecz i składających ją minerałów. Skałę szczawnicką analizowali A. Streng (Poggendorf. Annal. 90, 1853) oraz F. Kreutz (Roczn. Tow. Nauk. Krak. 37. 1868). W ostatnich czasach S. Małkowski zajął się monograficznym opracowaniem naszych andezytów i dał nam szereg analiz zarówno ryczałtowych, jak i poszczególnych minerałów (porówn. pracę poprzedzającą).

Z tych danych chemicznych i spostrzeżeń mikroskopowych daje się obliczyć przybliżony skład mineralny skały — moment ważny technicznie. Odmiana „Wżar II“, co do której posiadamy najliczniejsze dane chemiczne, pomyslna w stanie pierwotnym, wolnym od późniejszych produktów wietrzenia, składa się w grubem przybliżeniu z następujących składników istotnych:

skalenie . . . .	73%
amfibol i augit . .	22%
magnetyt . . . .	5%

Skaleń jest plagioklazem o składzie zmiennym. Według oznaczeń optycznych Małkowskiego skład ten waha się najczęściej pomiędzy labradorem ( $Ab_1 An_1$ ) a bytownitem ( $Ab_1 An_2$ ). Stosunek amfibolu do augitu, przyjęty w tym rachunku, jest 2:1. Twardość wszystkich tych minerałów waha się pomiędzy 5,5 a 6 wedle skali Mohsa. Kwarcu andezyty Wżaru nie zawierają.

Jakkolwiek skład powyższy obliczony został na podstawie rozbiorów, dotyczących się odmiany „Wżar II“, to można go z powyższem zastrzeżeniem pierwotności przyjąć i dla odmiany „Wżar III“. Co do odmiany „Wżar I“, to różni się ona obfitszą zawartością augitu i magnetytu. Augitu z amfibolem jest tu około 30—32%, magnetytu 6—7%. Andezyt „Wżar I“ składałby się zatem, szacując przybliżenie, z 64% skalenia, 30% augitu i amfibolu oraz 6% magnetytu.

Ilościowy skład mineralny andezytu szczawnickiego obliczamy na podstawie analiz S. Małkowskiego, zakładając, że amfibol Bryjarki nie różni się od amfibolu Malinowej, którego skład jest znany. Rachunek ten daje:

66%	skalenia (labradoru),
23%	amfibolu,
11%	kwarcu.

Obecność kwarcu w andezycie szczawnickim ma dużą doniosłość techniczną, wpływa bowiem dodatnio na jego twardość, a zmniejsza ścieralność. Pochodzi to stąd, że, jak wiadomo, twardość kwarcu (7) jest większa od twardości innych minerałów (skaleni, amfiboli i t. p.), składających się na nasze andezyty.

Jakkolwiek rachunek powyżej przytoczony nie jest ścisły, to jednak wyniki w nim osiągnięte o tyle są prawdopodobne, że z norm andezytowych nie wykraczają i pozostają w zupełnej harmonii ze spostrzeżeniami mikroskopowymi. Główne źródło błędu kryje się w pominięciu minerałów wtórnych, występujących tu i owdzie w ilościach dość znacznych. A te właśnie substancje wtórne, będące wynikiem wietrzenia, nabierają przy ocenie wartości technicznej kamieni wysokiego znaczenia. W przeglądzie mikroskopowym wykazaliśmy już jakościowo stopień zwietrzenia wszystkich rozpatrywanych tu odmian andezytu. Teraz musimy zająć się ilościową stroną tego zjawiska, t. j. wyrazić je w liczbach, które nam pozwolą rozklasyfikować odmiany andezytu pod względem ich świeżości.

Minerałami wtórnymi naszych andezytów są głównie kaolin, limonit i kalcyt. Pierwszy i trzeci powstaje przez rozkład skaleni, drugi — przez rozkład minerałów żelazistych. Wszystkie trzy posiadają wspólną cechę: są w temperaturach wysokich związkami nietrwałymi i ulegają dysocjacji, polegającej na ulatnianiu się wody z kaolinu i limonitu, a bezwodnika węglowego z kalcytu.

Na tej właściwości oprzemy metodę ilościowego oznaczania sumy składników wtórnych, a raczej tylko lotnych ich części, która to suma będzie nam służyć, jako skala zwietrzałości skały. W tym celu wszystkie odmiany andezytów w stanie sproszkowanym poddamy — w jednakowych zupełnie warunkach — prażeniu w tyglu platynowym szczelnie zamkniętym na dmuchawce gazowej. Strata przez to prażenie powstała da nam sumę części lotnych, t. j. wody i kwasu węglowego. W ten sposób oznaczymy stopień zwietrzenia wszystkich odmian andezytowych, biorąc próby z tych samych okazów, które zostały poddane doświadczeniom technicznym i z których wykonano preparaty mikroskopowe.

Wynik oznaczeń jest następujący:

Wżar I . . .	0.81%
„ II . . .	4.05%
„ III . . .	4.25%
Krościenko IV	5.01% (jądro)
„	2.82% (skorupa)
Bryjarka V. .	1.50%

Liczby powyższe oznaczają wagowe odsetki straty, poniesionej przez badaną substancję w ogniu. Rzecz godna uwagi, że wszystkie odmiany andezytu (I—IV) topią się łatwo i całkowicie na czarne szkło z wyjątkiem andezytu Bryjarki (V), który się tylko nadtopia i ściąga w placek, ze względu na dużą zawartość skalenia i obecność trudno topliwego kwarcu.

Możemy z całym zaufaniem polegać na otrzymanych wynikach. Wprawdzie części lotne zawarte są i w niektórych minerałach pierwotnych, jak np. w amfibolu, mającym w składzie swym elementy wody (około 2%) i fluoru (jeszcze mniej), ale — wobec niewielkiej ilości tego minerału w naszych skałach (nie przekraczającej 23%) niedokładność stąd powstała (zwyżka) nie wynosi więcej nad kilka dziesiątych procentu. Ten błąd kompensuje się zresztą

z pewnym przybytkiem na wadze substancyj topionych przez częściowe utlenianie się żelaza dwuwartościowego na trójwartościowe.

Z tem zastrzeżeniem cyfry podane stanowią doskonałą ilustrację stanu zachowania naszych andezytów i są potwierdzeniem wyników, otrzymanych za pomocą mikroskopu. Cóż one mówią? Przedewszystkiem to, że czarna odmiana Wzaru (I) jest najświeższą, najlepiej zachowaną skałą wogóle, jak tylko sobie można wyobrazić. Zwykła normalna strata w ogniu wynosi bowiem powyżej 1%. Dwie inne odmiany (II i III) normę tę o wiele przekraczają, innemi słowy są już mocno nadwietrzałe, zwłaszcza odmiana „Wzar III“, w której mikroskop wykrył nietylko kaolin, lecz i kalcyt.

Dalej, przechodząc do potoku Zakijowskiego, spostrzegamy rzecz dziwną i z punktu widzenia petrograficznego wprost niezrozumiałą: wewnętrzne jądro ciosu naturalnego jest bardziej zwietrzałe, niż zewnętrzna jego skorupa, a więc wietrzenie odbywało się tu jakby od środka. I mikroskop wykazał nam toż samo zjawisko, konstatując w jądrze obecność obok kaolinu znacznej ilości kalcytu, w skorupie zaś zewnętrznej—przeważnie tylko wprysnięcia limonitu. Stan zachowania andezytu Zakijowskiego nie jest zatem jednakowy, lecz zmienia się od partji do partji. Naogół stopień zwietrzenia tej odmiany żyłowej jest ten sam, co odmiany II i III w lakkolicie Wzaru. Nadmienić przytem należy, że badane okazy zakijowskie pochodzą z wnętrza dość już wyrobionego kamieniołomu, gdy okazy wżarskie zebrane były wprost z powierzchni obnażenia, wystawionego od dawna na działanie czynników atmosferycznych, a więc bardziej zwietrzałego, niż partje, głębiej leżące.

Co się tyczy wreszcie andezytu szczawnickiego, to jest on o wiele lepiej zachowany, niż odmiany II—IV: traci bowiem w ogniu tylko 1.50%. Odpowiada to mniej więcej normie straty ogniowej skał krystalicznych.

Streszczając się, powiemy, że ze względu na świeżość materiału, andezyty nasze dadzą się rozklasyfikować, jak następuje. Najwyższą świeżością odznacza się czarna odmiana Wzaru (I), drugie za nią miejsce bierze andezyt Bryjarki, wreszcie zdala po za niemi, na trzecim miejscu stoją II-a i III-a odmiany Wzaru oraz IV-a — Zakijowskiego potoku.

Wartość techniczna kamieni budowlanych w wysokim stopniu zależy od ich świeżości. Możemy tu wystawić ogólną zasadę: z dwóch kamieni ten ma wyższą wartość techniczną, który—*ceteris paribus*—jest lepiej zachowany. Skała świeższa musi bowiem wykazać i wytrzymałość na ciśnienie wyższą, i wsiąkliwość mniejszą, a więc odporność na czynniki atmosferyczne większą, niż podobny do niej kamień, lecz bardziej zwietrzały. Ścieralność skały świeżej musi być także mniejszą od ścieralności skały nadwietrzanej.

Stąd, już na podstawie wyżej przytoczonych spostrzeżeń i uwag teoretyczno-petrograficznych, z całą pewnością odmianę czarną Wzaru (I) i skałę szczawnicką (Bryjarka) musimy uznać na najlepsze kamienie budowlane wśród naszych andezytów naddunajeckich. Tę pewnośc należy jeszcze tylko wyrazić w sposób ilościowy i nadać jej formę liczbową. Do tego celu służą, jak wiadomo, doświadczenia techniczne, których wynikom poświęcimy dalszą naszą uwagę.



## Wyniki prób technicznych.

Próby techniczne naszych andezytów zostały wykonane w Wiedeńskim Muzeum Technologicznym na okazach, umyślnie w tym celu zebranych we wrześniu 1916 r. podczas wycieczki, odbytej wspólnie z inż. K. Górskim. Tylko okazy, pochodzące z kamieniołomu Zakijowskiego, zostały dostarczone później przez miejski urząd budownictwa w Nowym Sączu. Poleciałem wypróbować tylko odporność na ciśnienie i ścieranie, gdyż te dwie cechy uważane są w technice za najważniejsze i streszczające w sobie poniekąd wszystkie inne właściwości techniczne. Ważne skądinąd oznaczenie stopnia wsiąkliwości pominąłem, albowiem w skałach krystalicznych, dobrze zachowanych, bywa ona zwykle minimalną.

Według certyfikatu z d. 2 stycznia 1917 r., podpisanego przez prof. A. Hanischa, który doświadczenia wykonał, wyniki tych prób są następujące.

### 1. Wytrzymałość na ciśnienie.

Z każdej odmiany andezytu wypilowano kostki o długości krawędzi 6 cm, które następnie poddawano ciśnieniu w prasie hydraulicznej. Doświadczenie powtarzano trzykrotnie z każdą odmianą skały. Ogółem doświadczeń wykonano 15, ilość poważną i zupełnie wystarczającą, by na niej oprzeć sąd o mocy i zwięzłości interesujących nas kamieni. W poniżej przytoczonej tabelce podano ciśnienie, pod którym kostki andezytowe pryskały.

Odmiana andezytu	Ciśnienie w $kg/cm^2$	Wynik średni w $kg/cm^2$
W ą r I.	3169	<b>2719</b>
	2474	
	2515	
W ą r II.	1598	<b>1602</b>
	1534	
	1675	
W ą r III.	768	<b>890</b>
	1051	
	852	
K ro ś c i e n k o IV.	2116	<b>2126</b>
	1958	
	2303	
B r y j a r k a V.	2212	<b>2126</b>
	1953	
	2212	

Liczby te są nadzwyczaj wymowne i interesujące. Okazuje się z nich przedewszystkiem, że, zgodnie z wywodami natury petrograficznej, najwyższą wytrzymałością na ciśnienie odznacza się czarna odmiana andezytu wżarskiego.

Należą one do najwyższych, jakie wogóle w tego rodzaju materiałach budowlanych bywają osiągane.

Daleko mniej wytrzymała, znowu w harmonii z danymi mikroskopowymi, jest odmiana szaro-żółta „Wżar II“, jakkolwiek liczba średnia  $1602 \text{ kg/cm}^2$  kwalifikuje ją jeszcze do materiałów bardzo wytrzymałych. Dość powiedzieć, że oporność jej na ciśnienie jest o wiele wyższą od mocy i zwięzłości niejednego granitu.

Natomiast trzecia, popielata odmiana (Wżar III) odznacza się stosunkowo najniższą wytrzymałością, choć z punktu widzenia techniki wytrzymałość  $890 \text{ kg/cm}^2$  wcale nie wyklucza jej użyteczności w praktyce. Tłómaczy się ten wynik nie tylko dość już daleko posuniętą zwiertzałością materiału, lecz przede wszystkim porowatością budowy, obecnością ilastych porwaków i pewnym rozluźnieniem ciasta skalnego, które już utraciło pierwotną wysoką spójność magmatyczną. Że tu chodzi nie tylko o sam proces wietrzenia, najlepszy dowód mamy w odmianie „Wżar II“, która, wykazując podobny stan zachowania, jest przecież niemal 2 razy odporniejsza na ciśnienie.

Nieoczekiwanie wysoką wytrzymałość ujawnił natomiast andezyt potoku Zakijowskiego (IV). Wyżej podkreśliliśmy już jego niejednakową świeżość w skorupach zewnętrznych i w jądrze bloków ciosowych. Okazało się, mianowicie, że skorupa jest o wiele lepiej zachowana od jądra, którego strata ogniowa przenosi niemal dwukrotnie, stratę partyj zewnętrznych. Mikroskop poucza także, że wietrzenie skaleni odbywa się tu od środka: świeża skorupa otacza już nieco rozluźnione jądro. Są to szczegóły ważne pod względem mechanicznym. To „wietrzenie od środka“ jest, technicznie rzecz biorąc, mniej niebezpieczne, niż wietrzenie normalne, postępujące od powierzchni ku środkowi. W pierwszym bowiem przypadku miejsca rozluźnione ukryte są w skorupach jeszcze mocnych, stanowiących niejako szkielet budowy skały, która więzi wewnętrznej jeszcze nie utraciła i musi wykazać większą oporność na ciśnienie, niż w przypadku drugim, gdzie przy tym samym nawet stopniu zwiertzenia, lecz zwiertzenia zewnętrznego, więź ta została mniej lub więcej nadwątlona. Wysoki wynik próby „wytrzymałości na ciśnienie“ andezytu Zakijowskiego (IV) staje się w tem oświetleniu dostatecznie zrozumiały. Pamiętać przytem należy, że przewaga zbitego i zwięzłego ciasta skalnego także do tej wytrzymałości w znacznym przyczynia się stopniu.

Że andezyt szczawnicki (V), dający niewielką stosunkowo stratę ogniową (1.50%), a więc wykazujący przeszło dwa razy wyższą świeżość w porównaniu z II-ą i III-ą odmianą Wżaru, jest w tak wysokim stopniu wytrzymały na ciśnienie, rzecz ta nie wymaga dalszych wyjaśnień, zwłaszcza, że, jak wiemy, zawiera on w swoim składzie około 11% kwarcu.

Kończymy ten ustęp ogólną uwagą: andezyty nasze, z wyjątkiem odmiany „Wżar“ III, są skałami nadzwyczaj na ciśnienie wytrzymałymi.

## 2. Ścieralność.

Próby ścieralności zostały wykonane w następujących warunkach. Na tarczy kolistej o promieniu 25 cm, posypywanej szmirgłem, były poddawane ścieraniu w ruchu obrotowym kostki andezytu, mające razem  $50 \text{ cm}^2$  powierz-

chni ścieralnej i obciążone 30 *kg.* Ilość obrotów w każdym doświadczeniu wynosiła 440, przyczem po każdym 22 obrotach dawano 20 *gr* świeżego szmaraglu (Nr. 3 Naxos), a po każdym poszczególnym obrocie zmieniano pozycję kostek o 90°. Śrąta na wadze kostek, która powstała z końcem doświadczenia, podzielona przez ciężar objętościowy, daje wyraz liczebny ścieralności w *cm*<sup>3</sup>. I tu każde doświadczenie powtarzano trzykrotnie.

Wyniki doświadczeń były następujące.

Odmiana andezytu	Ścieralność w <i>cm</i> <sup>3</sup>	Średnia	Ciężar obj.	Średnia
Wżar I.	5.7	6.7	2.83	2.81
	6.5		2.78	
	7.9		2.81	
Wżar II.	17.5	18.9	2.62	2.61
	20.1		2.60	
	19.3		2.62	
Wżar III.	48.6	50.5	2.37	2.38
	49.8		2.40	
	53.1		2.36	
Krościenko IV.	12.6	13.3	2.68	2.65
	13.8		2.63	
	13.4		2.64	
Bryjarka V.	10.9	10.9	2.58	2.58
	11.2		2.58	
	10.6		2.58	

Liczby powyżej podane są znowuż doskonałym ujęciem ilościowym wyników petrograficznych, osiągniętych przez analizę mikroskopową i chemiczną. Największą ścieralność okazuje III-a odmiana Wżaru, porowata i rozluźniona, najmniejszą — odmiana I-a, świeża, zwięzła i zbita. Ścieralność odmiany II-ej, podobnie jak jej wytrzymałość na ciśnienie, pośrednie zajmuje miejsce: odmiana ta bowiem jest prawie trzy razy bardziej ścieralną w porównaniu z odmianą I-ą, ale prawie 3 razy mniej ścieralną w porównaniu z odmianą III-ą.

Ścieralność andezytu potoku Zakijowskiego, 2 razy większa od ścieralności odmiany „Wżar I“, jest natomiast mniejsza o jakie 30% od takiej samej własności, wykazywanej przez odmianę „Wżar II“.

Zgodnie zupełnie ze składem mineralnym i małym stopniem zwiętrzenia, andezyt Bryjarki (V) posiada ścieralność stosunkowo małą i pod tym względem, jak zresztą i pod względem oporności na ciśnienie, zajmuje drugie zaraz miejsce po czarnym andezycie Wżaru. Zawdzięcza tę wysoką rangę obecności kwarcu w cieście skalnem.

Co się tyczy andezytu Zakijowskiego, to posiadamy jeszcze dalsze odnoszące się do niego dane, będące wynikiem prób technicznych, podjętych na żądanie magistratu miasta Nowego Sącza. Jedne z tych prób były wykonane

w krajowej mechanicznej Stacji doświadczalnej we Lwowie, inne — w zakładzie Wiedeńskim. Wyniki otrzymane przytaczamy tu dla porównania z podanymi powyżej.

Wedle poświadczenia Stacji Lwowskiej z d. 23 września 1913, andezyt Zakijowski okazał „moc na ciśnienie“ równą 2075  $kg$  na  $cm^2$ , a średnią ścieralność 9.8  $cm^3$  przy ciężarze objętościowym 2.684. Liczba na ścieralność została otrzymana za pomocą maszyny z tarczą obrotową o 22  $cm$ -owym promieniu. Ażeby ją uczynić porównalną z liczbami, wyżej przytoczonymi, należy ją skorygować odpowiednio do promienia 25  $cm$ . Wówczas otrzymamy ścieralność 11.1  $cm^3$ , niezbyt jeszcze zgodną z przytoczoną na str. 82. Większą zgodność osiągniemy, przyjmując ciężar objętościowy na 2.65. Odpowiadająca jemu ścieralność 12.2  $cm^3$  zbliża się już wystarczająco do średniej ścieralności, podanej wyżej.

Certyfikat zakładu wiedeńskiego z d. 16 lutego 1914 zawiera dane podobne. Mamy tu wyniki prób wytrzymałości na ciśnienie tegoż andezytu w stanie naturalnie suchym, w stanie, nasyconym wodą, oraz w stanie suchym po 25-krotnym wymrożeniu w temp.  $-15^{\circ} C$ .

Wyniki doświadczenia są takie.

Średnia wytrzymałość na ciśnienie w  $kg/cm^2$

na sucho:	na mokro:	po wymrożeniu:
<b>1833</b>	<b>1958</b>	<b>1870</b>

Liczby te jak widzimy, są tylko o kilkanaście procent niższe od podanych na str. 80.

Oznaczenie ścieralności wypadło tu zgodnie z danymi stacji lwowskiej i wynosi 12.7  $cm^3$  przy ciężarze objętościowym 2.59.

Ponadto certyfikat wiedeński podaje jeszcze wsiąkliwość andezytu Zakijowskiego na 1,17% wagi okazu, użytego do nasycenia wodą, oraz stratę na wadze po zamrożeniu, wynoszącą zaledwie 0.01%.

Przytoczone próby i doświadczenia w zupełności wystarczają do oznaczenia wartości technicznej naszych andezytów. Brakuje nam tylko danych liczbowych, co do porowatości i wsiąkliwości. Ale brak ten w danym przypadku nie ma istotnego znaczenia, ponieważ z góry wiemy, że porowatość i wsiąkliwość skał wulkanicznych dobrze zachowanych jest minimalna lub żadna, tak, iż oznaczanie doświadczalne tych momentów może być tu ze spokojem pominięte.

Musimy zatem stwierdzić, że wszystkie dotychczasowe spostrzeżenia i dane liczbowe najwyższą wartość techniczną wyznaczają — pod każdym względem — dwum naszym andezytom:

- 1) odmianie czarnej „Wżar I“, oraz
- 2) skale szczawnickiej (Bryjarka V).

Są one bezwzględnie najlepsze. Ale ażeby wartość ich należycie ocenić, trzeba je jeszcze koniecznie porównać z innymi skałami tej samej kategorii

petrograficznej i wogóle z kamieniami, posiadającymi w technice budowlanej opinię najlepszego budulca mineralnego. Przez to porównanie wyjaśni się także wartość innych odmian andezytu, które wydają się o wiele pośledniejszemi.

### Porównanie wartości technicznej naszych andezytów z pokrewnymi skałami krajów sąsiednich.

Trzeba przyznać, że andezyty rzadko są w budownictwie stosowane. Nie pochodzi to bynajmniej z ich małej wartości, lecz raczej z ich ograniczonego w Europie rozpowszechnienia. Porównania szukać zatem będziemy nie tylko w ich rodzinie, lecz także w rodzinie blisko z niemi spokrewnionych bazaltów, które należą do najlepszych wogóle kamieni budowlanych, a dalej—w rodzinie granitów, które, jak wiadomo, są klasycznym materiałem budownictwa monumentalnego, a uprawnionym wiekami symbolem trwałości i niezniszczalności. Ograniczymy się przytem do krajów, sąsiadujących z Polską, która, nie posiadając dotychczas swojego dostatecznie wyrobionego przemysłu kamieniarskiego, zmuszona jest sprowadzać lepszego gatunku budulec mineralny (zwłaszcza granitowy) od sąsiadów.

Materiału porównawczego, co do Austrii i Węgier, dostarczą nam tablice prof. A. H a n i s c h a \*). Podamy z nich wyciąg, tyczący się naprzód andezytów, trachitów i bazaltów. Ograniczymy się przytem tylko do przytoczenia minimów i maximów dla każdego gatunku skały. Co prawda, tablice owe podają tylko dwa andezyty, trachit zaś tylko jeden z Węgier. Natomiast łomów bazaltowych istnieje, zarówno na Węgrzech jak w Czechach, całe mnóstwo. Posiada je i sąsiadujący z nami Śląsk. Tablica następująca zawiera ryczałtowy wykaz własności technicznych kamieni, eksploatowanych i używanych w technice budowlanej tych krajów.

Nazwa skały i liczba łomów	Kraj	Wytrzymałość na ciśnienie w $kg/cm^2$		Ścieralność w $cm^3$	
		minimum	maximum	minimum	maximum
Trachit (1)	Węgry	1863		5.8	
Andezyt (2)	"	1647	1724	?	
Bazalt (5)	"	1723	2513	5.8	12.3
" (15)	Czechy	1950	3353	4.0	12.6
" (2)	Śląsk	2605	2848	4.0	6.3

Liczby powyższe pouczają zatem, że nasz andezyt „Wzár I“ w porównaniu z pokrewnymi skałami krajów sąsiednich okazuje się materiałem pierwszorzędnej jakości. Na 24 łomy Węgier, Czech i Śląska tylko 3 czeskie posiadają

\*) Prüfungsergebnisse mit natürlichen Bausteinen. Wiedeń 1912 (F. Deuticke).

bazalty, przewyższające swoją mocą andezyt Wżaru w jego czarnej odmianie, wszystkie inne eksploatują materiał słabszy. Pod względem ścieralności odmiana „Wżar I“ zbliża się do najlepszych bazaltów węgierskich i czeskich, ustępując nieco tylko dwum bazaltom śląskim. Andezyt szczawnicki (Bryjarka V) także wytrzymuje porównanie z bazaltami węgierskimi i czeskimi. Jego wytrzymałość na ciśnienie ( $2126 \text{ kg/cm}^2$ ) i ścieralność ( $10.9 \text{ cm}^3$ ) leży bowiem pomiędzy minimum a maximum odpowiednich liczb tabliczki.

Wszystkie inne odmiany naszych andezytów (dotychczas zbadane) mają wartość techniczną niższą. Nie znaczy to jednak, jak się niebawem przekonamy, ażeby nie mogły one znaleźć zastosowania w technice. Porównanie z bazaltami wypadło dla nich niekorzystnie, ponieważ bazalty świeże należą do najwytrzymalszych i najmniej ścieralnych skał krystalicznych wogóle. W zupełnie innym i, powiedzmy to z góry, korzystniejszym świetle przedstawia się nam wszystkie odmiany naszego andezytu, skoro je porównamy z innymi kategoriami skał krystalicznych, uważanymi również za bardzo mocne i trwałe, a mianowicie z granitami. I w tym porównaniu uwzględnimy przede wszystkim granity sąsiednich Tatr oraz krajów, najbliżej Polski położonych \*).

Miejscowość	Ciśnienie w $\text{kg/cm}^2$	Ścieralność w $\text{cm}^3$
Uhrocie Kasprowe (Tatry)	1363	7.8
Opalone (Tatry)	1478	8.6
Roztoka „	1575	8.4
Friedberg I (Śląsk)	1627	6.6
„ II ( „ )	1432	9.1
„ III ( „ )	1405	10.2
Gmünd (Austria Dolna)	1061	9.7
Carlshamm (Szwecja)	2681	6.4

Z liczb, umieszczonych na tej tabelce, wyciągamy następujące wnioski. Wszystkie nasze andezyty, z wyjątkiem odmiany „Wżar III“, okazują wytrzymałość na ciśnienie większą lub równą wytrzymałości granitu. Odmiana „Wżar I“ prześciga pod tym względem nawet jeden z najoporniejszych granitów szwedzkich (Carlshamm). Co do ścieralności, to czarna odmiana Wżaru wytrzymuje porównanie z najtwardszemi granitami Śląska (Friedberg) i Szwecji, ma zaś daleko większą pod tym względem wartość od innych granitów śląskich, od granitu gmündeńskiego, a nawet od granitów tatrzańskich. Inne odmiany naszego andezytu mają ścieralność większą od przeciętnej ścieralno-

\*) Dane co do Tatr: J. Morozewicz „Granit tatrzański i problem jego użyteczności technicznej“. Czasopismo techniczne, Lwów 1914. Dane, odnoszące się do innych miejscowości, wedle Hanischa (loco).

ści granitu, z wyjątkiem jednak odmiany szczawnickiej, która zachowuje się pod tym względem podobnie, jak niektóre granity śląskie (Friedberg III) i gmüнденkie.

Z tego porównania wypada zatem, że andezyty polskie należą do pierwszorzędnych materiałów budowlanych.

Ażeby ten wniosek jeszcze bardziej uzasadnić i uniknąć zarzutu niedostateczności lub dowolności materiału porównawczego, skorzystamy tu jeszcze raz z pracy prof. Hanischa i powtórzymy za nim wykaz, obejmujący wszystkie dokładniej zbadane bazalty i granity dawnych Austro-Węgier pod względem ich istotnych własności technicznych, przedstawionych w 3 granicznych liczbach: minimalnej, maksymalnej i średniej.

S k a ł a	Wytrzymałość na ciśnienie w $kg/cm^2$			Ścieralność w $cm^3$		
	minimum	maximum	średnia	minimum	maximum	średnia
Bazalt	920	4750	<b>2600</b>	2.8	21.0	<b>8.0</b>
Granit	800	2790	<b>1500</b>	3.9	22.9	<b>8.0</b>

Tabelka ta jest streszczeniem własności technicznych kilkudziesięciu używanych w praktyce bazaltów, zbliżonych petrograficznie do naszych andezytów, tudzież nie mniejszej ilości granitów, zajmujących wśród materiałów budowlanych naczelną miejsce. Mamy tu zatem niejako praktyczną miarę wartości technicznej kamieni tego rodzaju. Minimum wytrzymałości na ciśnienie, a maximum ścieralności są granicami, których znaczniejsze przekroczenie na zewnątrz uważaćby należało za złą notę przydatności technicznej badanego kamienia. Oceniając przy pomocy tego zestawienia nasze andezyty, widzimy, że pod względem wytrzymałości na ciśnienie wszystkie one mieszczą się w granicach podanego minimum — maximum, że odmiana „Wżar I“ przekracza średnią bazaltową, a zbliża się niemal dokładnie do maximum granitowego, że trzy inne odmiany (II, IV i V) przenoszą wytrzymałością średnią granitu, a dalej, że dwie z nich (IV i V) nie wiele różnią się pod względem wytrzymałości od średniego bazaltu i że tylko jedna jedyna odmiana „Wżar III“ nie dosięga nieco rubryki „minimum“ bazaltowego, ale za to oddala się w sensie dodatnim od rubryki „minimum“ granitowego. Przydatność jej techniczna pod względem omawianym nie da się przeto zaprzeczyć.

Inna sprawa ze ścieralnością. Minimum ścieralności nie osiąga żaden z naszych andezytów. Mniejszą od średniej ścieralności bazaltu i granitu posiada tylko odmiana „Wżar I“, nieco większą od średniej — wykazuje andezyt szczawnicki (V), znacznie większą — andezyt zakijowski (IV). Odmiana „Wżar II“ zbliża się do najłatwiej ścierających się bazaltów, wreszcie popielata odmiana „Wżar III“ przewyższa przeszło dwukrotnie maksymalną ścieralność granitów, wkraczając już przez to w dziedzinę skał osadowych (wapieni i piaskowców).

Stąd wynika ostatecznie, że w szeregu naszych andezytów miejsce naczelne pod względem wartości technicznej zajmuje odmiana czarna andezytu (Wżar I), ostatnie zaś — popielata (Wżar III). Pierwsza może być zaliczona do najtrwalszych wogóle materiałów kamiennych, używanych w technice budowlanej, druga — do najsłabszych.

Ażeby wreszcie uzyskać pogląd na stosunek andezytów okolicy Krościenka i Szczawnicy do skał wybuchowych Krakowskiego, eksploatowanych na szeroką skalę w okolicy Krzeszowic, przytoczymy tu jeszcze kilka liczb porównawczych, odnoszących się do porfirów Miękinia i Sanka oraz — diabazu Niedźwiedzia Góry, niesłusznie zwanego bazaltem \*).

Miejscowość	Nazwa skały	Wytrzymałość na ciśn. w $kg/cm^2$	Ścieralność w $cm^3$
Miękinia	Porfir	1834	8.6
Sanka	„	1573	8.1
Niedźwiedzia Góra	Diabaz	2351	9.5
Wżar I.	Andezyt	2719	6.7

Porównanie, jak widzimy, wypada całkowicie na korzyść czarnej odmiany andezytu wżarskiego (I), którą wobec tego musimy uznać — pod względem wytrzymałości na ciśnienie i ścieralności — za najlepszy kamień budowlany w naszym kraju, a przynajmniej za taki, który wykazał w sensie dodatnim rekordowe liczby w próbach na twardość i niezniszczalność.

### Uwagi końcowe.

Na zakończenie niniejszego studjum podam jeszcze zwięzłą charakterystykę poszczególnych odmian naszego andezytu na podstawie wyników, wyżej osiągniętych, z równoczesnem oznaczeniem celów technicznych, do których mogłyby się one najlepiej nadawać.

I. Andezyt czarny (Wżar I). Wytrzymałość na ciśnienie: 2719  $kg$  na  $cm^2$ , ścieralność: 6.7  $cm^3$ , ciężar objętościowy: 2.81. Liczby te kwalifikują go w sposób jak najlepszy. Nie ulega wątpliwości, że może on dostarczyć pierwszorzędnej jakości szabru drogowego i prawdopodobnie — kostek brukowych. Mówię „prawdopodobnie“, ponieważ praktyka kamieniarska musiałaby pouczyć, czy obfitość szczelin, przejmujących tę odmianę w blokach powierzchniowych, nie będzie zbyt brózdzić przy obróbce kostek i czy ta obróbka nie wypadnie zbyt drogo z powodu nadmiernej „twardości“ kamienia. Jako jego cechy ujemne, można jeszcze podnieść wysoki ciężar objęto-

\*) Porównaj: Hanisch, l. c., str. 99.



ściowy, zwiększający kosztą przewozu oraz zbyt ciemną, może, na bruk miejski barwę. Ale to są minusy podrzędne. Główna obawa kryje się w owej szczelinowatości, która, co jest rzeczą prawdopodobną, w głębszych partjach skały może się znacznie zmniejszyć. Jeżeli tak było istotnie, to nasz przemysł kamieniarsko-drogowy uzyskałby w tej odmianie andezytu niezwykle wartościowy przedmiot eksploatacji. W każdym razie drogi bite znalazłyby tu niewyczerpane źródło materiału konserwacyjnego w jakości, dotychczas u nas nienapotykanej.

II. *A n d e z y t b r u n a t n o - ż ó ł t a w y* (W ż a r II). Wytrzymałość na ciśnienie:  $1602 \text{ kg/cm}^2$ , ciężar objętościowy: 2.61. Gdyby nie zbyt wielka ścieralność, przekraczająca przeszło dwukrotnie średnią normę granitową, andezyt ten byłby zupełnie dobrym materiałem brukowym. Nie trzeba jednak zapominać, że ścieralność jego oznaczono na okazach, wziętych z powierzchni, a więc już nieco zwietrzałych, i że w głębszych poziomach skała okaże ścieralność znacznie mniejszą. Wówczas użyteczność jej wzrosłaby w wysokim stopniu. Ale i w tym stanie powierzchniowego tylko, jak mniemamy, zwietrzenia skała ta, ze względu na swą znaczną wytrzymałość na ciśnienie, mogłaby być stosowana z pożytkiem przy regulacji rzek i potoków oraz w gospodarstwach miejskich w postaci, na przykład, płyt chodnikowych lub kostek brukowych, zwłaszcza na mniej ruchliwych ulicach i placach. Obróbka jej nie przedstawiałaby, zdaje się, szczególnych trudności.

III. *A n d e z y t n i e b i e s k a w o - p o p i e l a t y* (W ż a r III). Wytrzymałość na ciśnienie:  $890 \text{ kg/cm}^2$ , ścieralność:  $50,5 \text{ cm}^3$ , ciężar objętościowy: 2.38. Jest to niewątpliwie najlżejsza odmiana naszych andezytów. Wyjątkowo wielka ścieralność czyni ją zupełnie nieprzydatną w technice dróg bitych. Co zaś się tyczy wytrzymałości na ciśnienie, przeszło 3 razy mniejszej w porównaniu z odmianą „Wżar I“, to ta, bezwzględnie rzeczy biorąc, nie jest jeszcze tak niska, ażeby zupełnie wykluczała użyteczność techniczną tego kamienia. Podobną wytrzymałość mają nawet niektóre granity (np. Gmündeński \*) stosowany w budownictwie monumentalnym dla swej łatwej obróbki. I nasz andezyt zdolność tę zdaje się posiadać w dostatecznym stopniu, jako skała dość już rozluźniona i w dodatku porowata. Na jej *bene* możnaby też zapisać wyjątkowo niski ciężar objętościowy, będący wynikiem porowatości. W porównaniu z odmianą czarną jest ta skała przeszło o 15% lżejsza, co nie jest bez pewnego znaczenia ekonomicznego. Zresztą przydatność jej rozstrzygnęła już praktyka hydrotechniczna w sensie dodatnim. Wybudowana z andezytu popielatego duża zaporą w potoku Krośnicy (gmina Tylka, 4.4 km na Z. od Krościenka) przedstawia się okazale i solidnie.

IV. *A n d e z y t p o t o k u Z a k i j o w s k i e g o*. Wytrzymałość na ciśnienie:  $2126 \text{ kg/cm}^2$ , ścieralność:  $13,3 \text{ cm}^3$ , ciężar objętościowy: 2.65. Liczby te świadczą o wysokich zaletach kamienia, którego przydatność techniczna, zwłaszcza w brukarstwie miejskim, nie ulega najmniejszej wątpliwości. Dalsze rozwijanie i uzasadnianie tej tezy jest jednak bezprzedmiotowe wobec tego,

\*) Porówn. „Granit tatrzański“, l. c., str. 13.

że dotychczasowa eksploatacja łomu, w tej odmianie założonego, wyczerpał już materiał świeższy i mocniejszy, utknąwszy w masie całkowicie rozłożonej.

V. Andezyt Bryjarki. Wytrzymałość na ciśnienie: 2126  $kg/cm^2$ , ścieralność: 10.9  $cm^3$ , ciężar objętościowy: 2.58. Andezyt szczawnicki posiada wysoką wartość techniczną, wyższą bezspornie od wartości andezytu zaklajowskiego, bo przy tej samej wytrzymałości, przewyższającej o wiele średnią wytrzymałość granitu, ujawnia on jeszcze znacznie mniejszą ścieralność, zbliżającą się do średniej ścieralności granitowej. Kamień o tak wysokich zaletach technicznych zasługuje zatem na pilną uwagę kół, interesujących się przemysłem kamieniarskim. Nie ulega wątpliwości, że najważniejsza zaleta andezytu szczawnickiego — jego stosunkowo mała ścieralność — zależna, jak wiemy, od obecności kwarcu w jego cieście skalnym oraz od niewielkiego tylko stopnia zwiętrzenia, w głębszych poziomach lakkolitu Bryjarki okaże się jeszcze mniejszą. Skała szczawnicka, nadająca się wybornie do wyrobu kostek brukarskich, może zatem znaleźć zastosowanie także i w technice drogowej, jako dobry szaber (szuter), ustępujący, rzecz naturalna, tylko szabrowi odmiany „Wżar I“, lecz przewyższający znacznie używane w naszym kraju szabry porfirowe i piaskowcowe. Jako dalsze, drugorzędne zalety andezytu Bryjarki, podnieść jeszcze wypada jego przyjemny jasno-popielaty kolor, równość przełomu a, co zatem idzie, i łatwość obróbki.

Ogólny wynik, wypływający z rozważań powyższych, da się ująć w kilku następujących zdaniach.

1. Andezyty okolicy Krościenka i Szczawnicy posiadają pierwszorzędną wartość techniczną i winny być zaliczone do najlepszych materiałów budowlanych w Polsce.

2. Najbogatsze zasoby tych skał spoczywają w lakkolocie góry Wżar w gminie Kluszkowce. Występują tu trzy odmiany andezytu o rozmaitej wartości technicznej, od najwyższej do średniej. Wszystkie te odmiany nadają się do eksploatacji w rozmaitych celach: kamieniarsko-brukarskim, drogowo-technicznym, hydrotechnicznym i t. p. Założone tu łomy miałyby zatem dostateczną materiałną podstawę do rozwinięcia różnorodnej działalności.

3. Drugim punktem, zasługującym na uwagę, jest lakkolit Bryjarki w Szczawnicy Wyżnej. Znajdująca się tu odmiana andezytu posiada wysokie zalety techniczne, polecające ją do eksploatacji.

4. Andezyty nasze pod względem technicznym wytrzymują porównanie z podobnymi skałami krajów sąsiednich. Ich eksploatacja może więc i powinna przyczynić się do wyparcia importu zagranicznego w tej dziedzinie przemysłu.

U w a g a o g ó l n a. W studjum niniejszem stwierdzamy po raz już wtóry \*), że Polska posiada w dostatecznej ilości surowce budowlane kamienne o wysokiej wartości technicznej. Jeżeli zatrzymamy się tu tylko na materia-

\*) Porównaj rozprawę pokrewną o użyteczności technicznej granitu tatrzańskiego (Lwów 1914, Czasopismo Techniczne).

łach niezbędnych do budowy i konserwacji dróg bitych oraz do brukowania, ulic i placów miejskich, to mamy je w granitach Tatr, w andezytach nadduńskich; w porfirach i diabazach małopolskich (Krzeszowice pod Krakowem). Wymieniam oczywiście tylko skały krystaliczno-krzemianowe pochodzenia ogniowego, jako do celów wspomnianych najodpowiedniejsze. Do nich dodać jeszcze można, na miejscu drugim, niektóre płaskowce małopolskie o więzi krzemionkowej i niektóre kwarcyty ziemi kieleckiej i radomskiej.

Wobec tej obfitości surowca rodzimego, który, co do swej jakości, może śmiało współzawodniczyć z jakimkolwiek bądź surowcem obcym, niepojętym, zdawałoby się, jest fakt, że miasta polskie brukują się poza granicami narzutowymi przeważnie kamieniami obcymi. Warszawa sprowadza kostki, płyty i krawężniki granitowe ze Szwecji, Kraków — ze Śląska pruskiego, Lwów — z Gniewania i t. d. Tak było przynajmniej przed wojną światową. Między przyczynami tej dziwnej anomalji ważną niewątpliwie rolę odgrywały kordony i momenty natury polityczno-handlowej.

W dobie obecnej — po rozsianiu się tej mgławicy i tego chaosu „stawiania się“ z których, Bóg da, niebawem wyjdziemy — musi powstać nasz krajowy przemysł kamieniarski. Musi on powstać w Małopolsce, pod Tatrami i Pieninami — u źródeł naturalnych najlepszego surowca. Źródła te są wprawdzie położone ekscentrycznie, ale na to niema rady. Tatry są nam w każdym razie bliższe, niż zamorska Szwecja i Śląsk Strzygłowski. Ażeby ten przemysł mógł powstać, muszą być przedewszystkiem zbudowane dwie niewielkie linje kolejowe: jedna, łącząca Nowy Targ z Roztoką (najlepsze i najdogodniejsze miejsce na założenie łomów granitowych w Tatrach); druga — Nowy Targ z Krościenkiem i Nowym Sączem. Projekty tych linij kolejowych są już opracowane. Trzeba je tylko raz zacząć budować. A wydatki tego państwo, które chce mieć jako tako rozwiniętą sieć dróg bitych — nieodzowny postulat życia ekonomicznego — uniknąć nie może. Im prędzej je wybuduje — tem lepiej; koleje te mogłyby bowiem rozwozić po całym kraju tak cenny budulec szosowy i umożliwić tem samem budowę dróg bitych, których brak odczuwamy dziś tak mocno. Wpłynęłoby to niewątpliwie w sposób zapładniający na aktywność naszej gospodarki społecznej.

Kamień budowlany nadaje się idealnie do przewozu drogą wodną. Wobec niesłychanego zaniedbania naszej komunikacji rzecznej niepodobna dziś jeszcze marzyć o tem, byśmy mogli granity Tatr lub andezyty Krościenka i Szczawnicy spławiać Dunajcem już z Czorsztyna czy Nowego Targu. Ale czyby się nie dało urządzić w tym celu skromnej choćby przystani na Dunajcu poniżej Nowego Sącza?—to pytanie, nad którym wartoby się już dziś zastanowić. Zainteresowane są niem przedewszystkiem dwa miasta polskie: Nowy Sącz, którego magistrat wykazał w czasach przedwojennych tyle chwalebnej inicjatywy w zakresie gospodarki komunalnej, i Warszawa, która jest i będzie największą niewątpliwie odbiorczynią kamieni budowlanych, a której „bruki drewniane“ tyle dziś pozostawiają do życzenia! Transport wodny kostek brukowych z Nowego Sącza czy Tarnowa do Warszawy kosztowałby z pewnością kilkakroć mniej, niż przewóz kolejami, abstrahując się nawet od dzisiejszej mizerji taborowej.

W każdym razie zgoda niewyzyskany u nas dotychczas i spokojnie drze-  
miący przemysł kamieniarski ma niewątpliwą i niezawodną podstawę rozwoju  
materiałnego w naszych wyborowych surowcach. Trzeba go tylko powołać  
do życia i zorganizować, tak jak 100 lat temu minister Lubecki  
stworzył i uporządkował polskie górnictwo i hutnictwo, a Bank Polski —  
tyle innych gałęzi przemysłu i handlu na terenie b. Królestwa Kongresowego,  
które w zaraniu swojego istnienia znajdowało się w równie fatalnych, jak dzi-  
siejsza Rzeczpospolita, warunkach finansowych, lecz którego kierownicy rozu-  
mieli, że, by podnieść dobrobyt narodu, trzeba ożywić wszystkie twórcze  
momenty gospodarstwa społecznego, organizując przedewszystkiem celową  
eksploatację bogactw przyrodzonych kraju.

(Wszystkie mikrofotografie, których reprodukcje podaliśmy na tabl. III i IV, zostały zdjęte  
w Zakładzie Mineralogicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w r. 1916 przez ś. p. d-ra  
Władysława Pawlicę).

## R É S U M É.

Le travail de M. S. Małkowski (voir page 1 de ce volume) donne  
le résultat des études détaillées sur la distribution géographique des andé-  
sites en Pologne, sur leur mode d'apparition et sur leur composition chimi-  
que et minéralogique. A ce travail se rattache le mémoire de l'auteur, qui  
s'occupe de quelques-unes de ces andésites spécialement au point de vue  
de leur valeur technique.

Il n'y a que deux gisements andésitiques, exploitables en grand; ce sont  
le mont Wżar (= Wjar, côté 768 *m* et situé au N de Czorsztyn) et le mont  
Bryjarka à Szczawnica (côté 700 *m* environ), où les andésites affleurent sous  
forme de laccolithes. Un troisième endroit, où les andésites ont déjà été  
exploitées en vue d'une correction de la rivière Dunajec, se trouve dans  
son affluent ouest, nommé Potok Zakijowski, vis-à-vis de la ville Krościenko.  
L'andésite apparaît ici sous forme d'un filon, qui coupe les assises du Flysch.

Le laccolithe de Wżar, enveloppé par les schistes marno-sableux du  
Flysch, renferme trois variétés d'andésite: noire (qui ressemble au basalte),  
gris-jaunâtre et gris-bleue; nous les appellerons brièvement: Wżar I, Wżar II,  
Wżar III. Pareillement les andésites du Potok Zakijowski seront désignées  
par Krościenko IV, celles de Szczawnica — par Bryjarka V.

L'auteur donne tout d'abord une description pétrographique succincte de  
ces cinq variétés d'andésite et souligne leurs importantes propriétés tech-  
niques.

Les andésites de Wżar sont des andésites augito-amphiboliques à struc-  
ture porphyrique. A l'oeil nu on y aperçoit en premier lieu des phénocristaux  
prismatiques noirs d'amphibole, dont la longueur atteint 3 à 5 *mm*, des

augites vert-foncées plus petites et des plagioclases blancs, noyés dans une pâte rocheuse compacte.

La variété noire de Wzar I se distingue de deux autres par ses amphiboles qui ont subi une résorption presque complète, en se transformant en un agrégat microgrenu d'augite et de magnétite. Ses feldspaths sont frais, vitreux, tandis que ceux de deux autres variétés (Wzar II et Wzar III) sont déjà un peu altérés. En effet l'examen microscopique nous révèle que les plagioclases de la variété Wzar II renferment du kaolin et de la limonite secondaires, ceux de la variété Wzar III — aussi de la calcite.

(La structure de ces roches a été présentée à la pl. III, fig. 1—3, et à la pl. IV, fig. 1—3).

Dans la variété Wzar III on rencontre souvent des enclaves de roches étrangères, à savoir marneuses, ce qui la rend poreuse.

Dans l'andésite de Krościenko IV (voir pl. III, fig. 4 et pl. IV, fig. 4) les éléments saliques (plagioclases) dominent sur les éléments femiques (augite et amphibole). Cette andésite est déjà très décomposée, surtout à l'intérieur des blocs naturels, dont la croûte est beaucoup plus fraîche. La décomposition s'accomplit d'une façon extraordinaire, en commençant du centre et en allant vers l'extérieur.

La composition minéralogique de l'andésite de Szczawnica (Bryjarka V) se distingue assez fortement de celle des variétés déjà décrites: cette andésite ne renferme pas d'augite, elle est donc une andésite amphibolique, dont la pâte contient en outre une quantité considérable de quartz (voir pl. III, fig. 5, et pl. IV, fig. 5—6).

En se basant sur les analyses chimiques de M. Małkowski on peut calculer que les andésites augito-amphiboliques de Wzar renferment 64 à 73% de feldspaths, 22 à 30% d'augite et d'amphibole ainsi que 5 à 7% de magnétite, alors que celle de Szczawnica (Bryjarka V) renferme 66% de feldspaths, 23 d'amphibole et 11 de quartz. Quant aux éléments secondaires, comme kaolin, limonite, calcite etc., dont la présence diminue en général la valeur technique de la roche, on peut évaluer leur quantité, par conséquent le degré de décomposition de différentes variétés d'andésite, par la perte au feu, subie par elles après une calcination dans un creuset de platine. Cette perte provient de l'évaporation d'eau et d'acide carbonique.

Voici un tableau, qui présente les résultats de ces déterminations.

#### La perte au feu.

Wzar I . . . . .	0,81%	
Wzar II . . . . .	4,05 „	
Wzar III . . . . .	4,25 „	
Krościenko IV . . . . .	5,01 „	(centre d'un bloc naturel)
„ . . . . .	2,82 „	(croûte „ „ )
Bryjarka V . . . . .	1,50 „	

Comme on voit, le mieux conservée est la variété d'andésite augito-amphibolique (Wzar I), la plus altérée — celle de Krościenko IV au centre de blocs naturels. La variété Wzar I présente, on peut le dire, „un magma frais“, l'andésite Bryjarka V se comporte d'une manière normale, comme la majorité des roches éruptives fraîches, tandis que les andésites Wzar II, Wzar III et Krościenko IV sont nettement décomposées. Il s'ensuit que les andésites de Wzar I et de Bryjarka V ont la plus grande valeur technique tandis que celles de Wzar III (et partiellement celles de Krościenko IV) — la plus petite.

Cette conclusion, obtenue par les méthodes pétrographiques, est en harmonie complète, comme nous le verrons plus loin, avec les résultats des expériences techniques, faites avec toutes les variétés décrites.

### Essais techniques.

Aux constructeurs de routes et de pavés il importe avant tout de connaître deux propriétés d'une pierre, à savoir: sa résistance à l'écrasement et sa résistance à l'usure. On peut ici négliger la détermination, en général importante, du degré de perméabilité pour l'eau, parcequ'il est minime dans le cas des roches volcaniques fraîches.

Les essais dont les résultats figurent plus bas ont été exécutés à Vienne, en 1916 au Musée technologique viennois, sous la direction du prof. A. Hanisch.

Résistance à l'écrasement. On a taillé de chaque variété d'andésite des cubes, ayant une arête longue de 6 cm. Ces cubes ont subi ensuite une pression dans une presse hydraulique jusqu' à l'écrasement. L'expérience a été répétée trois fois. Voici les résultats obtenus:

Variété d'andésite	Pression en <i>kg cm<sup>2</sup></i>	Moyenne des déter- minations en <i>kg/cm<sup>2</sup></i>
Wzar I.	3169	2719
	2474	
	2515	
Wzar II.	1598	1602
	1534	
	1675	
Wzar III.	768	890
	1051	
	852	
Krościenko IV.	2116	2126
	1958	
	2303	
Bryjarka V.	2212	2126
	1953	
	2212	

Il s'ensuit de ce tableau que la variété noire d'andésite, Wżar I. est la plus fraîche et la plus résistante à l'écrasement; le second rang sous ce rapport occupent les andésites de Szczawnica, Bryjarka V, et celles de Krościenko IV. La variété grisâtre, Wżar III, est la moins résistante.

L'usure des andésites. Les essais sur la résistance à l'usure ont été exécutés de la façon suivante. On tournait un disque circulaire de 70 cm de diamètre. Contre ce disque, qui recevait un jet d'émeri en grains, se frottaient des cubes d'andésite dont la surface de frottement comprenait 50 cm<sup>2</sup> et qu'on chargeait d'un poids de 30 kg. Le nombre de tours dans chaque expérience était égal à 440; après chaque 22 tours on ajoutait 20 gr d'émeri frais et après chaque tour on déplaçait les cubes de 90°. La perte de poids des cubes, divisée par le poids spécifique de la roche correspondante, donne une expression numérique en cm<sup>3</sup> de l'usure. Chaque expérience a été répétée trois fois. Voici les résultats de ces expériences.

Variété d'andésite	Usure en cm <sup>3</sup>	Moyenne	Poids spécifique	Moyenne
Wżar I.	5.7	6.7	2.83	2.81
	6.5		2.78	
	7.9		2.81	
Wżar II.	17.3	18.9	2.62	2.61
	20.1		2.60	
	19.3		2.62	
Wżar III.	48.6	50.5	2.37	2.38
	49.8		2.40	
	53.1		2.36	
Krościenko IV.	12.6	13.3	2.68	2.65
	13.8		2.63	
	13.4		2.64	
Bryjarka V.	10.9	10.9	2.58	2.58
	11.2		2.58	
	10.6		2.58	

Le meilleur résultat, c'est-à-dire la plus petite usure, a été obtenu de nouveau avec la variété d'andésite foncée, augito-amphibolique (Wżar I), suivie immédiatement par l'andésite amphibolique (Bryjarka V). La moins résistante à l'usure s'est révélée la variété gris-bleue (Wżar III), qui se rapproche déjà sous ce rapport des certaines roches sédimentaires.

Les essais décrits plus haut ainsi que les propriétés pétrographiques conduisent aux conclusions identiques, à savoir que la plus grande valeur technique parmi les andésites de Pologne ont les variétés suivantes: noire

(Wzar I) et quartzifère (Bryjarka V). Ces variétés se prêtent d'une manière excellente à la fabrication de cailloutis pour la construction et la conservation de routes et à la taille de cubes pour le pavage de rues des villes.

L'auteur termine son mémoire en comparant la valeur technique des andésites polonais avec celle des roches similaires des pays contiguës: de la Hongrie, de la Bôhème et de l'Allemagne, et il arrive à la conclusion que les andésites de Pologne ne leur cèdent sous aucun rapport et qu'ils peuvent servir de base à une industrie de la pierre en Petite-Pologne méridionale.

---





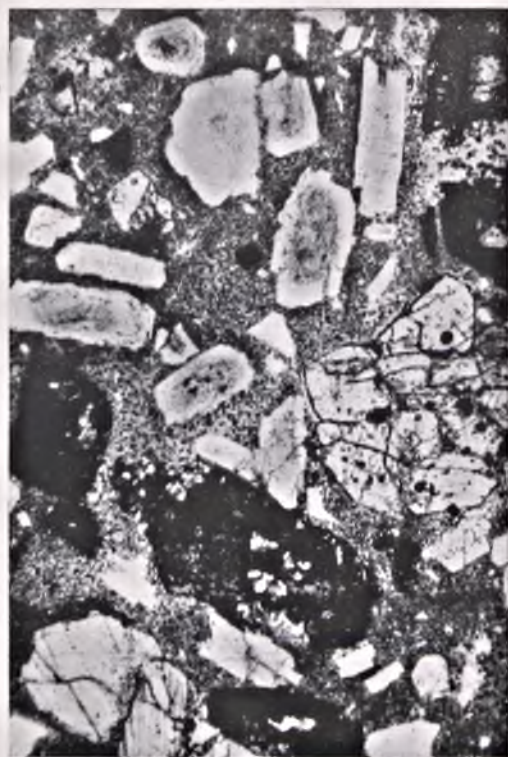


**Objaśnienie tablic. —**

**Explication des planches.**

### Objaśnienie tablicy III. — Explication de la planche III.

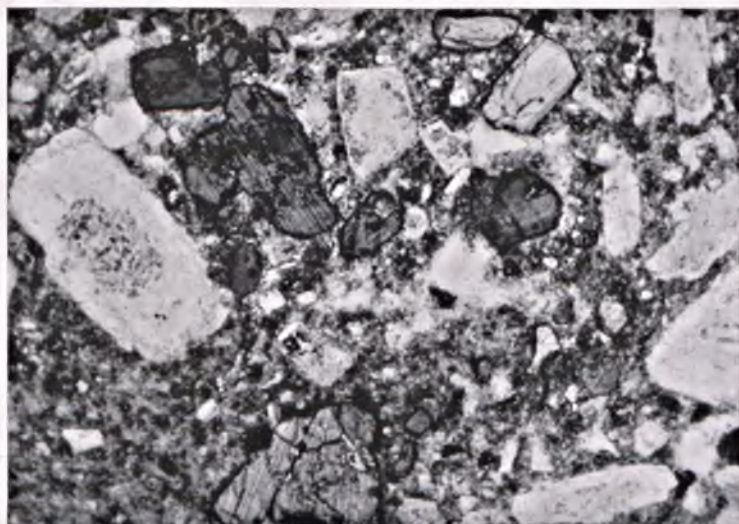
- Fig. 1. Ogólna budowa czarnej odmiany andezytu (Wżar I). Prakryształy świeżego skalenia i augitu; czarne plamy po zresorbowanym amfibolu; ciasto skalne gęsto usiane ziarnkami czarnego magnetytu. Powiększenie: 24 razy.
- „ Structure générale de la variété noire d'andésite (Wżar I). Phénocristaux de feldspaths frais et d'augite; taches noires formées au détriment d'amphibole corrodée; la pâte fait voir de nombreuses mouchetures de magnétite noire. Gross. 24 diam.
- Fig. 2. Ogólna budowa odmiany brunatno-żółtej (Wżar II). Prakryształy augitu, amfibolu i skalenia, który tu jest mętny. Ciasto skalne szare z mniejszą ilością magnetytu. Powiększenie: 24 razy.
- „ Structure générale de la variété brune-jaune (Wżar II). Phénocristaux d'augite, d'amphibole et de feldspath troublé. Pâte rocheuse grise avec une quantité de magnétite moins considérable. Gross. 24.
- Fig. 3. Ogólna budowa odmiany popielatej (Wżar III). Prakryształy skalenia, amfibolu i augitu. Skaleń w środku nieco nadwietrzały. Ciasto skalne mętne. Powiększenie: 24 razy.
- „ Structure générale de la variété bleue-grise (Wżar III). Phénocristaux de feldspath, d'amphibole et d'augite. Feldspath au centre un peu altéré. Pâte rocheuse troublée. Gross. 24 diam.
- Fig. 4. Ogólna budowa andezytu Zakijowskiego (IV). Przewaga prakryształów skalenia, dominującego i w cieście skalnym. Światło spolaryzowane; nikole skrzyżowane. Powiększenie: 24 razy.
- „ Structure générale d'andésite du torrent Zakijowski (IV). Parmi les phénocristaux et dans la pâte domine du feldspath. En lumière polarisée; nicols croisés. Gross. 24 diam.
- Fig. 5. Ogólna budowa andezytu amfibolowego (Bryjarka V). Przewaga skaleni o budowie pasowej. W cieście skalnym jasne ziarenka kwarcu. Światło spolaryzowane. Nicole skrzyżowane. Powiększenie: 24 razy.
- „ Structure générale d'andésite amphibolique (Bryjarka V). Prédominance de feldspath montrant une structure zonée. La pâte renferme des petits grains clairs de quartz. En lumière polarisée. Nicols croisés. Gross. 24 diam.



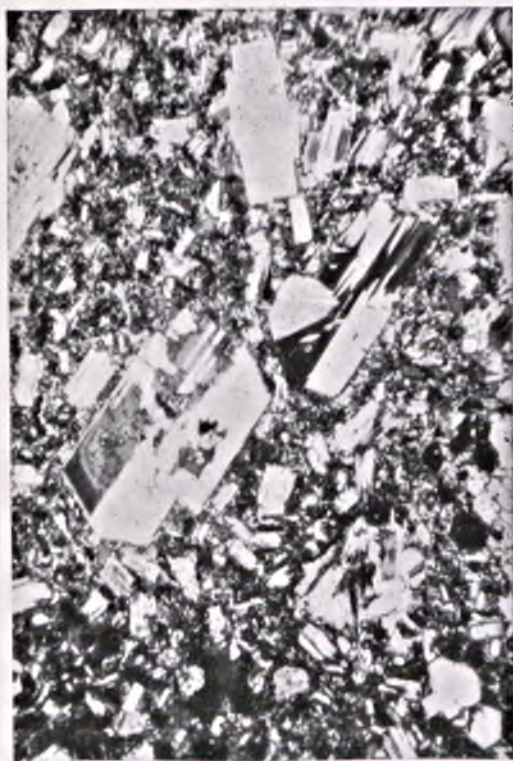
1.



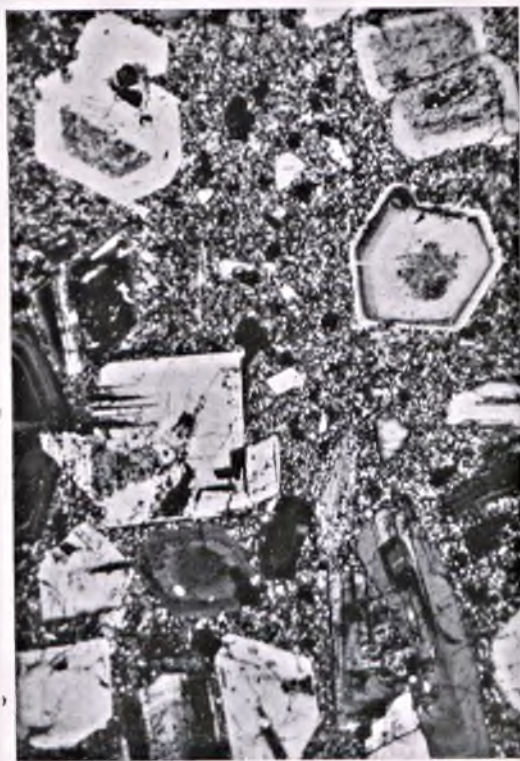
2.



3.

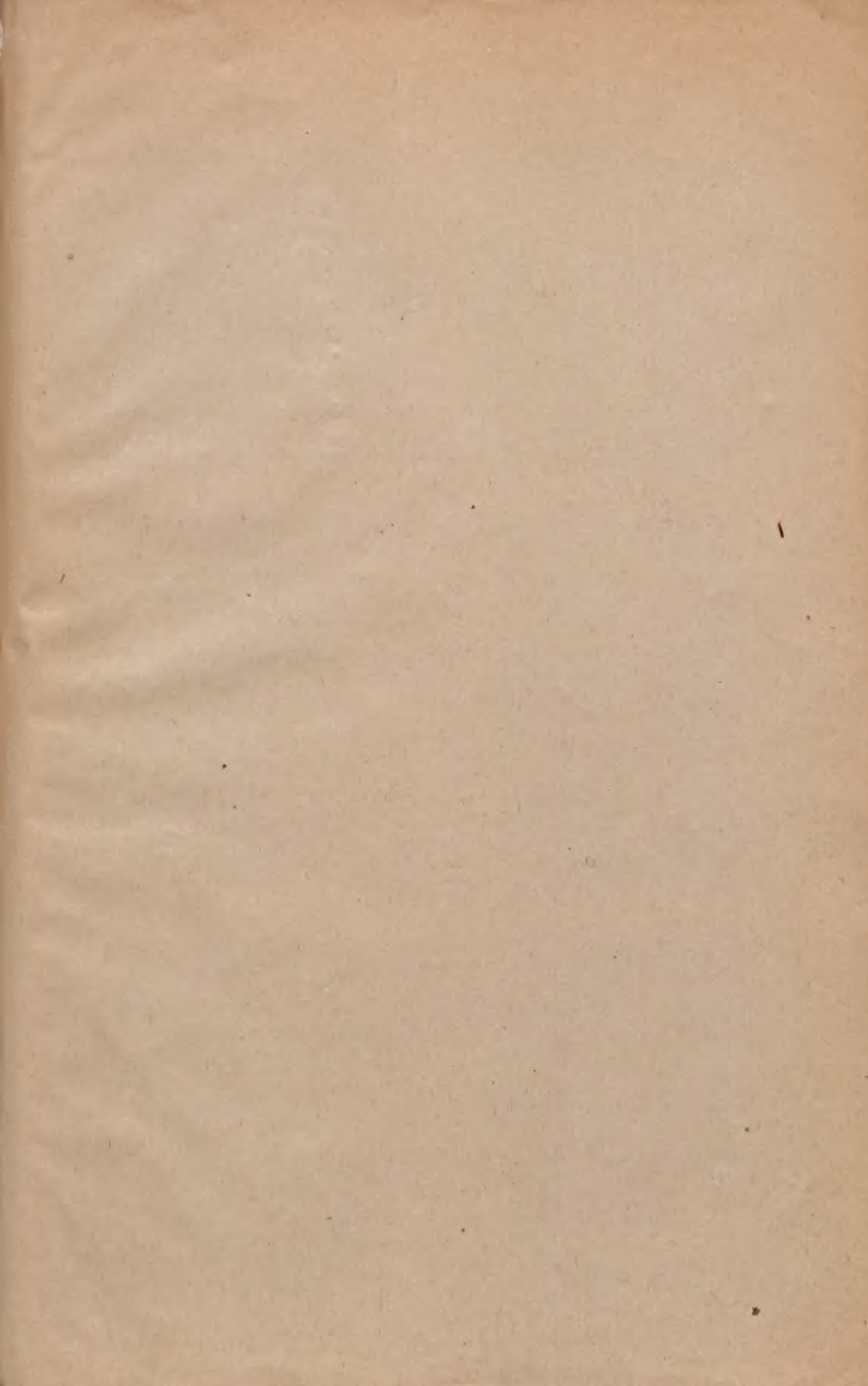


4.



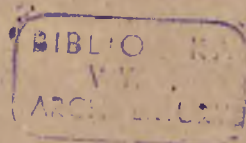
5.





## Objaśnienie tablicy IV. — Explication de la planche IV.

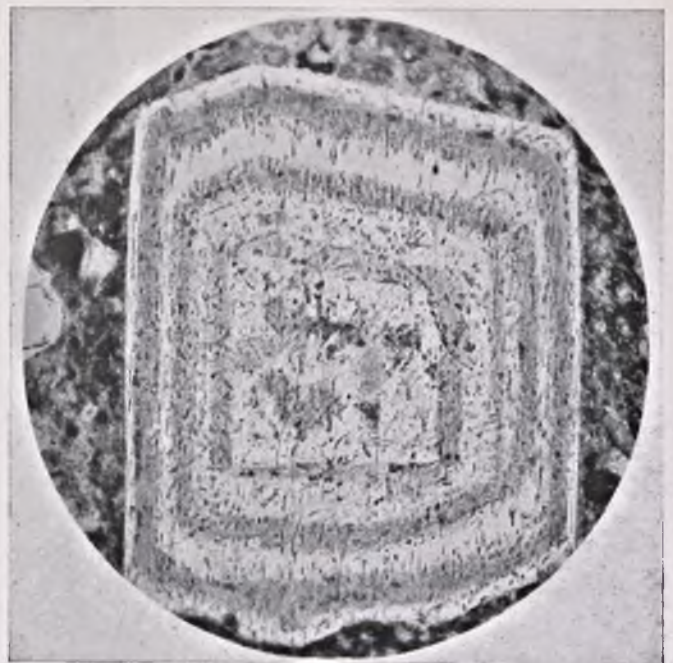
- Fig. 1. Wzar I. Świeżość prakryształów skaleni. Powiększenie: 85 razy.  
„ Wzar I. Des phénocristaux frais de feldspaths. Gross. 85 diam.
- Fig. 2. Wzar III. Prakryształ skalenia, częściowo skaolinizowany. Budowa pasowa. Powiększenie: 50 razy.  
„ Wzar III. Phénocrystal de feldspath, en partie kaolinisé. Structure zonée. Gross. 50 diam.
- Fig. 3. Wzar I. Amfibol częściowo zresorbowany. Powiększenie: 42 razy.  
„ Wzar I. Amphibole partiellement résorbée. Gross. 42 diam.
- Fig. 4. Potok Zakijowski = Krościenko IV. Prakryształ skalenia, zawierający w swym środku wysepkę kalcytu. Światło spolaryzowane, nikole skrzyżowane. Powiększenie: 84 razy.  
„ Le torrent Zakijowski = Krościenko IV. Phénocrystal de feldspath, englobant au centre un îlot de calcite. En lumière polarisée, nicols croisés. Gross. 84 diam.
- Fig. 5. Bryjarka V. Prakryształ skalenia z wysepką kalcytu we środku. Światło, jak wyżej. Powiększenie: 62 razy.  
„ Bryjarka V. Phénocrystal de feldspath renfermant au centre un îlot de calcite. En lumière polarisée; nicols croisés. Gross. 62 diam.
- Fig. 6. Bryjarka V. Prakryształ skalenia z jądrem skaolinizowanym. Światło, jak wyżej. Powiększenie: 84 razy.  
„ Bryjarka V. Phénocrystal de feldspath avec son noyau caolinisé. En lumière polarisée. Nicols croisés. Gross. 84 diam.



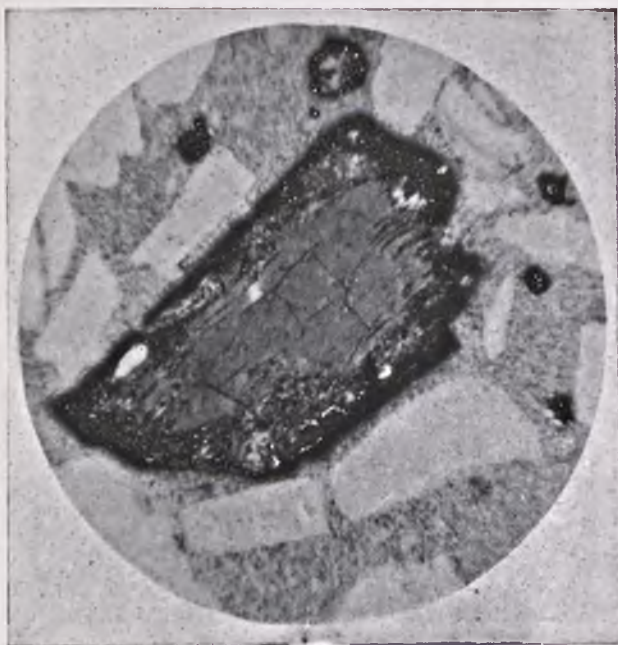




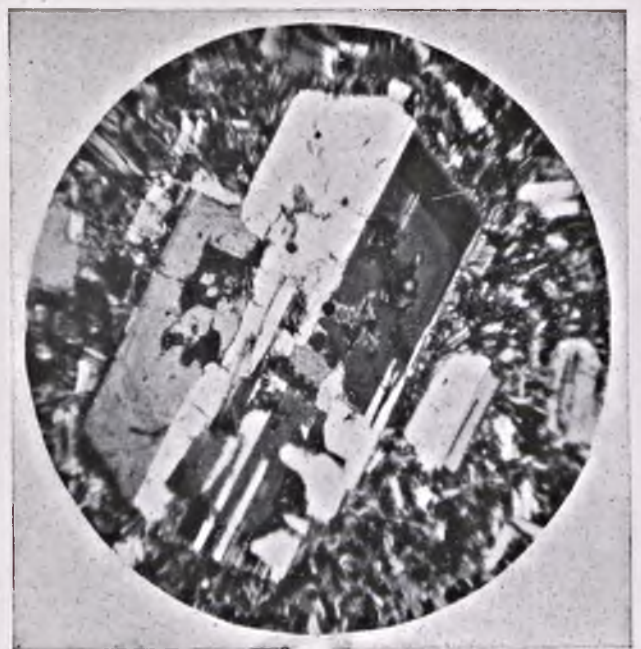
1.



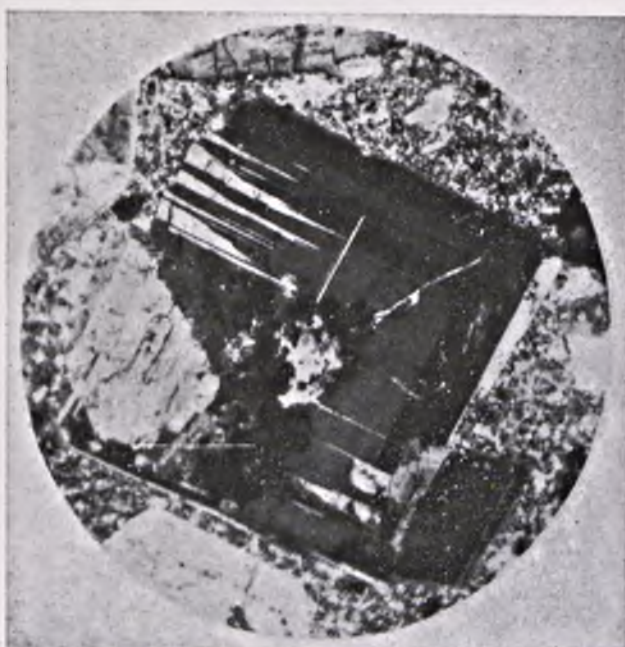
2.



3.



4.



6.



6198