

ANTONI GAWEŁ

## PRZEOBRAŻENIA PORFIRYTU Z SUŁOWA KOŁO WIELICZKI

(z analizami chem. Emilii Hejmo)

*Altérations du porphyrite de la localité Sułów près de Wieliczka*

(avec analyses par Mlle E. Hejmo)

**Streszczenie.** Przeprowadzono identyfikację składu chemicznego i mineralnego porfiryty z Sułowa i z Lanckorony, opracowanego w r. 1936. Zwrócono ponownie uwagę na inwersję budowy pasowej skaleni spowodowaną resorpcją amfiboli przez magmę zgodnie z tłumaczeniem tego zjawiska przez autora w r. 1936 i przez E. Wencka w r. 1945. Opisano odmianę przeobrażoną porfiryty z jego brzeżnej stropowej części. Proces przeobrażenia określono jako „kalifikację” spowodowaną przez późne stadia autopneumatolizy lub przez wczesne wody termalne powulkaniczne.

Porfiryty odkryte przez M. Książkiewicza (1936) w okolicach Lanckorony występują wśród kompleksu górnokredowych skał gęzowych zawierających wtrącenia piaskowców zlepieńcowatych (warstwy z Baszki). W podobnie wykształconych warstwach w Sułowie koło Wieliczki znać E. Tietze (Jb. Geol. R.-A. 1887) skałę wylewną uważając ją za cieszynit. W opracowaniu chemiczno-petrograficznym skały z Lanckorony A. Gaweł (1936) wykazał na podstawie obserwacji mikroskopowych, że próbki skały wylewnej z Sułowa należą do tego samego rodzaju co i skała z Lanckorony. Skała ze Sułowa zasługuje jednakowoż na osobne opracowanie z tego powodu, iż wykazuje ona w swym wykształceniu wyraźne różnicowanie w kierunku stropowym. Należy mianowicie rozstrzygnąć, czy różnicowanie to jest formą wykształcenia spilitowego, czy też jest skutkiem przeobrażenia, które stwierdzono w krakowskich skałach wylewnych okolic Krzeszowic i które zostało określone nazwą kalifikacji.

Skała występuje w Sułowie w nikłej odkrywce w miejscu zaznaczonym przez E. Tietzego w rozmiarach wyolbrzymionych co do powierzchni. Według opisu M. Książkiewicza tworzy ona „słabe nabrzmienie w terenie, leżące przy leśnej drodze prowadzącej z Dobranowic północnym zboczem wzgórza 404 w stronę Łazan. Zbocze to jest

silnie zarośnięte. Tuż na północ od drogi znajdują się zarośnięte wkopy i hałdy, ślady dawnego łomu. Wokół magmowca w zwietrzelinie występują liczne kawałki porowatych żółtawych gezów. Gezy budują górną część wzgórza 404, schodzą też do potoku płynącego między tym wzgórzem a Sułowem. Wśród gezów występują zlepieńce z wapieniem sztramberskim i szarym gnejssem, zupełnie analogiczne do zlepieńców występujących w sąsiedztwie magmowca lanckorońskiego. Przy Dobranowicach tuż przy domach leżących na stoku wzgórza w pobliżu potoku widać gruboławicowe piaskowce wapniste podobne do piaskowców ostrygowych z Lanckorony. Piaskowce te zapadają pod gezy. Odślonięte są one też w północnych zboczach wzgórza 404 w pobliżu działu wodnego między Sułowem a Łazanami. W ich spągu w Dobranowicach a także na działle wodnym na południowy wschód od Sułowa występują twarde zlepieńcowate piaskowce w cieńszych ławicach — i z grubymi ciemnymi łupkami, podobne do warstw grodziskich”.

Kamieniołom został po wojnie powiększony, dzięki czemu skała magmowa została nieco lepiej odsłonięta. Zapada ona stromo ku południowemu zachodowi zgodnie z warstwami skał gezowych i łupków. Wzdłuż jej stropu brak zjawisk kontaktowych w łupkach, sama zaś powierzchnia stropowa skały zdaje się wskazywać na soczewkowaty kształt intruzji. Dolna powierzchnia skały ginie wśród usypiska. Miąższość intruzji widoczną w odsłonięciu można ocenić na około 2 m.

Odsłonięcie skały w Sułowie nie pozwala na dokładniejsze ustalenie jej stosunku do skał otaczających. Dr Jadwiga Burtan (informacja ustna) wyraża przekonanie, iż zarówno skała ze Sułowa, jak i podobne skały z Myślenic nie występują w postaci intruzji, lecz jako duże egzotyki wśród utworów ilastych fliszu kredowego. Definitywne rozstrzygnięcie tego zagadnienia możliwe będzie w razie powiększenia odkrywk lub też gdy zostaną znalezione ułamki tej samej skały wśród otoczek, dość obficie znajdujących jako egzotyki w otaczających ilach i zlepieńcach. Dotychczas znaleziono wśród nich jedynie wapienie sztramberskie, wapienie zbite silnie piaszczyste, szare granity, gnejsy i porfiry.

Porfiry z Sułowa jest skałą zbitą barwy zielonawoszarej. Na świeżym przełamie widoczne są w niej wydłużone do 1,5 mm listewki skaleni połyskujące płaszczyznami łupliwości oraz równomiernie rozsiane drobne ziarenka minerałów femicznych lub ich produktów rozkładu w postaci skupień chlorytowych. Proces wietrzenia wywołuje brunatne zabarwienie wkraczające na 1 cm w głąb od powierzchni ułamków skały. Odmienne wykształcenie posiada skała w swej stropowej partii. Przechodzi ona mianowicie w strefę mało związłą barwy szarawobiałej, miąższości około 2 dm, o wyglądzie skały zwietrzałej.

### Porfiry z Sułowa nieprzeobrażony

Opis mikroskopowy. O strukturze skały decyduje wykształcenie skaleni. Listewki ich, wydłużone według krawędzi P/M układają się rozbieżnie promienisto, miejscami przechodząc w mniej lub więcej równoległe smugi tekstury potokowej. Zdarzają się też pojedyncze więk-

sze osobniki spłaszczone według ściany M i wtedy struktura skały nabiera cech struktury trachitowej. Tło skalne znajdujące się pomiędzy interstycjami listewek skaleni trójskośnych jest zbudowane ze skalenia potasowego. Listewki plagioklazów są obrośnięte wąską obwódką albitu, który przechodzi również w tło skalne, wytwarzając ze skaleniem potasowym przerosty typu granofirowego. Ksenomorficzne ziarna kwarcu posiadają niekiedy zarysy zaokrąglone jak gdyby na skutek obtopienia, przeważnie jednak mogą być uważane za końcowy produkt krystalizacji. Obserwuje się też i naokoło niektórych ziarn kwarcu aureole wzrostów granofirowych.

Minerały ciemne, żelazomagnezowe nie zostały zachowane. W zarysach na ogół idiomorficznych po tych minerałach widoczne są jedynie skupienia chlorytu. Istotnym składnikiem ciemnym był niewątpliwie biotyt, nieraz jeszcze zachowany wśród chlorytu. Tworzy on nieregularne blaszki barwy brunatnej o wyraźnym pleochroizmie. Wewnątrz nich można zauważyć wrostki ilmenitu, apatyty i cyrkonu. Wydłużone osobniki wypełnione chlorytem zdradzają obecność piroksenów i amfibolów. Niekiedy są widoczne w tych osobnikach poprzez chlorytowe skupienia ślady łupliwości i wtedy można oznaczyć względem nich znikanie światła pod kątem wynoszącym około  $12^\circ$  (amfibol zwyczajny?).

Na dokładniejszy opis zasługują skalenie. Wśród listewkowatych skaleni niektóre mają pokrój małych, krótkich słupków. Zawierają one 55 do 64% *An*. Stosunkowo nieliczne, powstały prawdopodobnie jeszcze przed krystalizacją amfibolów. Po amfibolach i tych nielicznych skaleniach zasadowych wykryły się oligoklasy ewentualnie albity oligoklazowe o zawartości 32, 16 i 8% *An*. Skalenie te są zachowane prawie w każdym listewkowato wykształconym plagioklazu, tworząc w nim nieco zserycytizowane ośrodki o skorodowanych zarysach. Skalenie te rzadko bywają zbliżone. W jednym przypadku oznaczono za pomocą stolika uniwersalnego dwójak według prawa kompleksowego [100] w (010). Korozja magmowa tych skaleni została spowodowana zmianami, jakie zaszły w chemizmie magmy. Główną przyczyną było obok alkalizacji niewątpliwie wzbogacenie magmy w wodę. Amfibole poprzednio wydzielone stają się wobec wody nietrwałe i przekształcają się w biotyt, a następnie w chloryt. Wzbogacenie wtórne magmy w wapń uwolniony podczas rozkładu amfibolów warunkuje krystalizację nowej generacji skaleni bardziej zasadowych. Są one wykształcone w postaci listewek bądź samodzielnych, bądź obrastających ziarna skorodowanych oligoklazów. Zawartość anortytu waha się w nich w dość szerokich granicach: 48, 47, 45, 39, 38% *An*. Krystalizacja ich była możliwa bez uprzedniej zoizotypizacji czy sosurytyzacji, gdyż woda została zużyta na tworzenie się biotytu. Zużycie wapnia na krystalizację listewek zasadowych skaleni objawia się w ciągłym spadku zawartości *An* w wąskich partiach brzeżnych tych listewek np. z 47% do 33% *An*. Krystalizacja listewek kończy się raptownie wydzielaniem się czystego albitu w postaci obwódek lub mezostasis stanowiącej przerost granofirowy albitu z ortoklazem i kwarcem.

Zastanawiająca jest nietrwałość oligoklazu wobec magmy wapnio-

wo sodowej bogatej w parę wodną. Również interesujący jest problem inwersji składu chemicznego skaleni. Zjawisko korozji skalenia wcześniej wydzielonego i inwersji w zawartości *An* tłumaczyłem (A. G a w e ł 1936) podwyższeniem temperatury magmy, przyjmując za R. T. C h a m b e r l i n e m utlenianie się FeO na Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lub F<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pod wpływem pary wodnej obecnej w magmie:



Jeśli dla wytłumaczenia korozji skaleni wcześniej wydzielonych było wystarczające przyjęcie podwyższenia temperatury na skutek utleniania składników magmy, to w przypadku rekurencji pasowej i inwersji w zawartości *An* skaleni rzeczą słuszną było wziąć pod uwagę uwalnianie się wapnia podczas przeobrażania się amfibolów w biotyt. (A. G a w e ł 1936). Podobny pogląd na rekurencję i inwersję zawartości *An* w skaleniach wypowiedział też E. W e n k (1945).

### Rozbiór chemiczny i charakterystyka petrograficzna skały nieprzeobrażonej

Próbki możliwie świeżego porfirytu z Sułowa zostały poddane analizie chemicznej. Wyniki analizy przedstawia tabela 1, w której dla porównania zestawiono także analizę porfirytu z Lanckorony, przy czym

Tabela 1

#### Analiza chemiczna

	Porfiryty z Sułowa			Porfiryty z Lanckorony	
	I	II	III	IV	V
SiO <sub>2</sub>	63,05%	64,72%	1,0733	62,98%	65,35%
TiO <sub>2</sub>	0,74	0,76	0,0095	0,87	0,90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20	0,20	0,0014	0,25	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,49	16,92	0,1656	16,12	16,73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,79	1,84	0,0115	1,16	1,22
FeO	2,36	2,43	0,0338	3,35	3,48
MnO	0,05	0,05	0,0007	0,09	0,09
MgO	1,56	1,60	0,0397	1,84	1,90
CaO	4,30	3,50	0,0624	3,94	2,44
Na <sub>2</sub> O	2,68	2,75	0,0443	3,10	3,22
K <sub>2</sub> O	3,45	3,54	0,0376	2,55	2,65
H <sub>2</sub> P(+105°)	1,65	1,69	0,0938	1,75	1,76
H <sub>2</sub> O(-105°)	0,51	—	—	0,77	—
CO <sub>2</sub>	0,70	—	—	1,24	—
	99,53%	100,00%		99,96%	100,00%

- I — analiza ryczałtowa porfirytu z Sułowa; analityk: Emilia Hejmo
- II — analiza I po odjęciu 1,59% CaCO<sub>3</sub> i 0,51% H<sub>2</sub>O
- III — stosunki molekularne
- IV — analiza ryczałtowa porfirytu z Lanckorony; analityk A. G a w e ł
- V — analiza IV po odjęciu 2,83% CaCO<sub>3</sub> i 0,77% H<sub>2</sub>O

### Parametry Nigglego

	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>
porfiryty, Sułów	265,1	40,68	23,87	15,32	20,11	0,41	0,41
porfiryty, Lanckorona	271,5	41,01	28,05	10,90	20,04	0,34	0,42

### Wyliczony skład mineralny w % wag.

	Porfiryty z Sułowa	Porfiryty z Lanckorony
ortoklaz	21,0	15,7
albit	23,3	27,3
anortyt	16,2	10,6
chloryt (amezyt, serpen- tyn)	8,3	14,8
	1,9	—
kwarc	25,7	28,9
ilmenit, rutyl, magnetyt	2,7	2,1
apatyt	0,4	0,6
glina niezwiązana	—	—
woda niezwiązana	0,5	—
	100,0	100,0

różnice w chemizmie obu skał są nieznaczne, jeśli uwzględnić, że miejsca ich występowania są odległe od siebie około 30 km w linii powietrznej. Odległość obu punktów wylewów była w rzeczywistości znacznie większa, ponieważ skały te znajdują się w dwóch różnych jednostkach tektonicznych nasuniętych na siebie.

Przy jednakowej wartości parametru *al* i *alk* skały te różnią się parametrami *c* i *si*. Ma to uzasadnienie w porfirytyce Lanckorony w większej nieco zawartości kwarcu i w mniejszym udziale cząsteczki anortytowej w przeciętnym plagioklazie. Pokrewieństwo obu skał nie podlega więc wątpliwości. Należą one do magmy typu kwarcowo-diorytowego. Przy ustalaniu charakteru magmy należy jednak pamiętać, że skały wylewne w porównaniu ze skałami głębinowymi tej samej magmy są bogatsze w krzemionkę i alkalia, uboższe natomiast w tlenki ziem alkalicznych. Mając więc na uwadze stosunek skał wylewnych do głębinowych wyrażony tymi właśnie wahaniami w ich chemizmie, będzie można wypowiedzieć wniosek, iż skała z Lanckorony jest bardziej peryferyczna w stosunku do ogniska magmowego niż skała z Sułowa.

### Porfiryty z Sułowa przeobrażony, z części stropowej

Wąska na mniej więcej 2 dm strefa w stropowej części odsłonięcia porfiryty w Sułowie wiąże się ciągłymi przejściami ze skałą świeżą, nie zmienioną. Skała tej strefy jest barwy szarawobiałej. W preparatach mikroskopowych obserwuje się w niej kalcyt wypełniający najczęściej

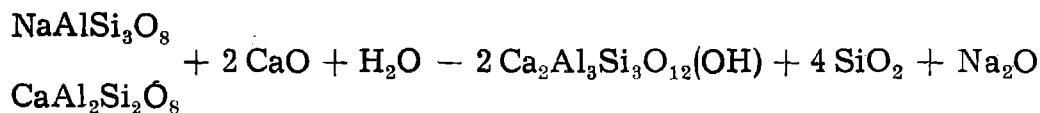
wnętrza listewek skaleni, rzadziej natomiast znajdujący się w interstycjach pomiędzy listewkami. Zasługuje na podkreślenie świeżość skaleni tła skalnego pomiędzy listewkami plagioklazów jako też świeżość obwódok obrzeżających listewki. W preparatach, z których usunięto węglan wapnia działaniem kwasu solnego, można zauważyć wewnątrz niektórych listewek wypełnienia masą bardzo drobnoziarnistą o niskich barwach interferencyjnych i niskim średnim współczynniku załamania światła. Masy ziarniste tła skalnego przechodzą, podobnie jak w skale świeżej, w przerosty granofirowe albitu, ortoklazu i kwarcu. Kwarc w postaci nieregularnych ziarn jest nieco częstszy niż w skale świeżej. Brak natomiast biotyту i amfibolów. Widoczne są za to liczne ziarenka magnetytu lub ilmenitu oraz nieoznaczalne szare pyłki (kaolin ?).

Szczególniejszą uwagę poświęcono oznaczeniom skaleni w preparatach wytrawionych kwasem solnym dla usunięcia węglanu wapnia. We wnętrzu listewek są mianowicie zachowane dość świeże ośrodki skaleni o widocznej łupliwości a nawet zbliżeniu. Są to skaleni o zawartości 42, 38 i 34% *An*. Czasem wewnątrz takiego jądra tkwi relikт o zawartości dochodzącej do 60% *An*. Skaleni o zawartości 42 — 34% *An* są nadgryzione i oddzielone od całkiem świeżej obwódki listewki wspomnianą masą drobnoziarnistą o szarych barwach interferencyjnych (adular?) lub próżnią wypełnioną kalcytem. Na granicy nadgryzonego jądra i masy wypełniającej zauważyć można resztki epidotu lub klinozoizytu. Świeża obwódka listewki jest plagioklazem o zawartości 48 — 38% *An*. Zawartość ta spada tuż przy konturze listewki do 28% *An*. Obserwuje się też nieliczne dość dobrze zachowane skaleni listewkowate, skolorowane od zewnątrz w zetknięciu z tłem skalnym, zawierające 18 — 20% *An*.

Na podstawie obserwacji mikroskopowych można ustalić następujący przebieg krystalizacji: W partii brzeżnej omawianej intruzji wydzielili się poza nielicznymi drobnymi plagioklazami o 60% *An* skaleni o zawartości 42 — 34% *An*, a więc bardziej wapienne niż skaleni wydzielone w analogicznej fazie w środku skały (32, 17, 16 i 8% *An*). Świadczy to bądź o migracji składników chemicznych wysokotemperaturowych ku chłodniejszym partiom brzeżnym intruzji według zasady Ludwiga-Soreta, bądź też o warunkach uniemożliwiających krystalizację większej ilości amfibolów (np. z powodu mniejszej zawartości magnezu w magmie). Uwodnienie magmy zachodzące podczas intruzji w skały ilaste fliszu doprowadziło następnie i w partii brzeżnej do rozkładu nielicznych amfibolów i ponownego nasycenia magmy wapniem. Powstały więc warunki dla krystalizacji obwódek uzupełniających skaleni listewkowate a zawierających zwiększoną ilość cząsteczki anortytowej, dochodzącą do 48%.

Istnieje dotąd zgodność faz krystalizacji w części stropowej skały i w jej wnętrzu poza nieznacznymi tylko wahaniem w składzie chemicznym magmy. Później jednak pojawia się nowy czynnik powodujący przeobrażenie ośrodków w mniej zasadowych skaleniach listewkowatych. Obserwuje się naprzód zoizytyzację ośrodków andezynowych i następnie

wypieranie zoizytu i andezynu przez masę drobnoziarnistą. Podobną masę drobnoziarnistą obserwował Z. R o z e n (1909) w zmienionych białych porfirach i melafirach krakowskich. Ponieważ te zmienione skały cechowało wzbogacenie w potas, przeto Z. R o z e n przyjął dla tych mas drobnoziarnistych skład chemiczny ortoklazu lub adularu (porówn.: K. S m u l i k o w s k i, 1952, str. 209). Na podstawie obrazu mikroskopowego w porfiryście z Sułowa, analogicznego do podobnych obrazów zaobserwowanych w porfirach krakowskich, przewidywałem wzbogacenie białej części porfirytytu w potas, co zresztą potwierdziła analiza chemiczna. Przyjąć więc należy przeobrażenie plagioklazów połączone z wypieraniem ich przez skałen potasowy. Przeobrażenie to odbywało się pod wpływem wód gorących zasobnych w alkalia (G. F e n n e r 1936, R. D. T e r z a g h i 1948, A. B o l e w s k i 1938 i 1939, J. T o k a r s k i 1952, A. G a w e ł, 1954). W wyniku badań nad porfirytem sułowskim można uzupełnić dane odnoszące się do przebiegu reakcji w sposób następujący: pod wpływem roztworów hydrotermalnych, a może nawet wód resztkowych z ostatniej fazy krystalizacji magmy odbywała się naprzód zoizytyzacja andezynów, zgodnie z równaniem przyjmowanym przez A. B e r g e a t a (1909):



Wytworzony zoizyt reagował z doprowadzonym równocześnie potasem. Według doświadczeń L e m b e r g a z zoizytu traktowanego roztworem węglanu potasowego powstaje kaolinian potasu. Należy przyjąć, że w obecności 4 drobin  $\text{SiO}_2$ , uwalniających się podczas zoizytyzacji, wytworzy się ortoklaz zamiast kaolinianu potasu.

Oczywiście osobne zagadnienie stanowią różnice w zachowaniu się plagioklazów o różnej zawartości *Ab* i *An*. Plagioklasy według dzisiejszego stanu rozpoznania naukowego nie tworzą ciągłego szeregu kryształów mieszanych. W kryształach mieszanych od labradoru do anortytu utworzonych w wysokich temperaturach następuje rozpad na submikroskopowe lamelki albitu i anortytu, które będą się zachowywać jak czysty albit i anortyt wobec czynników chemicznych. Być może, że w tej właśnie strukturze wewnętrznej plagioklazów leży przyczyna różnic w zachowaniu się skałeni wobec czynników powodujących hydrotermalne przeobrażenia. Czysty mianowicie albit i skałenie wapniowo-sodowe, bardziej zasadowe a będące zrostem albitu i anortytu, w mniejszym stopniu ulegają przeobrażeniu niż kryształy mieszane (oligoklaz, andezyn).

#### Rozbiór chemiczny skały przeobrażonej

Wyniki analizy skały przeobrażonej zestawiono w tabeli 2 obok analizy skały świeżej, przy czym

Tabela 2

Analiza chemiczna  
Porfiryt z Sułowa

	przeobrażony			świeży	
	I	II	III	IV	V
SiO <sub>2</sub>	59,85%	66,25%	1,0987	63,05	64,72
TiO <sub>2</sub>	0,84	0,92	0,0115	0,74	0,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,18	0,19	0,0013	0,20	0,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,51	18,27	0,1788	16,49	16,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,98	1,09	0,0068	1,79	1,84
FeO	0,23	0,25	0,0035	2,36	2,43
MnO	0,05	0,05	0,0007	0,05	0,05
MgO	0,62	0,68	0,0169	1,56	1,60
CaO	6,60	2,79	0,0497	4,30	3,50
Na <sub>2</sub> O	1,03	1,14	0,0184	2,68	2,72
K <sub>2</sub> O	4,14	4,58	0,0486	3,45	3,54
H <sub>2</sub> O(+110°)	3,42	3,79	0,2104	1,65	1,69
H <sub>2</sub> O(-110°)	2,09	—	—	0,51	—
CO <sub>2</sub>	3,20	—	—	0,70	—
	99,74%	100,00%		99,53%	100,00%

- I — analiza ryczałtowa porfiryty przeobrażonego, Sułów; anal. E. Hejmo  
 II — analiza I po odjęciu 7,28% CaCO<sub>3</sub> i 2,09% H<sub>2</sub>O  
 III — stosunki molekularne  
 IV — analiza ryczałtowa porfiryty świeżego, Sułów; anal.: E. Hejmo  
 V — analiza IV po odjęciu 1,59% CaCO<sub>3</sub> i 0,51% H<sub>2</sub>O

Parametry Nigglego

	si	al	fm	c	alk	k	mg
porfiryt, Sułów przeobrażony	332,7	54,15	10,50	15,05	20,30	0,72	0,48
porfiryt, Sułów świeży	265,1	40,86	13,87	15,32	20,11	0,41	0,41

Wyliczony skład mineralny w % wag.

	porfiryt przeobrażony z Sułowa
ortoklaz	27,1
albit	9,7
anortyt	12,8
amezyt	3,1
kwarc	35,8
ilmenit, rutyl	2,0
apatyt	0,4
glina niezwiązana	5,7
woda niezwiązana	4,5
	100,0



różnice w składzie chemicznym skały świeżej i skały przeobrażonej ujawnią się jeszcze wyraźniej, gdy się uwzględni następujące molekularne stosunki:

	K <sub>2</sub> O : Na <sub>2</sub> O	i	CaO : Na <sub>2</sub> O
porfiryty przeobrażony	4,01		2,24
„ świeży	1,29		1,63

Zwiększenie zawartości potasu w porfirytye zmienionym ze stropowej części odkrywki nie odpowiada normalnej dyferencjacji zachodzącej podczas tworzenia się facji spilitowej, ilość bowiem przeciętnego albitu spada w nim przeszło dwukrotnie w porównaniu do skały świeżej. Gdyby zaś wzbogacenie w potas było następstwem procesów wietrzenia (np. serycytyzacji skaleni), to przede wszystkim byłby widoczny także ubytek ilości CaO w stosunku do Na<sub>2</sub>O. Wzrost natomiast CaO zobrazowany stosunkiem CaO : Na<sub>2</sub>O nie wskazuje wcale na proces wietrzenia. Zgodnie ze spostrzeżeniami mikroskopowymi wzrost CaO jest spowodowany ubytkiem oligoklazów o andezynu przy zachowaniu obwódek labradorowych o przeciętnym składzie  $Ab_{45}An_{55}$ .

Powstaje też zagadnienie, czy wzrost ilości potasu jest spowodowany rzeczywistym doprowadzeniem z zewnątrz, czy też jest tylko rezultatem zmian procentowych na skutek ubytku innych składników chemicznych. Niekiedy, zwłaszcza jeżeli nadwyżka potasu jest nieduża, o doprowadzeniu lub o wzroście procentowym K<sub>2</sub>O rozstrzygają proste przeliczenia rachunkowe. I tak w porfirytye przeobrażonym ilość albitu i anortytu wynosi 22,5% w porównaniu z 39,5% w skale świeżej; ubytek zatem plagioklazów wynosi 17%. Znajdziemy przeto, iż 21% ortoklazów skały świeżej po jej przeobrażeniu i ubytku 17% wzrośnie do 25%. Jest to wartość zbliżona do 27% ortoklazów w skale przeobrażonej, świadcząca o małej ilości doprowadzonego potasu.

Dla wyraźniejszego odróżnienia wzrostu procentowego potasu od doprowadzonego z zewnątrz posłużyłem się parametrami N i g l e g o. Mają one tę zaletę, iż cztery spośród nich jako odpowiadające najważniejszym składnikom skały są zawsze sprowadzone do wspólnej i to powiększonej miary porównawczej:  $al + fm + c + alk = 100$ . Parametr  $c$  został rozdzielony na dwie części  $c'$  i  $c''$ . Część oznaczona przez  $c'$  odnosi się do CaO związanego w plagioklazach, zaś  $c''$  odpowiada ilości CaO należącej do składników femicznych, przy czym:

$$c' = c \text{ jeśli } c + alk = al$$

$$c'' = alk + c - al, \text{ gdy } c + alk > al$$

$$c' = c - c''$$

Tak samo przedstawiono w zestawieniach parametr  $alk$  jako parametry tlenku sodu i tlenku potasu:  $alk(1-k)$  i  $alk.k$ .

### Porfiryty z Sułowa

	k	mg	si	al	fm	c''	c'	alk(1-k)	alk.k	względny wzrost alk.k	Ab <sub>x</sub> An <sub>y</sub>
porfiryty świeży	0,31	0,41	265,1	40,86	23,87	—	15,32	11,86	8,25	100 · 8,25 : 80,18	Ab <sub>61</sub> An <sub>39</sub>
porfiryty przeobrażony	0,72	0,48	332,7	54,15	10,50	—	15,05	5,68	14,62	= 10,28	Ab <sub>43</sub> An <sub>57</sub>
Ubytek, nadmiar:			+ 67,6	+13,29	-13,37	—	- 0,27	-6,18	+ 6,37		

W zestawieniu tym zostały zsumowane wszystkie ubytki rozważanych czterech parametrów i odjęte od liczby 100. Do tej reszty odniesiono parametr *alk.k* skały świeżej i przeliczono na 100. Otrzymany procent 10,20 wskazuje na względny przyrost parametru *alk.k* w przypadku ubytków ze skały świeżej, gdy podlega ona przeobrażeniu. Ten względny przyrost procentowy jest niższy od parametru *alk.k* skały przeobrażonej. Wniosek stąd oczywisty, iż podczas przeobrażenia potas został doprowadzony do skały.

### Uwagi porównawcze i podsumowanie wyników

Podobne przeliczenia wykonano dla skał, w których analitycznie stwierdzono wzrost potasu w porównaniu z zawartością tego składnika w odmianach niezmienionych. Wzięto pod uwagę porfiry z Miękini i Zalasu oraz melafiry z Regulic i Poręby według analiz Z. Rozena (1909), porfir ze stropu w Miękini według analizy A. Bolewskiego (1938) oraz skały obsydianowe świeże i zdewitryfikowane z Esterel, cytowane przez R. D. Terzaghi (1948).

#### Porfir z Miękini

	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c''</i>	<i>c'</i>	<i>alk(1-k)</i>	<i>alk.k</i>	względny wzrost <i>alk.k</i>	$Ab_x An_y$
porfir świeży	0,41	0,34	318,2	38,53	19,30	3,64	12,01	15,65	10,87	100·12,01 : 77,27	$Ab_{72}An_{28}$
porfir przeobrażony	0,80	0,18	389,0	47,65	16,13	0,00	5,62	6,12	24,48	= 14,97	$Ab_{68}An_{32}$
Ubytek, nadmiar:			+ 70,8	+ 9,12	- 3,17	-3,64	-6,39	-9,53	+13,61		

	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c''</i>	<i>c'</i>	<i>alk(1-k)</i>	<i>alk.k</i>	względny wzrost <i>alk.k</i>	$Ab_x An_y$
porfir świeży	0,41	0,34	318,2	38,53	19,30	3,64	12,01	15,65	10,87	100·10,87 : 66,98	$Ab_{72}An_{28}$
porfir biały, strop.	0,81	0,17	386,7	60,84	10,70	0,00	1,82	5,06	21,58	= 16,22	$Ab_{62}An_{38}$
Ubytek, nadmiar:			+ 68,5	+22,31	- 8,60	-3,64	-10,19	-10,59	+10,71		

#### Porfir z Zalasu

	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c''</i>	<i>c'</i>	<i>alk(1-k)</i>	<i>alk.k</i>	względny wzrost <i>alk.k</i>	$Ab_x An_y$
porfir świeży	0,36	0,38	310,1	37,85	18,89	5,41	5,00	17,89	10,96	100·10,96 : 85,78	$Ab_{79}An_{21}$
porfir przeobrażony	0,58	0,37	369,5	39,12	13,91	7,84	2,09	15,56	21,47	= 12,77	$Ab_{94}An_6$
Ubytek, nadmiar:			+ 59,4	+ 1,27	- 4,98	+2,43	-6,91	= 2,33	+10,51		

#### Melafir z Regulic (R) i z Poręby (P)

	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c''</i>	<i>c'</i>	<i>alk(1-k)</i>	<i>alk.k</i>	względny wzrost <i>alk.k</i>	$Ab_x An_y$
melafir świeży (R)	0,30	0,42	137,8	22,02	36,36	19,60	7,77	9,98	4,27	100·4,27 : 76,25	$Ab_{72}An_{28}$
melafir przeobrażony (P)	0,69	0,45	201,9	26,94	39,54	4,65	0,00	8,95	19,92	= 5,60	$Ab_{100}An_0$
Ubytek, nadmiar:			+ 64,1	+ 4,92	+ 3,18	-14,95	-7,77	-1,03	+15,65		

## Obsydian z Esterel

Francja

	<i>k</i>	<i>mg</i>	<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c''</i>	<i>c'</i>	<i>alk(1-k)</i>	<i>alk.k</i>	względny wzrost <i>alk.k</i>	<i>Ab<sub>x</sub>An<sub>y</sub></i>
obsydian	0,34	0,41	481,3	42,27	15,43	0,00	3,21	25,79	13,30	100·13,30 : 82,03	<i>Ab<sub>51</sub>An<sub>6</sub></i>
obsydian zdewi- tryfikowany	0,65	0,34	504,3	41,28	10,75		0,00	16,78	31,19	= 16,21	<i>Ab<sub>100</sub>An<sub>0</sub></i>
Ubytek, nadmiar:			+ 23,0	- 0,99	- 4,68		- 3,21	- 9,01	+17,89		

Z parametrów tych obliczono również przeciętny plagioklaz według wzorów:

$$An = 4c : Ab = 8 alk (1 - k)$$

$$\% An \text{ w plagiokl.} = \frac{100 c}{2 alk (1 - k) + c}$$

Zestawienie parametrów Nigglego dla skał świeżych i przeobrażonych potwierdza wyraźnie sprawę ubytku sodu i wapnia związanych w plagioklazach. Okazuje się, iż w skałach przeobrażonych przeciętny plagioklaz bywa czystym albitem (melafir z Poreby, porfir z Zalasu, obsydian z Esterel) lub plagioklazem bogatszym w *An* niż w skałach świeżych. W ten sposób również i za pomocą ryczałtowych analiz chemicznych i wyliczonych z nich parametrów potwierdza się słuszność spostrzeżeń mikroskopowych, pouczających o większej trwałości czystego albitu i bardziej zasadowych skaleni wobec przeobrażających czynników hydrotermalnych. Naturalnie wyniki analiz chemicznych dają obraz sumaryczny, nie uwzględniając faktu różnych stadiów przeobrażeń, przy których są usuwane większe lub mniejsze ilości zarówno składników żelazowomagnezowych, jak i składników budujących plagioklasy.

Podsumowanie wyników niniejszego opracowania streszcza się w następujących wnioskach:

1. Skład chemiczny porfiryty z Sułowa koło Wieliczki jest zgodny ze składem porfiryty z Lanckorony. Drobne różnice w zawartości krzemionki, alkaliów i ziem alkalicznych mogą wskazywać na bardziej peryferyczne położenie skały z Lanckorony w stosunku do ogniska magmowego.

2. W składzie chemicznym plagioklazów stwierdza się inwersję zawartości *An*, spowodowaną wzbogaceniem się magmy w CaO na skutek przeobrażenia się amfibolów w biotyt w związku ze wzbogaceniem się magmy w alkalia i parę wodną w późniejszych stadiach jej zestalania się. Widoczna jest korozja skaleni wcześniej wykrystalizowanych i prawidłowe ich obrastanie obwódkami bardziej zasadowymi. Ostatnie stadium krystalizacji prowadzi do powstania tła skalnego zbudowanego z albitu, ortoklazu i kwarcu, bardzo często w przeroście granofirowym.

3. W stropie intruzji w Sułowie zielonawoszary porfiryty przechodzi w odmianę żółtawobiałą i mało zwięzłą o wyglądzie skały mocno zwięzłej. Pod mikroskopem obserwuje się ługowanie osródek skaleni

o składzie oligoklazu lub andezynu, przy całkowitym zachowaniu albitu, labradoru i ortoklazu. W miejscach wylugowanych powstają bądź próżnie, bądź wypełnienia substancją bardzo drobnoziarnistą, słabo dwójłomną (adular). Często na granicy reliktywnej ośrodku i masy wypełniającej obserwuje się zanikające resztki klinozoizytu i epidotu.

4. Skała przeobrażona wykazuje wzbogacenie w potas. Przeprowadzono przeliczenia analiz i za pomocą parametrów Nigglego wykazano, iż wzbogacenie w potas nie jest względne, lecz spowodowane zostało dopływem substancji zawierającej potas podczas wczesnych procesów hydrotermalnych lub może autopneumatolitycznych.

5. Stwierdzono większą trwałość albitu i labradoru wobec czynników hydrotermalnych w porównaniu z oligoklazem i andezynem. Wytłumaczenia tego zjawiska należy dopatrywać się w mniejszej trwałości kryształów mieszanych plagioklazu w porównaniu z czystym albitem i anortytem, występującymi samodzielnie bądź w przerostach submikroskopowych, za jakie uważa się labradora.

6. Na podstawie obserwacji mikroskopowych różnych stadiów przeobrażeń kalifikujących przyjęto, że hydrotermalne roztwory alkaliczne powodują naprzód zoizytzację skaleni, następnie zaś przekształcenie zoizytu w ortoklaz lub adular.

*Zakład Mineralogii i Petrografii  
Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków*

## WYKAZ LITERATURY

### BIBLIOGRAPHIE

1. Bergeat A. (1909), Der Granodiorit von Conception del Oro im Staate Zacatecas (Mexico) und seine Kontaktbildungen. *Neues Jb. Mineral.* B1-Bd. 28.
2. Bolewski A. (1938), Skała przeobrażona z Siedlec koło Krzeszowice (Das metamorphe Gestein von Siedlec bei Krzeszowice (Polen). *Rocznik Pol. Tow. Geol.* 14.
3. Bolewski A. (1939), Zagadnienie „kalifikacji” krakowskich skał magmowych. (Das Problem der „Kalifikation” der Krakauer Magmagesteine). *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 15.
4. Fenner C. (1936), Yellowstone Park borehole investigations. *Journ. Geol.* 44.
5. Gaweł A. i Książkiewicz M. (1936), Porfiryty z Karpat zachodnich (Die Porphyritgesteine aus den Westkarpaten). *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 12.
6. Piekarska E. i Gaweł A. (1954), Heulandyt z Rudna koło Krzeszowice (Heulandite from Rudno, Cracow district). *Rocznik Pol. Tow. Geol.* 22.
7. Rozen Z. (1909), Dawne lawy W. Ks. Krakowskiego. Rozprawy Wydz. Matem. przyrodn. Ak. Um. w Krakowie, 49 (Die alten Laven im Gebiete von Krakau). *Bull. Intern. Acad. Sci., Cracovie.*
8. Smulikowski K. (1952), Geochemia, Warszawa, str. 209 (adularyzacja).
9. Terzaghi R. D. (1948), Potash-rich rocks of the Esterel, France. *Amer. Mineral.* 33.
10. Tokarski J. (1952), The Problem of „Kalifikation” of Magmatic Rocks in the Region of Cracow. *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. III.* 1. nr 5.
11. Wenk E. (1945): Die Koexistenzbedingungen zwischen Hornblende, Biotit und Feldspat und die Bedeutung der oszillierenden Zonarstruktur. *Schweiz. Min.-petr. Mitt.* 25.

## RÉSUMÉ

**Abstract.** Dans l'étude présente l'auteur entreprend une identification de la composition chimique et minérale du porphyrite de Sułów et celui de Lanckorona en suite de ses recherches faites en 1936. Il démontre, de nouveau que l'inversion de la structure zonée des feldspaths fut causée par la résorption des amphiboles par le magma, d'accord avec son explication de ce fait du 1936, ainsi qu'avec l'explication d' E. Wenk du 1945. Il décrit une variété transformée du porphyrite dans sa haute partie marginale causée par une „Kalkification” sous influence d'autopneumatolise ou peut-être par l'action des eaux thermales post-volcaniques, primordiales.

Parmi toutes les roches volcaniques du Flysch Karpathique en Pologne les porphyrites de Sułów près de Wieliczka, de Myślenice et de Lanckorona, sont celles qui sont situées au plus loin vers l'est (M. Książkiewicz, J. Burtan, A. Gaweł). Sur la carte géologique d' E. Tietz la roche du dernier point mentionné fut déterminée comme teschenite. Selon M. Książkiewicz les intrusions de ces roches, définies par A. Gaweł comme porphyrites quartzifères devraient avoir lieu dans le Crétacé supérieur d'une faciès de gaize, intercalée des marnes et des grès conglomératiques, cimentés du calcaire.

A. Les recherches pétrographiques, exécutées par l'auteur de l'étude présente, ont fixé une identité totale de la composition chimique et minérale de la roche de Sułów avec celle de Lanckorona, bien que la distance entre les dites localités est de plus que 30 km.

Le porphyrite de Sułów c'est une roche compacte de couleur gris-verdâtre. On peut remarquer sur ses fraîches surfaces de cassure des lamelles des feldspaths, allongées jusqu'au 1,5 mm, ainsi que des grains fins des minéraux fémiques ou bien des produits de leur décomposition, parsemés régulièrement en forme des amas du chlorite. Les lamelles des feldspaths allongées suivant les arêtes P/M s'arrangent radialement en formant une structure ophitique; cette structure passe par places en texture fluidale distincte.

Il existe parfois des individus particuliers plus grands aplatis suivant la face M; le microscope permet alors de voir un passage à structure trachitique.

Le fond de la roche, placé entre les lamelles croisées des feldspaths tricliniques, est formé du feldspath potassique. Les lamelles des plagioclases portent de fines bordures d'albite, qui en passant au fond de la roche devient pénétré de feldspath potassique à la mode de structure granophyrique.

Les grains xénomorphiques du quartz ont parfois des contours arrondis, le plus souvent pourtant ils représentent le produit final de la cristallisation. Remarquons que parfois autour des grains du quartz il y a des auréoles granophyriques. Les minéraux fémiques furent conservés seulement en traces. Dans les amas chloritiques étant les produits de transformation des minéraux fémiques, on peut remarquer quelquefois des restes du biotite brun à pléochroïsme distinct. Les formes des amas du chlorite sont souvent allongées; de leurs contours ils ressemblent aux amphiboles et aux piroxènes. Les traces du clivage ainsi que l'angle d'extinction de la lumière remporté à la direction du

clivage, dans les restes du minéral, visibles dans ces amas du chlorite, témoignent la présence primordiale des amphiboles ordinaires.

Une étude plus détaillée des feldspaths permet de constater existence de plusieurs générations de ce minéral. Ces générations forment soit des cristaux isolés, soit des cristaux mixtes zonés, dont les zones de plus en plus acides démontrent souvent une inversion de leur chimisme.

Relativement peu nombreux sont des feldspaths allongés en forme de petits prismes, contenant 55—64% du *An*, dont la cristallisation fut accomplie encore avant celle des amphiboles. Plus tard, après la formation des amphiboles, ont cristallisé les oligoclases et les albite-oligoclases. Ils se trouvent comme les noyaux dans l'intérieur des lamelles du plagioclase plus basique qui ont formées ensuite une génération plus répandue dans la roche. Les plagioclases de noyaux, un peu séricitisées, ont les contours corrodés. On n'a déterminé qu'une fois seulement un noyau maclé selon la loi complexe [100] en (010). Les altérations du chimisme du magma, arrivées peut-être pendant son intrusion dans les roches du Flysch, sont la cause de la dite corrosion des feldspaths. On doit admettre qu'en ce temps-là le magma fut enrichi en l'eau, c'est qui fut la cause de la transformation des amphiboles, formés précédemment, en biotite et puis en chlorite (autopneumatolise). Pendant cette transformation fut délivré le Ca et par suite le magma fut enrichi en CaO; c'est pourquoi que les feldspats qui se forment maintenant comme les lamelles les plus répandues, sont aussi plus riches en Ca, que les feldspaths dégagés plus tôt. Le contenu du *An* dans cette dernière génération du feldspath oscille dans des limites assez libres: 48, 47, 45, 39, 38, 33% du *An*.

En même temps se forment des individus zonés, la succession de leur composition chimique étant souvent inverse (A. Cawell 1936, voir aussi E. Wenk 1945). Leur cristallisation, sans une zoïsitation précédente et sans une saurisation de la molécule d'anortite, fut possible parce que l'eau du magma fut usée pendant la cristallisation du biotite. La cristallisation des feldspaths d'andésine (en forme des lamelles) prend son fin subitement et dans la période finale de la consolidation du magma se sépare albite pur, soit sous forme d'obvolutes sur les lamelles d'andésine, soit en forme de mezostasis pénétrée d'ortoclase et de quartz en forme d'une structure granophyrique. L'existence de diverses générations des feldspaths et de leur structure zonée inverse, ainsi que la corrosion magmatique des feldspaths sont liées avec la saturation secondaire du magma par l'eau pendant l'intrusion. L'auteur admet de même aussitôt l'augmentation de la température comme la suite de l'oxydation du  $Fe^{++}$  en  $Fe^{+++}$ , que les changements de la composition chimique du magma durant la cristallisation; ces changements doivent être causés par la transformation des amphiboles en biotite sous l'influence de l'autopneumatolyse.

Décrivant en 1936 une semblable roche du porphyrite de la localité Lanckorona, l'auteur a lié avec le processus sus-cité les changements du contenu du Ca dans le magma, ainsi que la formation inverse des bandes striées des feldspaths.

Le porphyrite de Sułów fut analysé par Mlle Emilia Hejmo; les résultats de cette analyse furent démontrés sur la table I du texte polonais (p. 154), où la colonne I comprend l'analyse globale du porphyrite de Sułów, la colonne II — la calculation de l'analyse sus-citée après que 1,59% du  $\text{CaCO}_3$  et 0,51% de  $\text{H}_2\text{O}$  furent retirés, la col. III présente les rapports moléculaires. Pour comparaison on a présenté, dans la colonne IV une analyse du porphyrite de Lanckorona, exécutée par A. Gaweł et sa calculation (col. V) après avoir retiré 2,83% du  $\text{CaCO}_3$  et 0,77% de  $\text{H}_2\text{O}$ . La composition minérale du porphyrite de Sułów et de Lanckorona, calculée d'analyses chimiques, fut démontrée sur la page 155 du texte polonais. Les composants sont suivants: Or, Ab, An, Am + Sp = chlorite, quartz, ilménite, rutile, magnetite, apatite, l'excès de l'eau. On peut supposer que la position de la roche de Sułów en rapport au bassin magmatique est plus périphérique que la position de la roche de Lanckorona. Cette supposition fut basée sur le fait que les roches éruptives en général sont plus riches en  $\text{SiO}_2$  et en alkalis et d'autre part moins riches en oxydes des terres alkales en comparaison avec les roches intrusives du même magma, qui sont moins éloignées du bassin magmatique.

B. En cas du porphyrite de Sułów on ne trouve aucun symptôme du métamorphisme pyrogénique dans les roches sédimentaires voisines. On peut cependant observer qu'il passe vers la partie supérieure en zone d'épaisseur près de 2 dm, là sa couleur devient blanc-grisâtre. En examinant les plaques minces de cette variété de roches, on peut constater qu'il y en a du calcite remplissant le plus souvent l'intérieur des lamelles du feldspath. Il faut souligner ici la fraîcheur des feldspaths du fond de la roche entre les lamelles, ainsi que la fraîcheur des bordures de ces lamelles. Dans les plaques minces, dont le carbonate du Ca fut éloigné à l'aide d'acide chlorhydrique, on peut remarquer certaines lamelles remplies d'une pâte des grains très fins dont les couleurs d'interférence ainsi que les indices de réfraction de la lumière sont ici basses. Les composants minéraux essentiels du fond de la roche ainsi que c'est le cas de la roche fraîche non altérée, sont comme suit: ortoclase, albite et quartz, souvent de structure granophyrique. Le quartz, sous forme des grains irréguliers, paraît ici plus fréquent que dans la roche fraîche. On peut constater cependant le défaut des composants féminiques. Des nombreux grains du magnétite ou d'ilménite ainsi que le poudre indéterminable (kaolinite) sont visibles dans la roche sus-citée.

Dans les lamelles des feldspaths, dont le carbonate du Ca fut éloigné, on remarque des noyaux, assez frais, du feldspath d'un clivage visible, même maclés. Leur composition chimique s'exprime en contenu du 42, 38, 34% du An. Ils ont des contours corrosés. La pâte des grains fins ou une espace libre remplie du calcite, divisent ce noyau sus-cité de la bordure toute fraîche de la lamelle. Sur la surface du noyau corrosé, entouré de la pâte des grains fins, sont visibles les restes d'épidote et du clinozoïsite. La bordure fraîche de la lamelle du feldspath est composée du plagioclase contenant 48—30% An; le contenu du An diminue jusqu'au 20% tout près du contour extérieur de la lamelle. Les

feldspaths en forme des lamelles, peu nombreux mais bien conservés, contenant 18 — 20% *An* sont ici aussi visibles.

Ainsi le processus de la cristallisation dans la partie marginale supérieure du porphyrite fut suivant: les plagioclases, dont le pourcentage du *An* s'exprime en 42 — 34%, ont cristallisé les premiers (exception faite des plagioclases très petits et peu nombreux, contenant 60% *An*). Ils contiennent plus du Ca que les plagioclases (32, 17, 16, 8%) cristallisés dans la même phase dans l'intérieur de la roche fraîche. La quantité plus grande du Ca de ces plagioclases pouvait être causée par la migration des composants chimiques de haute température, vers la partie marginale, plus froide, de l'intrusion (thèse Ludwig-Soret). On peut aussi admettre qu'il y en avait des conditions qui ont rendu impossible la cristallisation d'un plus grand nombre des amphiboles. C'est la hydratation du magma intrudant dans les roches marneuses, qui empêchait la cristallisation des amphiboles ou qui les décomposait déjà faites.

Du magma marginal enrichi en Ca, se séparaient les plagioclases contenant jusqu'à 48% *An*, ainsi que les zones d'une composition inverse de leurs cristaux mixtes.

La phase finale de la composition du magma est représentée par les feldspaths du mesostasis, c'est-à-dire par albite et ortoclase joints avec du quartz d'une manière granophyrique.

Les transformations ayant lieu dans l'intérieur des lamelles sont représentées par le lessivage des noyaux contenant 48 — 34% *An* et par leur remplacement par une substance biréfringente à grains fins. C'est une image microscopique typique connue déjà d'autres transformations, décrites par Z. Rozen dans les porphyres de Krzeszowice près de Kraków sous nomination de la „kalification”. Se basant sur cette image microscopique on a pu prévoir l'enrichissement en potasse de la partie marginale supérieure de la roche. L'analyse faite par Mlle Emilia Hejmo justifie cette supposition (Voir table II du texte polonais: I analyse globale du porphyrite altéré de Sułów, II calcul de la-dite analyse après avoir enlevé 7,28% du CaCO<sub>3</sub> et 2,09% de H<sub>2</sub>O, III les proportions moléculaires, IV analyse globale du porphyrite frais de Sułów présentée pour comparaison, V calcul de la-dite analyse après avoir enlevé 1,54% du CaCO<sub>3</sub> et 0,51% de H<sub>2</sub>O).

La composition minérale de la roche transformée calculée de l'analyse chimique est présentée page 158. Pour se rendre compte des différences entre la composition chimique de la roche fraîche et de la roche altérée on doit étudier les proportions suivantes:

		K <sub>2</sub> O : Na <sub>2</sub> O	CaO : Na <sub>2</sub> O
porphyrite	altéré de Sułów	4,01	2,24
„	frais „ „	1,29	1,63

L'enrichissement en potasse du porphyrite altéré dans la partie marginale supérieure d'intrusion ne correspond pas avec la différenciation normale du magma ayant lieu pendant spilitisation, puisque la quantité moyenne d'albite dans le porphyrite altéré est deux fois plus pe-



tite que celle dans la roche fraîche. Cependant, si l'enrichissement en potasse eut été une conséquence de l'altération superficielle (p. ex.: la séricitisation des feldspaths) on devrait appercevoir avant tout une diminution de la quantité du CaO. Ainsi l'enrichissement du CaO : Na<sub>2</sub>O indique que le type de la transformation remarquée ici doit être un autre que l'altération causée par les agents atmosphériques.

L'enrichissement en CaO fut causé, selon les observations microscopiques, par la perte d'oligoclase et d'andésine, la zone de labrador, dont la composition moyenne s'exprime par  $Ab_{45} An_{55}$ , étant restée.

On devrait décider si la quantité plus élevée du potasse fut causée par migration du potasse de l'extérieur, ou si c'est seulement le résultat du changement du pourcentage en conséquence de la perte d'autres éléments chimiques. Pour différencier ces deux cas du croissance du contenu de potasse on se sert des paramètres de Niggli  $al + fm + c + alk = 100$ . Le paramètre  $c$  fut divisé en deux parties:  $c'$  et  $c''$ ; la partie  $c'$  c'est la quantité du CaO enfermé dans les plagioclases, la partie  $c''$  indique la quantité du CaO appartenant aux éléments fémiques. D'une manière semblable on a présenté le paramètre  $alk$  comme paramètre d'oxyde de sodium  $alk$ .  $(1-k)$  et le paramètre d'oxyde du potasse  $alk \cdot k$ . On a présenté p. 159—161 du texte polonais les paramètres des roches fraîches (a) et des roches transformées (b): porphyrite de Sułów, du porphyre de Miękinia avec sa modification en couleur blanche, du porphyre de Zalas, du mélaphyre de Regulice et d'obsidienne d'Esterel. Sous les paramètres des variétés transformées furent indiquées les pertes (—) ou les excès (+), résultant des transformations de chaque roche fraîche sus-citée. En diminuant la somme 100 de la roche fraîche des pertes (—) on reçoit une reste à laquelle se rapporte le paramètre  $alk \cdot k$  de la roche fraîche, pour obtenir le pourcentage  $alk \cdot k$  de la roche transformée.

Dans le porphyrite frais par ex.  $alk \cdot k = 8,24$ , si la roche perd en suite de la transformation 19, 82 de ses composants (c'est le maximum sans compter les enrichissement) le 8,24 de composants en rapport avec le reste 80,18 présentent dans la roche transformée l'accroissement relatif:  $alk \cdot k = 10,28$ . Cependant dans la roche transformée la relation fut déterminée comme suit:  $alk \cdot k = 14,62$ , le fait qui prouve, sans aucun doute, que la roche fut enrichie en potasse pendant sa transformation. Ainsi on a pu démontrer un accroissement considérable du paramètre  $alk \cdot k$  pour les roches subissant le processus de „la kali-fication”. Selon l'opinion de l'auteur c'est un processus des transformations hydrothermales des roches volcaniques sous l'influence des eaux postvolcaniques de l'âge plus reculé (primordiales), riches en potasse (6).

Voilà les conclusions d'étude présente.

1. La composition chimique du porphyrite de Sułów près de Wieliczka est d'accord avec la composition du porphyrite de Lanckorona. Les différences, peu considérables, en contenu du SiO<sub>2</sub>, des alcalis et des terres alcalines, peuvent indiquer que la roche de Lanckorona fut formée plus périphériquement vers le bassin du magma que la roche de Sułów.

2. En étudiant la composition des plagioclases on constate une inversion du contenu du  $An$ , causée par enrichissement du magma en

CaO en suite de la transformation des amphiboles en biotite. Cette transformation est liée avec l'enrichissement du magma en alcalis et en eau dans la période postérieure de sa consolidation. On peut constater une corrosion des feldspaths des premières générations, ainsi que la formation régulière des bordures plus riches en Ca.

Dans la période finale de la cristallisation il se forme la mezostasis de la roche composée d'albite, d'ortoclase et du quartz, d'une texture souvent granophyrique.

3. Dans la partie supérieure de la roche de Sułów le porphyrite gris-verdâtre passe en une variation blanc-jaunâtre et peu compacte de l'aspect d'une roche fortement décomposée. Sous microscope on aperçoit le lessivage des noyaux des feldspaths, dont la composition répond à l'oligoclase ou l'andésine, l'albite et le labrador étant totalement conservés et frais. En places du lessivage se forment sitôt des espaces vides, sitôt remplies d'une substance adulaire des grains très fins.

Sur la surface du noyau résiduel dans les lamelles du feldspath on peut observer souvent les restes disparaissantes du clinozoïte ou de l'épidote.

4. La roche transformée est enrichie en potasse. Les calculations d'analyses ainsi que les paramètres de Niggli ont démontré que l'enrichissement en potasse n'est pas relatif, mais que c'est le cas d'une migration de la substance contenant du potasse, migration qui a eut lieu pendant les primaires processus hydrothermales ou peut être autophénotoliques.

5. L'albite et le labrador, en comparaison avec l'oligoclase et l'andésine, démontrent une plus grande résistance à destruction par les agents hydrothermales. On doit chercher l'explication de ce fait dans une résistance moins grande des cristaux mixtes du plagioclase que celle d'albite et d'anortite en cas qu'ils forment des individus minéraux. C'est pourquoi la résistance du labrador est aussi plus grande qu'il ne forme pas des cristaux mixtes mais les joints submicroscopiques d'albite et d'anortite.

6. Se basant sur les observations microscopiques de différentes périodes des transformations kalificatrices on peut admettre que les solutions hydrothermales causent d'abord une zoïsitation des plagioclases et ensuite une transformation du zoïsite en ortoclase ou adulaire.