



Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz wykonanie mapy geologicznej tego obszaru

Roksana Knapik, Zygmunt Jała, Artur Sobczyk, Piotr Migoń, Paweł Aleksandrowski, Adam Szuszkiewicz, Marek Krąpiec, Stanisław Madej, Krzysztof Krakowski

Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk była pierwszym etapem prac nad utworzeniem geoparku w Karkonoszach. Geoparki mają być tworzone ze względu na występowanie w ich obrębie szczególnych stanowisk geologicznych, nazywanych geostanowiskami. W czerwcu 2002 roku UNESCO zadeklarowała wsparcie oraz podjęcie współpracy z państwami w powoływaniu geoparków. Jej celem ma być promocja obszarów o szczególnych walorach geologicznych. W dokumentach programowych UNESCO zwraca się uwagę na rolę geoparków w tworzeniu nowych miejsc pracy i rozwoju gospodarczym regionów, również dzięki rozwojowi geoturystyki.

Stworzenie nowej mapy geologicznej Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny spowodowane było koniecznością uaktualnienia istniejących opracowań, a także opracowaniem wersji numerycznej mapy na potrzeby funkcjonowania geoparku w Karkonoszach, a także wypełniania zadań Karkonoskiego Parku Narodowego.

Wyniki pracy wykorzystane zostaną do przygotowania wniosku o uzyskanie statusu geoparku, a także do opracowania wydawnictw popularyzujących georóżnorodność Karkonoszy. Wyniki wykorzystywane będą także w bieżącej działalności Karkonoskiego Parku Narodowego.

Wynikiem pracy jest niniejsze opracowanie końcowe zawierające część tekstową, inwentaryzację geostanowisk z dokumentacją fotograficzną oraz mapę geologiczną Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny w skali 1:10 000 z legendą w wersji wektorowej, mapę lokalizacji i waloryzacji wytypowanych stanowisk geologicznych w skali 1:10 000 oraz mapy lokalizacji i waloryzacji geostanowisk na tle wybranych map tematycznych.

Część tekstowa opracowania zawiera pięć części:

- I. Metodykę inwentaryzacji geostanowisk (str. 2)
- II. Metodykę i wyniki waloryzacji geostanowisk (str. 5)
- III. Wyniki analiz laboratoryjnych prób skał i minerałów pobranych w trakcie prac terenowych podczas inwentaryzacji geostanowisk, czyli:
 - III.1. Identyfikację skał za pomocą wykonania opisów szlifów cienkich (str. 17)
 - III.2. Identyfikacja faz mineralnych przy pomocy dyfrakcji rentgenowskiej (str. 24)
 - III.3. Identyfikacja faz mineralnych przy pomocy analiz mikrosondą (str. 55)
 - III.4. Identyfikacja skał przy pomocy analiz geochemicznych (str. 80)
- IV. Ocena merytoryczna dokumentacji związanej z inwentaryzacją i waloryzacją geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny (str. 88)
- V. Plan prac nad utworzeniem Geoparku Karkonosze (str. 90)

I. INWENTARYZACJA GEOSTANOWISK KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO I JEGO OTULINY (P. Aleksandrowski, R. Knapik, P. Migoń, A. Sobczyk, A. Szuszkiewicz)

W ramach zadania wykonano szczegółową inwentaryzację w terenie wytypowanych geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny.

Szczegółowa inwentaryzacja obejmowała:

- wykonanie opisu geologicznego geostanowiska,
- wykonanie opisu geomorfologicznego geostanowiska,
- wykonanie opisu mineralogicznego geostanowiska,
- sporządzenie oceny stanu, proponowanego sposobu zagospodarowania oraz waloryzacji geostanowisk wschodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny,
- wykonanie pomiarów morfometrycznych geostanowisk
- pomiary GPS lokalizacji geostanowisk
- wykonanie dokumentacji fotograficznej wszystkich geostanowisk.

Ogółem zinwentaryzowano w terenie 66 geostanowisk leżących na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego oraz 69 geostanowisk leżących na terenie otuliny Karkonoskiego Parku Narodowego i poza jej obszarem. Większa liczba geostanowisk niż zakładana w pracach przygotowawczych wynikała z faktu, że każdy z wykonawców zinwentaryzował po kilka dodatkowych zaproponowanych przez niego geostanowisk na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny, a także poza jej obszarem.

Wszystkie zgromadzone na temat geostanowisk dane zostały zebrane w bazie danych GIS, która została opracowana na podstawie arkusza inwentaryzacyjnego geostanowiska (zamieszczony poniżej). Baza danych GIS (geobaza) została zapisana w formacie ESRI Geodatabase.



Arkusz inwentaryzacyjny geostanowiska

Identyfikacja geostanowiska
Nr:
Nazwa geostanowiska:
Typ geostanowiska:

Lokalizacja
Współrzędne geograficzne:
Współrzędne PUWG 1992:
Gmina:
Obszar:
Arkusz mapy topograficznej 1:10000:
Arkusz Szczegółowej Mapy Geologicznej Sudetów:
Wysokość n.p.m.:

Parametry fizyczne geostanowiska
Długość:
Szerokość:
Wysokość względna:
Inne parametry:

Geologia
Opis geologiczny:
Zagadnienie:
Litologia:
<i>Autor:</i>

Geomorfologia:
Opis geomorfologiczny:
Forma rzeźby:
Typ rzeźby:
<i>Autor:</i>

Mineralogia
Opis mineralogiczny:
Minerały:
<i>Autor:</i>

Przyroda
Opis przyrodniczy:
<i>Autor:</i>

Historia
Opis historyczny:
<i>Autor:</i>

Wyniki analiz laboratoryjnych

Stan zachowania geostanowiska
<i>Autor:</i>

Proponowany sposób ochrony lub zagospodarowania
<i>Autor:</i>

Waloryzacja
Opis waloryzacji naukowej:
Opis waloryzacji edukacyjnej:
Dostępność:
Stopień zachowania:
Wartość naukowa:
Wartość edukacyjna:
Waloryzacja ostateczna punktowa:
<i>Autor:</i>

Notatki

Załączniki
Numery fotografii:

Spis literatury

Autor i data wpisu

II. OPRACOWANIE METODYKI WALORYZACJI I WALORYZACJA GEOSTANOWISK KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO I JEGO OTULINY (P. Migoń, A. Sobczyk)

II.1. Metodyka waloryzacji geostanowisk

W literaturze przedmiotowej z zakresu oceny jakościowo-ilościowej wartości dziedzictwa geologicznego Ziemi spotyka się szereg różnych podejść metodycznych. Problemem, jaki sygnalizują autorzy licznych opracowań, jest pytanie jak zmierzyć wartość tak nieuchwytną jak dziedzictwo przyrodnicze (por. Bruschi, Cendrero 2005; Coratza, Giusti 2005). Szereg opracowań poruszających powyższą tematykę ukazuje metody kwantyfikacji oparte na mniej lub bardziej rozbudowanych formularzach oceny cech obiektu. Powoduje to często, że uzyskiwany ostateczny obraz waloryzacji stanowisk przyrodniczych jest nieczytelny i trudny do interpretacji.

W ramach waloryzacji posługiwano się materiałami dostarczonymi przez Zamawiającego w postaci wyników inwentaryzacji terenowej geostanowisk prowadzonej w 2008 roku pod kątem geomorfologii, geologii oraz mineralogii (por. Aleksandrowski, 2008; Migoń, 2008; Sobczyk, Knapik 2008; Szuszkiewicz, Knapik 2008;). Dodatkowym atutem jest fakt, że wszystkie oceniane stanowiska były bezpośrednio zinwentaryzowane w terenie przez autorów przed ich ostateczną waloryzacją. Efektem końcowym przeprowadzonej waloryzacji jest opracowana przez autorów klasyfikacja geostanowisk zlokalizowanych na obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny, która jednoznacznie określa rangę poszczególnych obiektów. Dzięki temu w przyszłości będzie możliwe opracowanie zrównoważonej jakościowo, ilościowo oraz przestrzennie sieci geostanowisk wchodzących w obręb projektowanego geoparku. Wykonana waloryzacja ma bowiem stanowić podstawę dalszych prac nad stworzeniem Geoparku Karkonosze i włączeniem go w strukturę europejskiej sieci geoparków (por. Alexandrowicz 2003, Badura et al. 2003).

II.1.1. Zasady oceny geostanowisk

W ramach realizowanego zadania przeprowadzona została waloryzacja obiektów przyrodniczych określanych wspólną nazwą *geostanowiska*. W myśl definicji terminem *geostanowisko* (synonim: *geotop*) określa się fragmenty geosfery o szczególnym znaczeniu dla zrozumienia historii geologicznej Ziemi (Reynard 2004). Geostanowiska stanowią podstawowy element struktury organizacyjnej *geoparku*, obszaru który łączy w sobie zadania ochrony i promocji dziedzictwa geologicznego z polityką zrównoważonego rozwoju regionalnego (por. Wimbledon et al. 1999, Zouros 2004). Specyficzną formą udostępniania geoparków jest *geoturystyka*, która łączy w sobie podstawowe założenia turystyki z dostarczaniem zróżnicowanej tematycznie wiedzy geologicznej.

Ideą nadrzędną autorów było wypracowanie dla obszaru Karkonoszy klasyfikacji, która będzie pozwalała uwypuklić różnice pomiędzy poszczególnymi stanowiskami a jednocześnie będzie oparta na przejrzystych zasadach, które do niezbędnego minimum sprowadzą problem subiektywizmu oceniającego. Przygotowana klasyfikacja oparta jest na czterech głównych kryteriach, którymi każde geostanowisko powinno się cechować, jeśli ma być rozpatrywane jako obiekt potencjalnie atrakcyjny geoturystycznie. Składają się na nie następujące zagadnienia:

- 1) dostępność,
- 2) stopień zachowania,
- 3) wartość naukowa,
- 4) wartość edukacyjna.

Powyższe kryteria oceny geostanowisk pozwalają jasno określić stan udokumentowania danego obiektu pod względem znaczenia naukowego oraz funkcji turystycznych i edukacyjnych. W dalszej kolejności możliwe jest określenie rangi poszczególnych obiektów, co znacznie ułatwia prace nad projektowaniem przestrzennego rozkładu geostanowisk. W obrębie każdego kryterium wydzielono pięć różnych cech jakościowo-ilościowych, którym została przypisana odpowiednia waga punktowa. Ze względu na dwudzielny status

terytorialny waloryzowanych stanowisk, klasyfikacja uwzględnia różnice wynikające z zapisów prawa regulujących ruch turystyczny na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego oraz na obszarze jego otuliny. Szczegóły klasyfikacji zostały zaprezentowane na specjalnym formularzu waloryzacyjnym (patrz tabela nr 1.2).

Wartości punktowe przyznawane dla poszczególnych kryteriów podzielone zostały na dwie grupy, grupa wartości z przedziału od 1 do 5 (skok 1) punktów za dostępność oraz stopień zachowania oraz grupa wartości z przedziału od 2 do 10 punktów (skok 2) za wartość naukową i edukacyjną. Przy zastosowaniu zróżnicowania znaczenia pomiędzy kryteriami poprzez podniesienie wagi punktowej uzyskane wyniki są bardziej miarodajne z punktu widzenia rangi geostanowiska. Zważywszy na fakt, że kryterium "dostępność" i "stopień zachowania" odnoszą się do cech fizycznych obiektu, natomiast dwa następne decydują o tym czy mamy do czynienia z geostanowiskiem *sensu stricte*, mają one w tym kontekście kluczowe znaczenie dla określenia danego miejsca mianem geostanowiska. Podejście to pozwala wyeksponować dwie najważniejsze cechy, jakie powinny charakteryzować geostanowisko – wartość naukową i edukacyjną obiektu. Ponadto przeprowadzone przez autorów na etapie redagowania formularza waloryzacyjnego symulacje klasyfikacji pozwoliły przetestować oba warianty, zarówno z równymi rangami punktowymi (wariant 1) jak i w układzie bimodalnym (wariant 2). Dowiodły one, że przy zastosowaniu wariantu 1 stanowiska o względnie niskim znaczeniu naukowym i edukacyjnym uzyskiwały porównywalne oceny do stanowisk bardzo ważnych pod kątem naukowo-dydaktycznym, głównie ze względu na wysokie oceny z tytułu zachowania i dostępności. W wariacie drugim uzyskujemy oceny, które odzwierciedlają realną wartość obiektu jako atrakcji geoturystycznej regionu. W odniesieniu do kryterium wartości naukowej i edukacyjnej nadane wagi punktowe zostały uzasadnione przez autorów w części opisowej tabeli.

II.1.2. Kryteria, cechy i waga punktowa

Dostępność

Pod uwagę brane były te elementy, które mają wpływ na osiągnięcie danego obiektu przez turystę. W szczególności obecność znakowanych szlaków turystycznych, ścieżek dydaktycznych, dróg dojściowych lub jezdnych oraz możliwości obserwacji stanowiska z miejsc położonych w jego bezpośrednim sąsiedztwie (np. punkt widokowy, panorama, inny szlak turystyczny). Waga punktowa przypisywana poszczególnym cechom reprezentuje liczbę całkowitą dodatnią z przedziału od 1 (najniższa ranga) do 5 (najwyższa ranga).

Stopień zachowania

Kryterium określa, w jakim stopniu obiekt reprezentuje stan pierwotnego dla danego typu zagadnienia. Obiekty o naturalnej genezie oceniane były głównie pod kątem zaawansowania przemian związanych z działalnością człowieka, zarówno w efekcie uruchomionych procesów jak i trwałej ingerencji w strukturę stanowiska. W odniesieniu do form pochodzenia antropogenicznego (np. sztolnie, wyrobiska) pod uwagę brane były takie czynniki jak forma zachowania obiektu, infrastruktura oraz stan dewastacji. Waga punktowa przypisywana poszczególnym cechom reprezentuje liczbę całkowitą dodatnią z przedziału od 1 (najniższa ranga) do 5 (najwyższa ranga).

Wartość naukowa

Charakterystyka wartości naukowych stanowiska prowadzona była w oparciu o grupę kilku cech, które według autorów decydują o randze obiektu. Do najważniejszych z nich zaliczone zostały unikatowość zagadnień reprezentowanych przez obiekt, jakość i forma wykształcenia na tle innych obiektów, fakt opisywania obiektu w literaturze naukowej lub popularno-naukowej, zasięg i ranga czasopism oraz innych publikacji naukowych (np. monografie, podręczniki). Ponadto stanowiska były oceniane pod kątem ich znaczenia (wkładu) dla rozwoju badań naukowych nad reprezentowaną problematyką w skali regionalnej (Sudety, Polska) oraz ponadregionalnej (międzynarodowej). Waga punktowa przypisywana

poszczególnym cechom reprezentuje liczbę całkowitą dodatnią z przedziału od 2 (najniższa ranga) do 10 (najwyższa ranga) i skoku równym 2.

Wartość edukacyjna

Przy ocenie wartości edukacyjnych obiektu największą wagę przypisano obiektom, które dają możliwość zaprezentowania zróżnicowanej tematycznie wiedzy. W tym celu posłużono się klasyfikacją typologiczną geostanowisk, w której wydzielono 15 zagadnień z zakresu nauk geologicznych (patrz tabela nr 1.1). Kolejne ważne kryterium wpływające na podwyższenie oceny stanowił walor estetyczny obiektu (np. punkt widokowy, panorama), co w znaczący sposób wpływa na atrakcyjność geostanowiska wśród turystów oraz możliwość poglądowego zaprezentowania omawianych zagadnień. Pod uwagę brano była także dostępność obiektu w celach edukacyjnych, w tym np. łatwy lub utrudniony dostęp do miejsc prezentacji danych zagadnień na obiekcie. Waga punktowa przypisywana poszczególnym cechom reprezentuje liczbę całkowitą dodatnią z przedziału od 2 (najniższa ranga) do 10 (najwyższa ranga) i skoku równym 2.

Tab.1.1 Klasyfikacja typologiczna geostanowisk.

Typ	Kod
Geochemiczne	typ_01
Geomorfologiczne	typ_02
Gleboznawcze	typ_03
Historyczne	typ_04
Hydrogeologiczne	typ_05
Kosmogeologiczne	typ_06
Mineralogiczne	typ_07
Paleogeograficzne	typ_08
Paleontologiczne	typ_09
Petrograficzne	typ_10
Sedymentologiczne	typ_11
Stratygraficzne	typ_12
Strukturalne	typ_13
Tektoniczne	typ_14
Złożowe	typ_15

Tab.1.2 Kryteria klasyfikacji, cechy oraz wagi punktowe waloryzacji geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny.

Kryterium	Cecha	Waga punktowa
DOSTĘPNOŚĆ	Stanowisko zlokalizowane bezpośrednio przy szlaku turystycznym lub ścieżce przyrodniczej	5
	Stanowisko zlokalizowane poza szlakiem jednakże dobrze z niego widoczne, w otulinie dodatkowo przy drodze lub ścieżce	4
	Stanowisko niedostępne ze szlaku turystycznego oraz słabo widoczne z innych punktów, w otulinie ponad 500 m od ścieżki lub drogi	3
	Stanowisko trudno dostępne, np. znacznie zarośnięte lub utrudnione dojście	2
	Stanowisko niedostępne turystycznie	1
STOPIEŃ ZACHOWANIA	Dobrze zachowane bez widocznych oznak degradacji	5
	Nieznaczne naruszenie struktury stanowiska	4
	Częściowo zniszczone	3
	Silnie zmienione przez człowieka	2
	Zniszczone, utrata charakteru geostanowiska	1
WARTOŚĆ NAUKOWA	Bardzo wysoka: jedyne stanowisko w regionie; unikatowe w skali ponadregionalnej; prezentowane w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym	10
	Wysoka: bardzo ważne dla badań regionalnych; prezentowane w czasopismach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym	8
	Średnia: znaczące dla regionalnych badań naukowych; prezentowane w czasopismach naukowych o zasięgu krajowym	6
	Niska: typowe stanowisko o przeciętnych walorach naukowych, prezentowane w czasopismach popularnonaukowych	4
	Bardzo niska: brak szczególnych cech wyróżniających; brak publikacji	2
WARTOŚĆ EDUKACYJNA	Bardzo wysoka: ilość reprezentowanych zagadnień: 5 i więcej	10
	Wysoka: ilość reprezentowanych zagadnień: 4	8
	Średnia: ilość reprezentowanych zagadnień: 3	6
	Niska: ilość reprezentowanych zagadnień: 2	4
	Bardzo niska: ilość reprezentowanych zagadnień: 1	2

II.2. Geostanowiska na obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego

W części Karkonoszy leżącej w granicach Karkonoskiego Parku Narodowego zinwentaryzowano i przeprowadzono waloryzację dla łącznie 65 potencjalnych geostanowisk. Geostanowiska są stosunkowo równomiernie rozmieszczone, występując od okolic Hali Szrenickiej i Szrenicy po Kowarski Grzbiet. W enklawach KPN znajduje się odpowiednio: w enklawie „Wodospad Szklarki” – 2 stanowiska, w enklawie „Góra Chojnik” – 4 stanowiska.

II.2.1. Problematyka naukowa i edukacyjna

Na geostanowiskach położonych w granicach Karkonoskiego Parku Narodowego reprezentowanych jest siedem grup zagadnień: geomorfologiczne, geologiczno-historyczne, mineralogiczne, paleogeograficzne, petrograficzne, geologiczno-strukturalne i tektoniczne (tab. 2.1). Wśród nich zdecydowanie dominują treści geomorfologiczne – na 53 stanowiskach (ponad 80%). Pod względem morfogenetycznym są to przeważnie formy skałkowe (24 przypadki), występujące w Karkonoszach w obfitości, elementy rzeźby polodowcowej – kotły lodowcowe i strefy morenowe (8 przypadków), elementy rzeźby fluwialnej, głównie związane z erozją w skalnym podłożu (7 przypadków), a także torfowiska, cechujące się specyficzną rzeźbą powierzchniową (8 przypadków). Niemniej ranga poszczególnych obiektów jest zróżnicowana. Niektóre skałki karkonoskie reprezentują ponadprzeciętne walory (Pielgrzymy, Końskie Łby), wartość innych jest przeciętna i nie wyróżniają się one specjalnie na tle Karkonoszy. Także formy polodowcowe i peryglacjalne różnicują się pod względem wartości naukowej i edukacyjnej. Do stanowisk o wybitnej wartości dla poznania glacialnej i peryglacialnej rzeźby Karkonoszy należą Łabski Szczyt, Mały Kocioł Śnieżny i Wielki Kocioł Śnieżny, Kocioł Małego Stawu, Śnieżka i Czarny Grzbiet. Unikatowy charakter ma zespół lodowców gruzowych w pobliżu Śnieżnych Kotłów – jeden z niewielu przykładów form tego typu w całym Średniogórzu Europejskim. Wśród stanowisk torfowiskowych najbardziej interesującą rzeźbę posiadają torfowisko pod Sokolnikiem (obecność thufurów) oraz torfowisko przy Lučni boudzie (przykłady współczesnych procesów erozyjnych).

Na 19 stanowiskach jest reprezentowana problematyka paleogeograficzna. Pojawia się ona przede wszystkim w dwóch rodzajach stanowisk, towarzysząc problematyce geomorfologicznej. Jest obecna na stanowiskach torfowiskowych, podkreślając znaczenie osadów torfowych i badań palinologicznych w odtwarzaniu środowiska Karkonoszy w holocenie, a także na stanowiskach z formami glacialnymi i peryglacialnymi. Dzięki analizie geomorfologicznej, wspartej oznaczeniami wieku bezwzględnego i względnego, możliwe jest odtwarzanie rozwoju paleogeograficznego najwyższych partii Karkonoszy w plejstocenie, zwłaszcza w ostatnim glacialu.

Niewiele mniejszą liczebność posiadają stanowiska mineralogiczne (łącznie 18). Część z nich to miejsca występowania ametystów, grupujące się w zachodniej części Karkonoszy, większość jest natomiast zlokalizowana we wschodniej części masywu, gdzie występują różnorodne skały metamorficzne. W tej części Karkonoszy znajduje się też kilka stanowisk o treści petrograficznej. Szczególne znaczenie mają Czarny Grzbiet i Kowarski Grzbiet, łącznie stanowiąc znakomity przekrój przez dolną część osłony metamorficznej granitu karkonoskiego. Znaczną rangę ma stanowisko Mały Śnieżny Kocioł, z odsłoniętą żyłą bazanitu, uważaną za najwyższą położoną lokalizację neogeńskich wulkanitów w pasie Średniogórza. Łącznie ewidentne walory petrograficzne posiada tylko 11 stanowisk (17%), jednak należy zauważyć, że praktycznie każda skałka oferuje możliwość zapoznania się ze skalnym tworzywem Karkonoszy. Dotyczy to w szczególności granitu, w obrębie którego formy skałkowe są bardzo liczne.

Na 9 stanowiskach podkreślono obecność treści z zakresu geologii strukturalnej, zarówno w odniesieniu do struktury intruzji granitowej i cech systemów spękań, jak i wewnętrznej budowy metamorficznej osłony granitu Karkonoszy. Z kolei 8 stanowisk reprezentuje problematykę ruchów tektonicznych, głównie wieku neogeńsko-czwartorzędowego, a więc z okresu, gdy kształtowały się zręby dzisiejszych Karkonoszy.

Najmniejszą liczebnością cechują się stanowiska z grupy historycznych (4 obiektów), do których zaliczane są przejawy dawnej i współczesnej eksploatacji surowców mineralnych. W wyżej położonych partiach Karkonoszy, obecnie znajdujących się w granicach KPN, działalność górnicza była prowadzona w bardzo niewielkim stopniu.

Tab. 2.1 Liczebność tematów reprezentowanych na geostanowiskach Karkonoskiego Parku Narodowego.

Tematyka	Liczebność ¹
geomorfologiczna	54
petrograficzna	11
mineralogiczna	18
geologiczno-historyczna	4
strukturalna	7
tektoniczna	10
paleogeograficzna	19

¹ na niektórych stanowiskach reprezentowany jest więcej niż jeden temat.

II.2.2. Różnorodność merytoryczna stanowisk

Opisane stanowiska znacznie różnicują się pod względem liczby zagadnień reprezentowanych w poszczególnych miejscach, od jednego do pięciu (tab. 2.2). Najwięcej z nich, blisko połowa (29 = 45%) ilustruje jedno zagadnienie, zwykle geomorfologiczne (19 przypadków). Po 4 razy są obecne zagadnienia mineralogiczne – przedmiotem zainteresowania są pojedyncze miejsca występowania ametystów, oraz paleogeograficzne (torfowiska).

W 23 przypadkach są obecne dwa rodzaje zagadnień, w zdecydowanej większości są to treści geomorfologiczne, powiązane z innymi – paleogeograficznymi, strukturalnymi lub petrograficznymi. W kilku przypadkach, mimo reprezentowania tylko dwóch zagadnień, odpowiednie stanowiska cechują się bardzo wysoką wartością ze względu na dostępność do obserwacji. Do nich należą Końskie Łby, reliktowy lodowiec gruzowy w pobliżu Śnieżnych Kotłów, masyw Wielkiego Szyszaka, Wodospad Szklarki i Zbójeckie Skały pod Chojnikiem.

Na szczególną uwagę zasługują miejsca (geostanowiska), ilustrujące trzy i więcej zagadnień. Z tego punktu widzenia najwyższą rangę posiada Mały Śnieżny Kocioł, zakwalifikowany do 5 grup tematycznych, aczkolwiek rzeźba glacialna i postaglacialna morfologia ścian kotła są dużo czytelniej wykształcone w sąsiednim Wielkim Śnieżnym Kotle. Kolejnych siedem stanowisk zakwalifikowano równocześnie do 4 grup tematycznych i można je w związku z tym uznać za posiadające szczególną wartość w zakresie geo-edukacji na terenie Karkonoszy. Należą do nich: Wodospad Kamieńczyka, Wielki Śnieżny Kocioł, Pielgrzymy, Kocioł Małego Stawu, Śnieżka, Skalny Stół i Chojnik.

Tab. 2.2 Geostanowiska Karkonoskiego Parku Narodowego w podziale według liczby reprezentowanych tematów

Liczba reprezentowanych tematów	Liczba geostanowisk
1	29
2	23
3	5
4	7
5	1

II.2.3. Zbiorcza waloryzacja geostanowisk na terenie KPN

Zbiorcza waloryzacja geostanowisk położonych w granicach KPN, uwzględniająca także ich dostępność i stan, ujawnia ich znaczne zróżnicowanie. Sumaryczne wagi punktowe wynoszą od 8 do 26, przy liczebności poszczególnych przedziałów przedstawionych w tabeli nr 2.3. Najwyższą ocenę 26 punktów otrzymał Mały Śnieżny Kocioł i w świetle przyjętych przedziałów punktowych jest jedynym stanowiskiem o znaczeniu wyjątkowym. Rangę tę nadaje mu obecność żyły bazanitu, będącej unikatem na skalę europejską, a walory podnosi dodatkowo obecność unikatowej flory związanej z bazaltowym podłożem. Skalny Stół we wschodniej, metamorficznej części Karkonoszy uzyskał 25 punktów. Jego rangę w geo-edukacji zauważono już wiele lat temu, podczas wyznaczania ścieżki przyrodniczej z Sowiej Dolinie na Śnieżkę i do Kotła Łomniczki, gdy zaproponowano poprowadzenie na Skalny Stół specjalnej odnogi. Nieznacznie tylko niżej – na 24 punkty – zostały ocenione następujące geostanowiska: Wielki Śnieżny Kocioł, Pielgrzymy, Kocioł Małego Stawu i Śnieżka. Wraz z kilkoma dalszymi stanowiskami, które uzyskały 21-23 punkty, tworzą one system 13 najcenniejszych obiektów przyrody nieożywionej w Karkonoszach, z reguły zresztą stowarzyszonych z wybitnymi wartościami botanicznymi.

Dominują stanowiska o randze niskiej (36 obiektów) i przeciętnej (17 obiektów), niemniej należy zauważyć, że na łączną wagę punktową znaczny wpływ ma zakres prezentowanej tematyki. Stanowiska monotematyczne lub reprezentujące dwa zagadnienia są klasyfikowane niżej, mimo że specjalistyczna treść merytoryczna może być unikatowa. W niektórych przypadkach niska sumaryczna ocena była konsekwencją trudnej dostępności (położenie poza znakowanymi szlakami, co w przypadku KPN właściwie wyklucza wykorzystanie w geo-edukacji).

Trzy miejsca uzyskały bardzo niską liczbę punktów. Wśród nich znajdują się Wodospad Wrzosówki, Smogornia oraz Sokolnik.

Tab. 2.3 Zróżnicowanie geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego w świetle kompleksowej waloryzacji punktowej.

Ranga	Przedział punktowy	Liczba geostanowisk
Bardzo niska	6-10	3
Niska	11-15	36
Przeciętna	16-20	17
Wysoka	21-25	12
Bardzo wysoka	powyżej 25	1

II.3. Geostanowiska w części Karkonoszy leżącej poza granicami Karkonoskiego Parku Narodowego

W części Karkonoszy leżącej poza granicami Karkonoskiego Parku Narodowego zinwentaryzowano i przeprowadzono waloryzację dla łącznie 69 potencjalnych geostanowisk. Wśród nich znalazło się 49 przewidzianych do inwentaryzacji w założeniach projektu oraz dalszych 20, zaproponowanych przez wykonawców projektu w pierwszym etapie prac. Geostanowiska są stosunkowo równomiernie rozmieszczone, występując od okolic Jakuszyc i Szklarskiej Poręby przez pas Pogórza Karkonoskiego, podnóża Grzbietu Śląskiego i Grzbietu Kowarskiego, po okolice Kowar i Grzbiet Lasocki.

II.3.1. Problematyka naukowa i edukacyjna

Geostanowiska otuliny KPN i pozostałej części Karkonoszy są zróżnicowane pod względem reprezentowanych treści naukowych i edukacyjnych (tab. 3.1). Najczęściej pojawiają się treści geomorfologiczne, obecne na 2/3 wszystkich opisywanych stanowisk (łącznie na 45). Jest to o tyle zrozumiałe, że rangę potencjalnych geostanowisk zwykle zyskują wyraziste formy rzeźby – wolnostojące skałki, skalne zbocza dolin, wodospady, jaskinie. Formy skałkowe są reprezentowane najbardziej obficie (29), aczkolwiek w wielu przypadkach skałki te nie wyróżniają się szczególnie na tle regionu i ich indywidualną wartość naukową i edukacyjną można ocenić jako przeciętną lub nawet niską. Za formy skałkowe o ponadprzeciętnej wartości należy uznać dwa zespoły skałek w zachodniej części Karkonoszy: Ptasię Gniazda– Babiniec (nr 75) i Skalną Bramę (nr 76), na Pogórzu Karkonoskim Drewniak (nr 90) i Kotliska (nr 92), a we wschodniej części Karkonoszy – Krucze Skały (nr 120). Zdecydowana większość skałek uwzględnionych w waloryzacji to skałki granitowe, dlatego na uwagę zasługują także obiekty zbudowane ze skał innych niż granit: zespół skałek mikrogranitowych pod Grabowcem (nr 104) oraz skałki w Grzbiecie Lasockim (nr 126 i 127), które kolektywnie ilustrują rozwój form skałkowych w zróżnicowanym podłożu litologicznym. Inne formy rzeźby występują w znacznie mniejszej liczebności, a najczęstsze są wśród nich wodospady i towarzyszące im formy erozji w korytach skalnych (5 stanowisk), a następnie doliny zawieszane na progu tektonicznym Pogórza Karkonoskiego (3 stanowiska). Kilka stanowisk ma charakter wyjątkowy. Należą do nich Głazowisko pod Chojnikami – efekt wielkiego obrywu skalnego (nr 95), „niedożywiona” dolina Czarnej Płóczki (nr 115) i fragment dna doliny Jedlicy przekształcony przez spływ gruzowo-błotny (nr 124). W skali Karkonoszy na wyróżnienie zasługują także aluwialne koryta Kamiennej w Jakuszycach z nieskrępowanym rozwojem zakoli (nr 74) oraz duże odsłonięcie zwietrzelin typu ziarnistego w Krzaczyńcu (nr 121).

Drugie miejsce pod względem liczebności zajmują tematy związane ze zróżnicowaniem petrograficznym masywu karkonoskiego i jego metamorficznej osłony (31 stanowisk = prawie 50%). W wielu przypadkach na poszczególnych stanowiskach reprezentowane są zarówno treści geomorfologiczne, jak i petrograficzne, gdyż wyrazista forma skałkowa daje równocześnie możliwość dokładnego wglądu w skalne tworzywo skałki. W zdecydowanej większości przypadków dominuje tematyka granitowa. Ponieważ obszar położony poza granicami KPN znajduje się w przewadze w części masywu zbudowanej z granitu porfirowatego, to ta odmiana granitu jest reprezentowana najczęściej, jednak w waloryzacji ujmowano tylko te obiekty, gdzie tekstury granitu są szczególnie dobrze widoczne lub były opisywane w literaturze. Większą wagę przywiązywano do przypadków, gdy w danym obiekcie obok granitu porfirowatego występują żyły granitu równoziarnistego, pegmatytu lub aplitu, czy enklawy skał maficznych. Taki charakter mają między innymi stanowiska Ptasię Gniazda – Babiniec (nr 75), dolina Kamiennej Szklarska Poręba – Piechowice (nr 80), Cisowiec (nr 85) i Płoszczań (nr 86). We wschodniej nie-granitowej części Karkonoszy na podkreślenie zasługują stanowiska w Sowiej Dolinie (nr 133) i Uroczysku – dolinie Piszczaka (nr 113), gdzie można zapoznać się z różnorodnością skał metamorficznych osłony granitu i ich zróżnicowaniem strukturalnym i teksturalnym. Podobną funkcję spełniają komplementarne względem siebie stanowiska na skraju Grzbietu Lasockiego (nr 126 i 127), ukazujące przekrój przez skrajną część okrywy metamorficznej po zlepiance dolnego karbonu niecki

śródsudeckiej. Na uwagę zasługuje też stanowisko Dolina Jedlicy (nr 65), gdzie świeże gładzowiska w dnie potoku dają znakomitą możliwość obserwacji materiału skalnego występującego we wschodniej części Karkonoszy. Ważne znaczenie w skali Karkonoszy ma stanowisko Góry Rudzianki (nr 93), gdzie w starym wyrobisku występuje bazalt wieku neogeńskiego – jedyne obok położonego w granicach KPN stanowisko Mały Kocioł Śnieżny miejsce, gdzie można zaobserwować in situ skały wulkaniczne, przy tym znacznie łatwiej dostępne.

Trzecią grupę tworzą stanowiska z reprezentowaną tematyką mineralogiczną, grupujące się w zachodniej części Karkonoszy, w okolicach Szklarskiej Poręby oraz w części wschodniej, w okolicach Kowar. Część z nich jest stowarzyszona z występowaniem dawnych obiektów górniczych, od pojedynczych, niewielkich wyrobisk powierzchniowych (nr 128) lub podziemnych (nr 69, 79, 84) do pozostałości dawnych zakładów górniczych (nr 110, 111, 112, 123). Inne obejmują naturalne wychodnie skał żyłowych, obfitujących w cenne i/lub rzadkie minerały. Niektóre z tych stanowisk mają wartość unikatową w skali ponadregionalnej, co dobrze udokumentowano w literaturze naukowej zawierającej opisy nowych, rzadkich minerałów (np. stanowiska nr 75, 120, 128).

Na 18 stanowiskach są reprezentowane treści geologiczno-historyczne, głównie wiążące się z historią poszukiwań i eksploatacji surowców mineralnych, od czasów eksploracji Karkonoszy przez Walonów (nr 94, 129, 133) po czasy bliskie współczesności, gdy wschodnie Karkonosze były rejonem ożywionej działalności górniczej (nr 108, 110, 111, 123).

Pozostałe tematy pojawiają się znacznie rzadziej. Na 8 stanowiskach podkreślono czynnik strukturalny. W tych przypadkach odsłonięcia dokumentują procesy deformacji w późnych etapach intruzji (nr 80, 85) strefowość fragmentów intruzji (nr 86), zapis deformacji w seriach metamorficznych (nr 133), czy szczególnie interesująco wykształcony cios granitowy (nr 82, 91, 131, 132). W 7 przypadkach stanowiska mają znaczenie dla odtworzenia najmłodszych etapów rozwoju tektonicznego masywu, polegającego na zróżnicowanych ruchach pionowych wzdłuż uskoku i nierównomiernego dźwignia Karkonoszy. Te najmłodsze ruchy tektoniczne są rekonstruowane na podstawie wskaźnikowych form rzeźby, dlatego ta grupa stanowisk reprezentuje równocześnie treści geomorfologiczne i tektoniczne. Najmniej liczną grupę stanowią stanowiska o treści paleogeograficznej, co wynika z ubóstwa datowań form i osadów na terenie Karkonoszy. Do tej grupy zaliczono torfowisko w Jakuszycach (nr 73), zapis plejstoceńskich zmian hydrograficznych na przedpolu Śnieżnych Kotłów (nr 87 i 115), gładzowisko pod Chojnikiem (nr 95) oraz zwierzeliny w Krzaczyńcu (nr 121).

Tab. 3.1 Liczebność tematów reprezentowanych na geostanowiskach otuliny KPN i pozostałej części Karkonoszy położonej poza granicami KPN

Tematyka	Liczebność¹
geomorfologiczna	46
petrograficzna	31
mineralogiczna	22
geologiczno-historyczna	18
strukturalna	8
tektoniczna	7
paleogeograficzna	5

¹ na niektórych stanowiskach reprezentowany jest więcej niż jeden temat.

II.3.2. Różnorodność merytoryczna stanowisk

Opisane stanowiska znacznie różnicują się pod względem liczby zagadnień reprezentowanych w poszczególnych miejscach, od jednego do pięciu (tab. 3.2). Najwięcej z nich, blisko połowa (31 = 46%) ilustruje dwa zagadnienia. Zwykle jest to kombinacja treści geomorfologicznych i petrograficznych (11 przypadków), ewentualnie mineralogicznych i geologiczno-historycznych (5 przypadków) oraz geomorfologicznych i strukturalnych (4 przypadki). Na 13 stanowiskach są reprezentowane trzy zagadnienia, przy czym najczęściej wśród nich pojawiają się treści geomorfologiczne i petrograficzne. Jedynie 4 stanowiska pozwalają na omówienie czterech i więcej zagadnień i te należy uznać za najcenniejsze z edukacyjnego punktu widzenia, oferujące najwięcej możliwości w popularyzacji nauk o Ziemi. Należą do nich dolina Kamiennej na odcinku Szklarska Poręba – Piechowice, Góry Rudzianki, Sowie Dolina i Krucze Skały. Dwadzieścia stanowisk jest monotematycznych, wśród nich dominują geomorfologiczne (8 przypadków) i mineralogiczne (6 przypadków). Należy jednak podkreślić, że wśród tych ostatnich znajdują się lokalizacje bardzo ważne pod względem naukowym.

Tab. 3.2 Geostanowiska otuliny KPN i pozostałej części Karkonoszy położonej poza granicami KPN w podziale według liczby reprezentowanych tematów

Liczba reprezentowanych tematów	Liczba geostanowisk
1	20
2	32
3	13
4	3
5	1

II.3.3. Zbiorcza waloryzacja geostanowisk poza granicami KPN

Zbiorcza waloryzacja geostanowisk położonych w otulinie KPN i w pozostałej części Karkonoszy, uwzględniająca także ich dostępność i stan, ujawnia ich znaczne zróżnicowanie. Sumaryczne wagi punktowe wynoszą od 9 do 26, przy liczebności poszczególnych przedziałów przedstawionych w tabeli nr 3.3.

Najwyższą ocenę 26 punktów otrzymała Sowie Dolina, która jako jedyna w obszarze położonym poza granicami KPN może być uznana za geostanowisko o wyjątkowym znaczeniu. Jest to równocześnie stanowisko, na którym jest reprezentowana największa liczba zagadnień. Należy jednak zauważyć, że obejmuje ono dużą powierzchnię, co sprzyjało obecności obiektów geologicznych i geomorfologicznych różnego typu, jest także łatwo dostępna (bliskość Karpacza, obecność szlaku turystycznego w dnie doliny). Rangę miejsca zauważono już wiele lat temu, wyznaczając w Sowiej Dolinie przyrodniczą ścieżkę edukacyjną z Karpacza na Śnieżkę i do Kotła Łomniczki i przygotowując specjalny przewodnik. W świetle przeprowadzonej waloryzacji pożądane wydaje się zarówno przygotowanie uaktualnionej wersji tego przewodnika, jak i oznakowanie trasy w terenie specjalnymi tablicami.

Rangę pięciu dalszych stanowisk należy uznać za bardzo wysoką. Należą do nich: dolina Kamiennej na odcinku Szklarska Poręba – Piechowice (23 punkty), Ptasie Gniazda – Babiniec, Góry Rudzianki, Wodospad Podgórnej i Krucze Skały (po 21 punktów). Wszystkie reprezentują 3-4 zagadnienia, jednak ostateczne powody uzyskania wysokiej oceny nieco się od siebie różnią. W przypadku doliny Kamiennej, Wodospadu Podgórnej i Kruczych Skał istotne znaczenia ma dobra dostępność (szlaki turystyczne), natomiast w przypadku Ptasich Gniazd – Babińca, trudniej dostępnego, wyjątkowe w skali regionu znaczenie naukowe, głównie w zakresie mineralogii.

Dominują stanowiska o randze przeciętnej i niskiej, niemniej należy zauważyć, że na łączną wagę punktową znaczny wpływ ma bogactwo prezentowanej tematyki. Stanowiska

monotematyczne lub reprezentujące dwa zagadnienia są klasyfikowane niżej, mimo że specjalistyczna treść merytoryczna może być unikatowa. Dotyczy to niektórych stanowisk mineralogicznych, strukturalnych i geomorfologicznych. Łączną ocenę niektórych stanowisk z tych dwóch grup można poprawić poprzez zwiększenie dostępności (np. wyznakowanie szlaków dojściowych) i poprawę stanu przez lepsze zagospodarowanie (np. usunięcie roślinności maskującej treść geologiczną). Do takich stanowisk należą m.in. Skalna Brama (nr 76) i Płoszczań (nr 86). Dodatkowo ranga niektórych stanowisk może wzrosnąć w efekcie przeprowadzenia szczegółowych badań.

Cztery miejsca uzyskały bardzo niską liczbę punktów, co stawia ich użyteczność jako geostanowiska pod znakiem zapytania. Na ogół zdecydowała o tym kombinacja monotematyczności merytorycznej i trudny dostęp. W przypadku starego inhalatorium radonowego w dolinie Jedlicy przyczyny są inne: obiekt jest oficjalnie niedostępny, a jego stan bardzo zły. Zagospodarowanie sztolni znacząco zwiększyłoby rangę obiektu, jednak w świetle istnienia w sąsiedztwie udostępnionego do zwiedzania innego fragmentu dawnej kopalni „Podgórze” perspektywa zagospodarowania stanowiska nr 112, wymagającego znacznych nakładów, jest bardzo odległa.

Kilka stanowisk uzyskało oceny w przedziale 11-15, ale ich treść merytoryczna jest bardzo skromna, a podwyższenie oceny wynikało z łatwego dostępu (np. obecność szlaku turystycznego) lub dobrego stanu miejsca. Do nich należą m.in. Lisie Skały (nr 130), Studnik (nr 98), Gonciarek (nr 67) i Skałka w Podgórzynie (nr 117). Ich wyeksponowanie jako geostanowisk może nastąpić po przeprowadzeniu dalszych badań, które mogą potwierdzić znaczenie stanowiska.

Tab. 3.3 Zróżnicowanie geostanowisk otuliny KPN i pozostałej części Karkonoszy położonej poza granicami KPN w świetle kompleksowej waloryzacji punktowej.

Ranga	Przedział punktowy	Liczba geostanowisk
Bardzo niska	6-10	4
Niska	11-15	27
Przeciętna	16-20	32
Wysoka	21-25	5
Bardzo wysoka	powyżej 25	1

II.4. Geostanowiska w Karkonoskim Parku Narodowym i na terenie pozostałej części Karkonoszy – porównanie

W trakcie prac inwentaryzacyjnych i procedury waloryzacji dokonano opisu i oceny 134 geostanowisk, z czego 65 znajduje się w granicach Karkonoskiego Parku Narodowego, a 69 – poza nim.

Pod względem ilustrowanych zagadnień w obu obszarach dominują zagadnienia geomorfologiczne (odpowiednio 54 i 46). Licznie jest reprezentowana problematyka petrograficzna (11 i 31) oraz mineralogiczna (18 i 22). Te trzy grupy zagadnień w obrębie szeroko pojętych nauk o Ziemi w szczególności decydują o specyfice Karkonoszy, a pierwsza z nich niewątpliwie wyróżnia Karkonosze na tle innych pasm górskich Sudetów, czy nawet całego Masywu Czeskiego. Na terenie otuliny i pozostałej części Karkonoszy nie należącej do KPN licznie są reprezentowane obiekty ilustrujące problematykę górnictwo-poszukiwawczą, w pewnym zakresie już udostępnione odwiedzającym (dawna kopalnia rud uranu „Podgórze” w Kowarach, wapienniki w Grzbiecie Lasockim, dawne wyrobiska górnicze pegmatytów). Dla kontrastu, zdecydowana większość stanowisk o znaczeniu paleogeograficznym znajduje się w granicach KPN (19 na łączną liczbę 24).

Waloryzacja punktowa wskazuje, że najcenniejsze miejsca z punktu widzenia nauk o Ziemi znalazły się w granicach KPN. Na 19 stanowisk, które uzyskały 21 i więcej punktów, aż 13 znajduje się w parku narodowym. Dodatkowo, najcenniejszy obszar (stanowisko) w otulinie –

Sowia Dolina – znajduje się w części Karkonoszy, co do której są podejmowane starania o włączenie w skład KPN. Część z nich została już włączona w działalność edukacyjną Parku (ścieżki przyrodnicze, panele informacyjne, wydawnictwa), natomiast walory poznawcze pozostałych powinny także zostać w maksymalnym stopniu wyeksponowane. Zastanawiać może stosunkowo duża liczba potencjalnych geostanowisk w KPN, których rangę oceniono na niską (wartości punktowe w przedziale 11-15) – stanowią one blisko połowę zinwentaryzowanych obiektów. W wielu przypadkach zaważyła na tym monotematyczność i nie w pełni rozpoznana wartość naukowa. Można sądzić, że wraz z postępami w rozpoznaniu świata przyrody nieożywionej Karkonoszy ranga tych obiektów wzrośnie. Należy też zwrócić uwagę na dużą liczbę stanowisk mineralogicznych na terenie leżącym poza granicami KPN. Utrudnia to ich efektywną ochronę i racjonalne zagospodarowanie terenu, a przeprowadzone w 2008 roku wizje terenowe ujawniły daleko posuniętą dewastację niektórych miejsc wskutek działalności poszukiwaczy minerałów. Wypracowanie efektywnego sposobu zabezpieczenia tych miejsc jest jednym z głównych wyzwań stojących przed służbami ochrony przyrody i krajobrazu.

Bibliografia

- Aleksandrowski P., 2008, Inwentaryzacja geologiczna geostanowisk wschodniej części Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otulin, *Archiwum Karkonoskiego Parku Narodowego (maszynopis)*, 70 s.
- Alexandrowicz Z., 2003, Ochrona dziedzictwa geologicznego Polski w koncepcji europejskiej sieci geostanowisk, *Prz.Geol.*, 51, 224-230.
- Badura J., Gawlikowska E., Kasiński J.R., Koźma J., Kupetz M., Piwocki M., Rascher J., 2003, Geopark „Łuk Mużakowa” – proponowany transgraniczny obszar ochrony georóżnorodności, *Prz.Geol.*, 51, 54-58.
- Bruschi V.M., Cendrero A., 2005 Geosites evaluation; can we measure intangible values?, *Il Quaternario*, 18 (1), 293-306.
- Coratza P., Giusti C., 2005, Methodological proposal for the assessment of the scientific quality of geomorphosites, *Il Quaternario*, 18 (1), 307-313.
- Migoń, P., 2008, *Inwentaryzacja geomorfologiczna geostanowisk otuliny Karkonoskiego Parku Narodowego*, *Archiwum Karkonoskiego Parku Narodowego (maszynopis)*, 122 s.
- Reynard E., 2004, Geosites, [in:] *Encyclopedia of Geomorphology*.
- Sobczyk A., Knapik R., 2008, *Inwentaryzacja geologiczna i geomorfologiczna geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny*, *Archiwum Karkonoskiego Parku Narodowego (maszynopis)*, 238 s.
- Szuskiewicz A., Knapik R., 2008, *Inwentaryzacja mineralogiczna geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny*, *Archiwum Karkonoskiego Parku Narodowego (maszynopis)*, 116 s.
- Wimbledon W.A.P., Andersen S., Cleasl C.J., Cowie J.W., Erikstadt L., Gonggrijp G.P., Johansson C.E., Karis L.O., Suominen V., 1999, Geological World Heritage: GEOSITES – a global comparative siteinventory to enable prioritisation for conservation, *Mem.Descr.Carta Geol.d'It.*, LIV, 45-60.
- Zouros N., 2004, The European Geoparks Network. Geological heritage protection and local development, *Episodes*, 27, 3, 165-17.

III. WYNIKI ANALIZ LABORATORYJNYCH PRÓB SKAŁ I MINERAŁÓW POBRANYCH W TRAKCIE PRAC TERENOWYCH PODCZAS INWENTARYZACJI GEOSTANOWISK (S. Madej, A. Szuszkiewicz)

III.1. Identyfikacja skał za pomocą wykonania opisów szlifów cienkich

W celu identyfikacji skał zostało wykonanych i opisanych 12 szlifów cienkich z 5 geostanowisk lub proponowanych geostanowisk wyszczególnionych w opracowaniu „Inwentaryzacja mineralogiczna geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny.” Ze względu na to, że detaliczne opisy mikroskopowe różnych odmian granitu znane są z licznych prac petrograficznych (np. Borkowska 1966: Petrography of Karkonosze granite. *Geologia Sudetica* **2**, 7-119, Klominsky 1969: Krkonosko-jizersky granitoid massif. *Sbornik Geologických Ved, Geologie* **15**, 7-132) bieżące opracowanie koncentrowało się głównie na skałach wschodniej osłony granitu (geostanowiska Skalny Stół i Sowia Dolina) oraz bazaltach przecinających granit (geostanowiska Mały Śnieżny Kocioł oraz Bazalt w rejonie Gór Rudzianek). Dwa szlify sporządzono z fragmentu pegmatytu z geostanowiska Pegmatyt w dolinie Szklarki. Stanowisko to znane jest w literaturze fachowej jako lokalizacja, z której opisano prawdopodobnie po raz pierwszy na świecie granat o wysokiej zawartości itru. Analiza wykonana została przez Websky’ego w połowie XIX wieku z okazji znajdującego się po dziś dzień w zbiorach Muzeum Mineralogicznego Uniwersytetu Wrocławskiego. Jednak wówczas nie dysponowano techniką pozwalającą uniknąć wpływu drobnych wrostków mineralnych na wynik całościowej analizy. Stąd rodzi się pytanie, czy wysoka zawartość itru nie jest spowodowana obecnością w granacie z doliny Szklarki wrostków minerałów itronośnych jak np. gadolinit, fergusonit etc.

LG1 leptynit z granatami – NE zbocze Skalnego Stołu (szlif nr 1 i nr 2)

Skała posiada strukturę porfiroblastyczną. Porfiroblasty reprezentowane są przez hipautomorficzne blasty granatu o wielkości od kilku mm do powyżej 2 cm (Fig. 1). Tło skalne składa się z bardzo drobnoblastycznego materiału, w którym dominują równoległe ułożone ziarna kwarcowe i skaleniowe. Ich długość nie przekracza 0.25 mm. Zgodnie z nimi układają się smugi zbudowane z chlorytu i schlorytyzowanego biotyту oraz minerały nieprzezroczyste (tlenki/wodorotlenki Fe). Tego typu ułożenie podkreśla foliację w skale. W opisywanym tle skalnym pojawiają się porfiroblasty skalenia o wielkości ok. 0.4 mm. W obrębie porfiroblastów granatu i skalenia występują strefy cienia ciśnień składające się z nieco większego materiału niż tło, który miejscami wykazuje bezładną teksturę.

W porfiroblastach granatu można zaobserwować relikty starszej foliacji podkreślanej przez wydłużone ziarna kwarcu i skalenia (Fig. 2). Jest ona niekiedy skośna do foliacji w tle skalnym. Porfiroblasty granatu wykazują budowę strefową, podkreśloną zróżnicowaniem barwy. Najbardziej zewnętrzne partie są nieco ciemniejsze i zawierają więcej drobnych wrostków niż partie centralne (Fig. 1,2).

W spękaniach w granacie oraz skale występuje kwarc o rozmiarach od 0.2 do 0.4 mm, który miejscami osiada poligonalne zarysy, co wskazuje na statyczną rekrytalizację, prawdopodobnie w wyniku podgrzania.

Skałę należy zaklasyfikować jako skałę kwarcowo-skaleniową z granatami (leptynit z granatami).

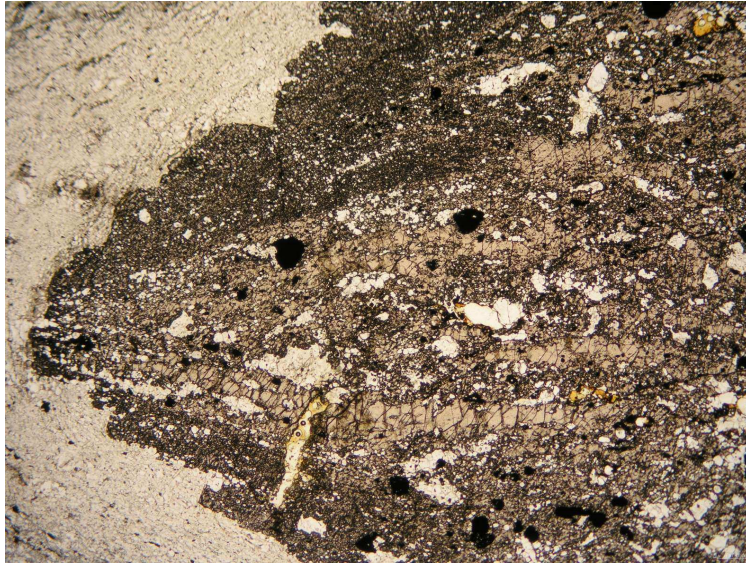


Fig. 1. Obraz granatów w obrębie leptynitu.

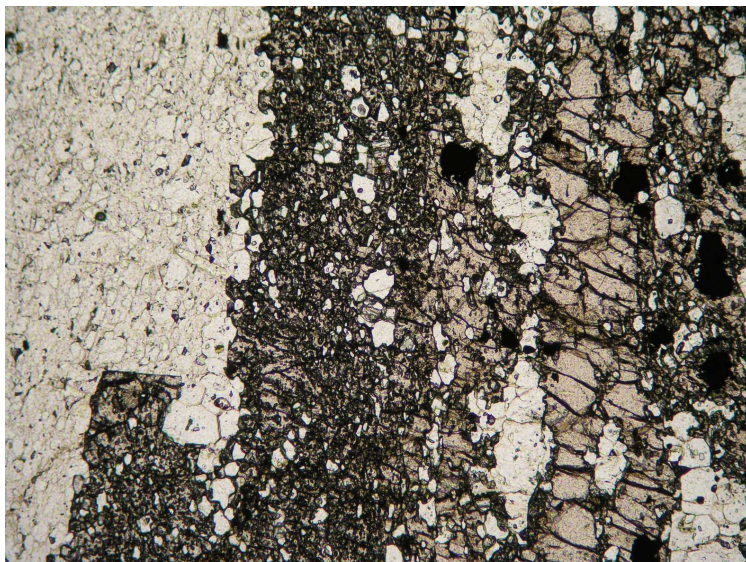


Fig. 2. Wrostki w obrębie granatów z leptynitu.

SS2 łupek z granatami – Skalny Stół (szlif nr 3 i nr 4)

Skała posiada strukturę porfiroblastyczną. W gruboblastycznym tle skalnym znajdują się porfiroblasty granatu. Granat najczęściej występuje w formie hipautomorficznych blastów o wielkości od kilku mm do 2 cm. Często zewnętrzne partie granatu są podkreślone przez obecność brunatnych związków Fe. Granat jest silnie spękany i posiada dużą ilość drobnych wrostków minerałów nieprzezroczystych (ilmenit?). W niektórych blastach widoczne jest również równoległe ułożenie wrostków lub smużystość, co może wskazywać na zachowanie wcześniej istniejącej foliacji w skale metamorficznej (Fig. 3).

Tło skały złożone jest z dwóch minerałów: chlorytu i muskowitu, których wielkość zmienia się od 0.5 do 2 mm. Chloryt często tworzy skupienia rozetowe, natomiast duże, automorficzne blaszki muskowitu są ułożone bezładnie (Fig. 4). Tego typu rozkład sugeruje krystalizację w wyniku podgrzania przez magmę granitu Karkonoszy. W obrębie chlorytu i muskowitu występuje duża ilość wrostków minerałów nieprzezroczystych oraz drobnoigielkowego apatyty. Podrzędnie w próbce zaobserwowano obecność porfiroblastów skalenia o wielkości do 3mm. Najczęściej mają one ksenomorficzny zarys i noszą ślady wtórnych przeobrażeń. Skałę zaklasyfikowano jako łupek chlorytowo-muskowitowy z granatami.

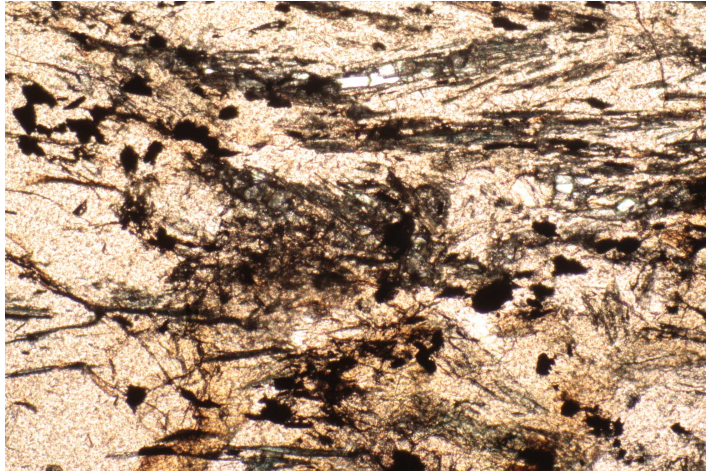


Fig. 3. Wcześniejsza foliacja zachowana w granacie.

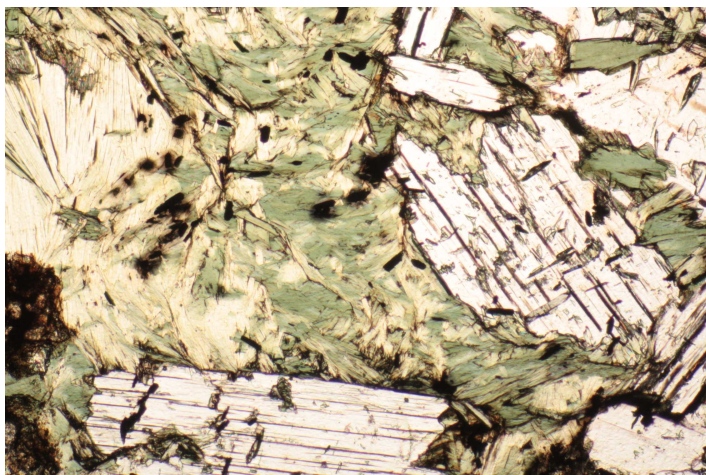


Fig.4. Rozetowe skupienia chlorytu obok bezładnie ułożonych blaszek muskowitu.

SD2 i SD1 łupek z granatami - Sowiec Dolina – aluwia (szlif nr 9 i nr 10)

Struktura skały SD2 jest porfiroblastyczna. W średnio i drobnoblastycznym tle skalnym znajdują się porfiroblasty granatu. Granat występuje w formie automorficznych blastów o wielkości od 2 do 7 mm. Zewnętrzne partie są podkreślone przez obecność brunatnych związków żelaza. Centralne partie posiadają natomiast wzrostki apatytu, ilmenitu?, które układają się najczęściej równolegle. Jest to zapis starszej foliacji skały metamorficznej, miejscami ustawionej prostopadłe do młodszej, obecnej w tle skalnym. Pozbawione wzrostków obwódki granatu wskazują na dwuetapową blastezę.

W tle skalnym dominuje chloryt, który tworzy wydłużone blaszki ułożone równolegle, podkreślając foliację w skale. W obrębie chlorytu obecne są liczne wzrostki minerałów nieprzezroczystych. Miejscami blaszki chlorytu są esowato wygięte i układają się skośnie do foliacji (struktury typu S-C), co jest rezultatem deformacji o charakterze prostego ścinania. Innym dowodem na tego typu deformację są asymetryczne cienie ciśnięć przy porfiroblastach granatu, w których dodatkowo pojawia się kwarc. Akcesorycznie występuje cyrkon, rzadziej monacyt.

Wielkość blastów granatu w próbce SD1 jest zbliżona. Podobnie jak w poprzedniej próbce można zaobserwować zapis dwuetapowego wzrostu granatu. Partie centralne są barwy różowej. Smugi minerałów nieprzezroczystych odgraniczają je od jaśniejszych obwódek, naśladując jednocześnie kształt kryształu granatu (Fig. 5). W odróżnieniu od próbki SD2 w tle skalnym dominuje biotyt. Wtórny chloryt jest podrzędny. Drobniejsze blaszki biotyту zorientowane są równolegle i podkreślają foliację, natomiast większe ułożone są bezładnie (Fig. 6). Tego typu ułożenie minerałów w skale metamorficznej można tłumaczyć jako objaw statycznej rekryształizacji, która zachodziła w wyniku oddziaływania termicznego przez granit.

Również w tym czasie doszło do blastezy granatów, która przejawiała się powstaniem obwódek.

Zjawiska termicznego oddziaływania granitu zaznaczają się w większym stopniu w próbce SD1 niż w SD2. Wskazuje na to fakt, że skała SD1 znajdowała się w polu stabilności biotyty, jak również lepiej wyrażona pasowa budowa granatu widoczna dzięki obecności wrostków i zróżnicowanej barwie.

Skałę SD1 zaklasyfikowano jako łupek biotytowy z granatami, skałę SD2 zaklasyfikowano jako łupek chlorytowy z granatami.

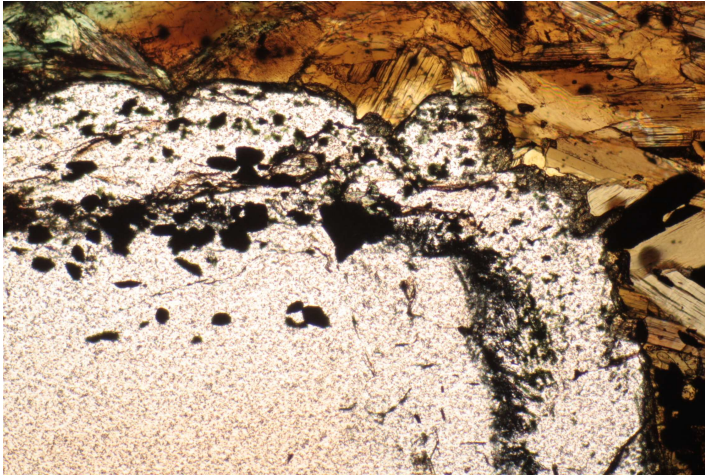


Fig. 5. Strefowość w granacie.

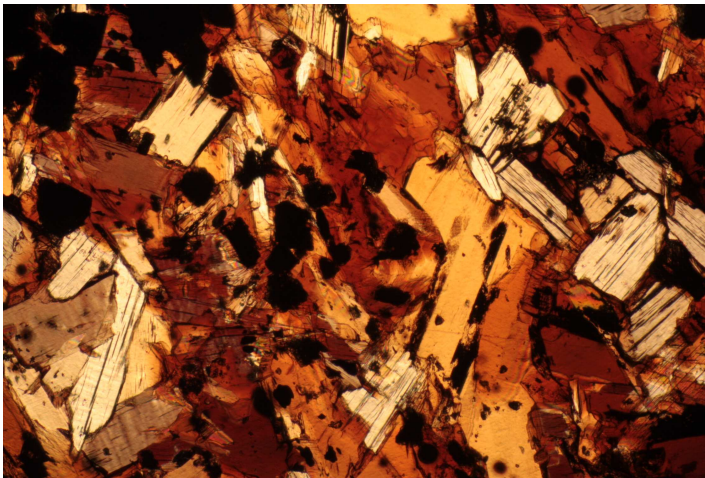


Fig. 6. Beźładnie zorientowane blaszki biotyty.

BM1 bazalt - Mały Śnieżny Kociół (szlif nr 5 i nr 6)

Skała wykazuje porfirową strukturę z porfirokryształami oliwinu i piroksenu o długości do 0.5 mm i afanitowym lub niemal afanitowym tłem, przepojonym związkami żelaza. Porfirokryształy plagioklazów występują podrzędnie a spineli - sporadycznie.

Piroksen najprawdopodobniej należy do grupy klinopiroksenów. Występuje jako automorficzne kryształy o budowie pasowej, rzadziej klepsydrowej. Miejscami tworzy glomeroporfirowe zrosty w formie rozetowatych skupień (Fig. 7).

Krótkosłupowy, hipautomorficzny oliwin osiąga rozmiary do 0.8 mm. Najczęściej jest wtórnie przeobrażony w wyniku procesów hydrotermalnych. Przeobrażenia rozwijają się od zewnątrz do wnętrza porfirokryształów lub postępują wzdłuż nieregularnych spękań (Fig. 8). Ich produktem są głównie minerały ilaste.

W tle skalnym, głównie złożonym ze zdewitryfikowanego szkliwa wulkanicznego, dostrzegalne są mikrolity nefelinu i skalenia potasowego a także drobne minerały nieprzezroczyste. Prawdopodobnie obecny jest także apatyt.

Lokalnie obserwuje się obecność pogazowych pustek, całkowicie lub częściowo wypełnionych przez minerały ilaste oraz minerały z grupy zeolitów. Części brzeżne pustek zazwyczaj wyłożone są zeolitami, natomiast partie centralne minerałami ilastymi. Jednak proces krystalizacji pomagmowej miał charakter kilkuetapowy, co znajduje odzwierciedlenie w cyklicznym charakterze materiału wypełniającego pogazowe pustki. Skałę zaklasyfikowano do grupy bazaltoidów.

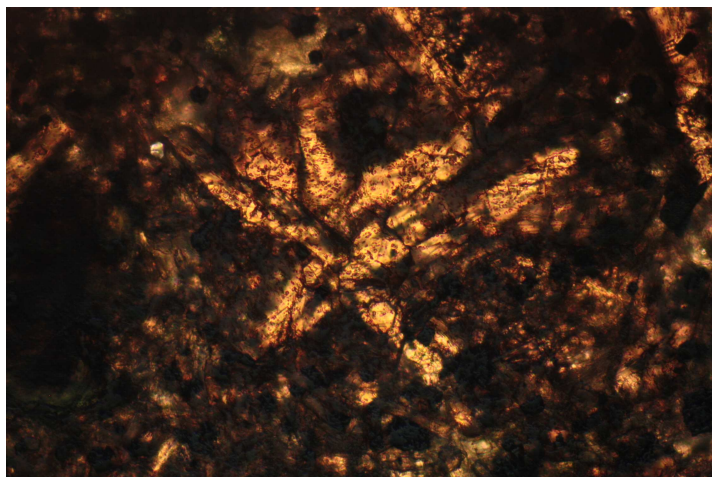


Fig. 7. Glomerofirowe zrosty porfirokryształów w bazalcie.

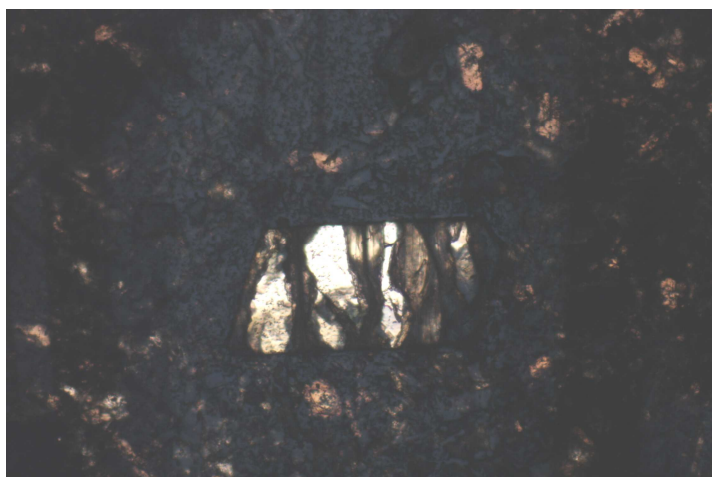


Fig. 8 . Przeobrażenia rozwinięte wzdłuż spękań w porfirokryształach oliwinu.

BR2 bazalt – Rudzianki (szlif nr 7 i nr 8)

Próbka jest skałą o strukturze porfirowej. Porfirokryształy o wielkości od 0.2 do 1 mm reprezentowane są przez oliwin, klinopiroksen oraz nefelin.

Oliwin występuje w skale w dwu postaciach. Porfirokryształy oliwinu są niemal całkowicie zastąpione przez produkty przeobrażeń wtórnych (minerały ilaste) o brązowej barwie. Minerały ilaste tworzą równoległe smugi w obrębie pseudomorfoz po oliwinie. Niezmienione partie centralne fenokryształów oliwinu zachowane są sporadycznie. Kształt pseudomorfoz jest zróżnicowany, choć dominują zarysy hipautomorficzne.

Drugą formą występowania oliwinu stanowią nieco większe (do 4 mm) ksenomorficzne (Fig. 9) i hipautomorficzne osobniki. Poza żelazisto-ilastymi wypełnieniami spękań, nie wykazują one śladów przeobrażeń. Ich pochodzenie związane jest prawdopodobnie z rozkruszeniem i redystrybucją materiału pierwotnie będącego składnikiem enklaw płaszczowych typu bomb oliwinowych.

Piroksen tworzy ładnie wykształcone, automorficzne kryształy o romboidalnym przekroju. Ich cechą charakterystyczną jest obecność budowy pasowej. Obwódki wykazują barwę różowo-brunatną a partie centralne są lekko zielonkawe. Niektóre porfirokryształy piroksenu

wykazują obecność dwu systemów łupliwości, krzyżujących się pod kątem zbliżonym do prostego. Niektóre z nich tworzą formy szkieletowe, typowe dla wzrostu w warunkach przechłodzenia (Fig. 10).

Nefelin występuje jako pojedyncze ksenomorficzne porfirokryształy o rozmiarach do 2 mm. Zwykle wykazują budowę sektorową. Nie obserwuje się znamion wtórnych przeobrażeń.

Tło skalne przepojone jest minerałami nieprzezroczystymi, prawdopodobnie związkami żelaza. Tworzą one grudkowate skupienia, rozmieszczone równomiernie w przestrzeni skały. Mikrolity w tle skalnym są zbyt małe do jednoznacznej identyfikacji metodami mikroskopowymi. Niektóre z nich wykazują listewkowy pokrój, co mogłoby wskazywać na obecność skaleni. Szklivo wulkaniczne prawdopodobnie uległo dewitryfikacji.

Lokalnie obserwuje się pogazowe pustki o zarysie owalnym i wielkości od 1 do 4 mm. Wypełnione są minerałami ilastymi oraz minerałami z grupy zeolitów. Wypełnienia wykazują szarzielone i biało-szare zabarwienie. Skałę zaklasyfikowano do grupy bazaltoidów.

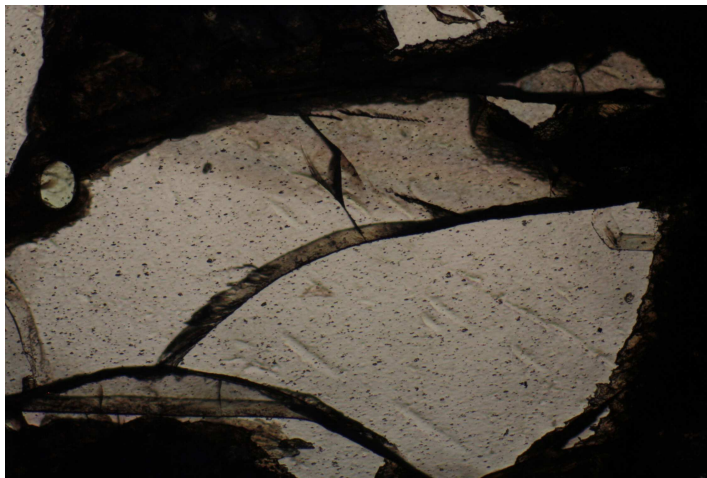


Fig. 9 Ksenomorficzny oliwin z enklawy płaszczowej.



Fig. 10. Szkieletowy porfirokryształ klinopiroksenu w bazalcie.

IV7372 granat z fragmentu pegmatytu w dolinie Szklarki (szlif nr 11 i nr 12)

Próbka reprezentuje fragment pegmatytu złożony z granatu, skalenia potasowego, sodowego plagioklazu oraz kwarcu. Granat jest automorficznym izometrycznym kryształem o wielkości ok. 1.3 cm i brunatno-czerwonej barwie. Częściowo jest symplektytowo przerośnięty z kwarcem (Fig. 11), choć głównie kontaktuje ze skaleniami. Gęste, nieregularne spękania utrudniają obserwacje mikroskopowe. Niemniej jednak obserwuje się

obecność niewielkich, automorficznych (Fig. 12) lub subautomorficznych wrostków minerałów o barwie brunatnej lub minerałów nieprzezroczystych.

Plagioklaz jest prawdopodobnie pseudomorfozą albitu po bardziej wapniowym plagioklazie (oligoklazie?). Wykazuje polisyntetyczne zbliżnienia wg. prawa albitowego oraz, mniej liczne, bliźniaki peryklinowe. Wraz z kwarcem tworzy drobne przerosty pismowe.

Skaleń potasowy jest pertytowym mikrokinem. Pertyty obserwowane pod mikroskopem optycznym są dwójakiego rodzaju: regularne pertyty żyłkowe oraz nieregularne pertyty plamiste. Szczególnie silne objawy zmian hydrotermalnych obserwuje się w pobliżu granicy skaleń/granat.

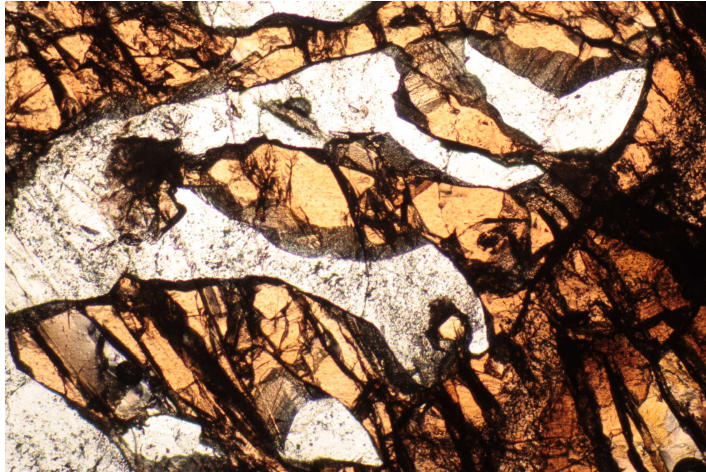


Fig. 11. Symplektytowe przerosty kwarcu z granatem.

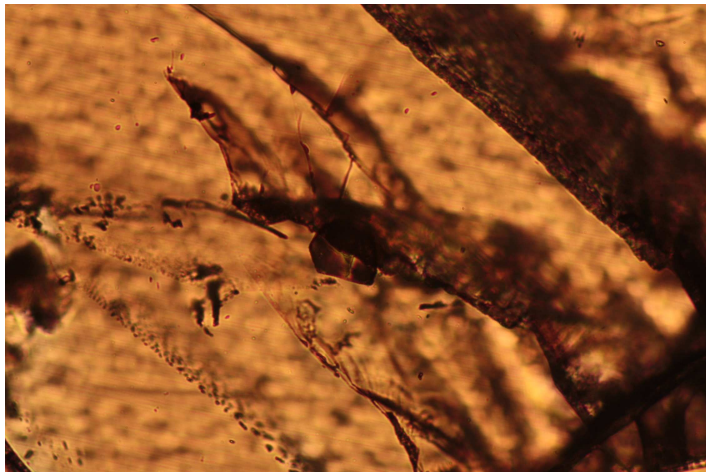


Fig. 12. W centrum zdjęcia automorficzny, ciemnobrunatny wrostek.

III.2. Identyfikacja faz mineralnych przy pomocy dyfrakcji rentgenowskiej

Metodyka i cel badań

Próbki wytypowane do badań metodą dyfrakcji rentgenowskiej pochodziły z 13 geostanowisk (lub proponowanych geostanowisk), których szczegółowe opisy mineralogiczne znajdują się w opracowaniu „Inwentaryzacja mineralogiczna geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny.” Jedną z próbek pochodzi z geostanowiska „Łasbki Kocioł”, które nie było szczegółowo inwentaryzowane pod kątem mineralogicznym. Wykonano 50 analiz fazowych 41 próbek skał i minerałów zebranych w toku prac terenowych. Zbadano minerały, których identyfikacja w oparciu o metody optyczne (makroskopowe i mikroskopowe) była niejednoznaczna. Próbki 2 skał węglanowych (KPN LGW1 i KPN LGW2) analizowano dla określenia rodzaju budujących je węglanów (dolomit, kalcyt czy aragonit).

Separacja materiału do badań dokonywana była ręcznie, pod binokulem. Pomiary metodą dyfraktometrii rentgenowskiej wykonano metodą proszkową w Pracowni Dyfrakcji Rentgenowskiej Zakładu Mineralogii i Petrologii w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego. Analizy w temperaturze pokojowej zostały przeprowadzone przy użyciu dyfraktometru Siemens D5005 stosując lampę kobaltową z filtrem Fe. Dyfraktogramy uzyskano w różnych zakresach w zależności od rodzaju mierzonego materiału, przy prądzie 20 mA i 30kV. Cyfrowe opracowanie dyfraktogramów przeprowadzono za pomocą programów Win-Metric, Eva oraz WinFit.

W przypadku minerałów z grupy skaleni badania rentgenograficzne stanowią standardową procedurę w ich klasyfikacji. Wybrano 9 okazów z lokalizacji, które nie były jak dotąd przedmiotem podobnych badań.

Dla skaleni potasowych policzono także parametr trójskości Δ według metody Goldsmitha i Lavesa (1954) w oparciu o położenia kątowne 2θ refleksów 131 i 1-31 na dyfraktogramach. W tym celu zmierzono powtórnie te próbki w zakresie od 33.5 do 37.5 2θ stosując mniejszy krok goniometru i dłuższy czas pomiaru. Pierwotny wzór Goldsmitha i Lavesa kalibrowany w oparciu o wyniki pomiarów wykonanych przy użyciu lampy miedziowej, został zmodyfikowany, by odpowiadał pomiarom przy użyciu lampy kobaltowej.

W przypadku 2 próbek minerałów ilastych oprócz zwykłej analizy przeprowadzono pomiary dla próbek glikolowanej według standardowej procedury w celu wykazania, czy należą one do grupy smektytów.

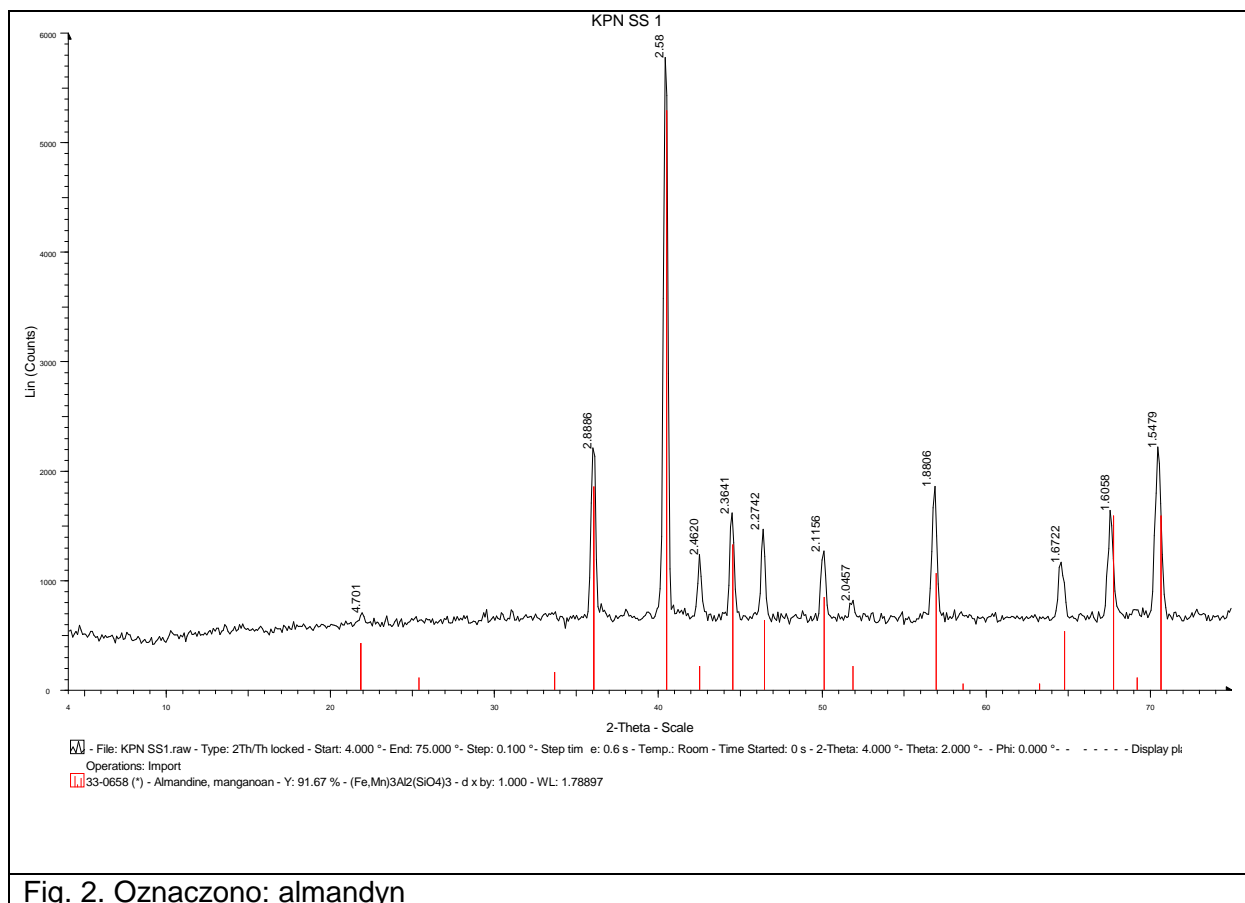
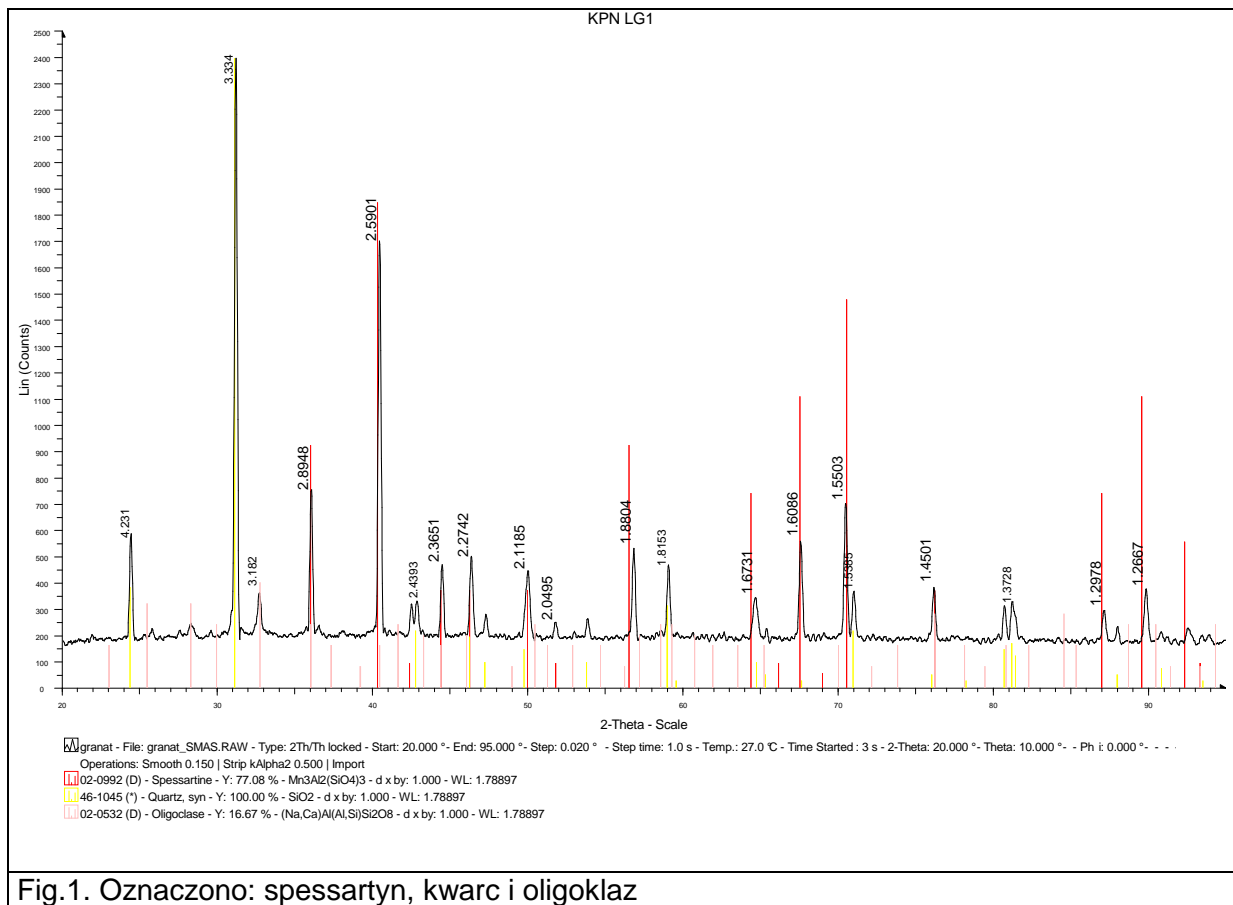
Tab. 1: Zestawienie próbek do badań metodą dyfrakcji rentgenowskiej.

	Symbol	Geostanowisko	Opis próbki	
1	KPN LG1	Skalny Stół (NE zbocze)	Nieforemne blasty granatu w skale skaleniowo-kwarcowej.	Fig. 1
2	KPN SS1	Skalny Stół	Izometryczne kryształy granatu w łupku chlorytowym.	Fig. 2
3	KPN SS2	Skalny Stół	Izometryczne kryształy granatu w łupku chlorytowym.	Fig. 3
4	KPN SD1	Sowia Dolina	Izometryczne kryształy granatu w łupku chlorytowym.	Fig. 4
5	KPN SD2	Sowia Dolina	Izometryczne kryształy granatu w łupku chlorytowym.	Fig. 5
6	KPN SD3	Sowia Dolina	Brunatne słupkowe kryształy o grubości od 1 do 3 mm i dł. do kilkunastu mm w obrębie kwarcowych segregacji w zbrekcjowanej skale metamorficznej z pogórnicej hałdy w okolicach dawnej sztolni.	Fig. 6
7	KPN KAS1	Sztolnia przy ul. Kasprowicza w Szklarskiej Porębie	2 cm. długości, słupkowy minerał o barwie czarnej i niejednorodnym połysku w obrębie skalenia z pegmatytu.	Fig. 7
8	KPN KAS2	Sztolnia przy ul. Kasprowicza w Szklarskiej Porębie	Ponad 10 cm wielkości kryształy skalenia potasowego o cielistej barwie z pegmatytu.	Fig. 8
9	KPN KAS2D	Sztolnia przy ul. Kasprowicza w Szklarskiej Porębie	Pomiar trójskośności próbki KPN KAS2.	Fig. 9
10	KPN KAS3	Sztolnia przy ul. Kasprowicza w Szklarskiej Porębie	Nieforemne skupienie białego skalenia z pegmatytu.	Fig. 10
11	KPN OKAP1	Okap	8 mm długości kryształy o zmiennej brunatno-czarnej barwie i niejednorodnym szklisto-żywicznym połysku w obrębie skalenia z pegmatytu.	Fig. 11
12	KPN OKAP2	Okap	Drobnoluszczkowe skupienia czarnego minerału w pustkach w obrębie pegmatytu.	Fig. 12
13	KPN OKAP3	Okap	Ciemnoczerwony skaień potasowy z pegmatytu występujący w pobliżu skupień minerału z próbki KPN OKAP2.	Fig. 13
14	KPN OKAP3D	Okap	Pomiar trójskośności próbki KPN OKAP3.	Fig. 14
15	KPN OKAP4	Okap	Typowy skaień potasowy o cielistej barwie z pegmatytu.	Fig. 15
16	KPN OKAP5	Okap	Kryształ o dł. ok. 0.5 cm o ciemno brunatnej barwie i żywicznym połysku w obrębie skalenia z pegmatytu .	Fig. 16
17	KPN RUDZ1	Bazalt w rejonie Gór Rudzianek	Ok. 1 cm wielkości skupienie ciemnozielonych minerałów ilastych w obrębie bazaltu.	Fig. 17
18	KPN RUDZ1GLIK	Bazalt w rejonie Gór Rudzianek	Próbka KPN RUDZ1 po glikolowaniu.	Fig. 17
19	KPN RUD1	Góry Rudzianki	Różowawy blokowy skaień potasowy z pegmatytu.	Fig. 18
20	KPN RUD1D	Góry Rudzianki	Pomiar trójskośności próbki KPN RUD1.	Fig. 19

21	KPN RUD2	Góry Rudzianki	Wydłużone lub ksenomorficzne kryształy czarnego, metalicznego minerału o wielkości od kilku mm do 2 cm w obrębie drobnych przerostów skaleniowo-kwarcowych z pegmatytu.	Fig. 20
22	KPN RUD3	Góry Rudzianki	Blokowy skażeń potasowy o cielistej barwie.	Fig. 21
23	KPN RUD3D	Góry Rudzianki	Pomiar trójskości próbki KPN RUD3.	Fig. 22
24	KPN LGW1	Lasocki Grzbiet - wapienniki	Szare laminy wraz z otaczającą skałą węglanową z dawnego wyrobiska przy wapienniku północnym.	Fig. 23
25	KPN LGW2	Lasocki Grzbiet - wapienniki	Spoivo wypełnienia krasowego w skałach z dawnego wyrobiska przy wapienniku północnym.	Fig. 24
26	KPN TJ1	Trzy Jawory	Nerkowate i groniaste skupienia czarnego minerału obecne w pustce żyły kwarcu.	Fig. 25
27	KPN TJ2	Trzy Jawory	Masywne, zbite skupienia czarnego minerału obecne w pustce żyły kwarcu.	Fig. 26
28	KPN ZK1	Wielki Śnieżny Kocioł	Niemal 2 cm. wielkości automorficzne kryształy skażenia potasowego o cielistej barwie z niewielkich wystąpień pegmatytów miarolitycznych w Żlebie Kryształowym.	Fig. 27
29	KPN ZK1D	Wielki Śnieżny Kocioł	Pomiar trójskości próbki KPN ZK1.	Fig. 28
30	KPN ZK2	Wielki Śnieżny Kocioł	Sferulityczne skupienia minerału o milimetrowych rozmiarach, tworzącego pseudomorfozy na kryształach kwarcu ze Żlebu Kryształowego.	Fig. 29
31	KPN LK1	w pobliżu Małego Śnieżnego Kotła	Wrzosowo-zielonkawy minerał o pokroju wydłużonych kilkumilimetrowych słupków w granicie przy schronisku „Pod Łabskim Szczytem”.	Fig. 30
32	KPN MSK1	Mały Śnieżny Kocioł	Ok. 2 cm długości ciemnowiśniowe zbite skupienie minerałów w obrębie hydrotermalnie zmienionego granitu.	Fig. 31
33	KPN MSK2	Mały Śnieżny Kocioł	5 mm wielkości nieforemne czarne skupienia w obrębie przerostów skaleniowo-kwarcowych z pegmatytu.	Fig. 32
34	KPN MSK2D	Mały Śnieżny Kocioł	Pomiar trójskości próbki KPN MSK2.	Fig. 33
35	KPN MSK3	Mały Śnieżny Kocioł	Bezbarwne kryształy o wielkości do 0.5 mm w obrębie pustki pogazowej w bazalcie.	Fig. 34
36	KPN MSK4	Mały Śnieżny Kocioł	Bezbarwne kryształy w formie romboedrów o wielkości do 0.5 mm w obrębie pustki pogazowej w bazalcie.	Fig. 35
37	KPN MSK5	Mały Śnieżny Kocioł	Bezbarwne, mlecznobiałe na krawędziach, izometryczne kryształy o wielkości do 0.5 mm w obrębie pustki pogazowej w bazalcie.	Fig. 36
38	KPN MSK6	Mały Śnieżny Kocioł	Białe i żółtawe zbite wypełnienie pustki pogazowej w bazalcie.	Fig. 37
39	KPN MSK6GLIK	Mały Śnieżny Kocioł	Próbka KPN MSK6 po glikolowaniu.	Fig. 37
40	KPN MSK7	Mały Śnieżny Kocioł	Drobne, wydłużone kryształy o	Fig. 38

			zakończeniach do 0.2 mm w obrębie pustki pogazowej w bazalcie.	
41	KPN MSK8	Mały Śnieżny Kocioł	Poliminerálne wypełnienia pustki pogazowej w bazalcie.	Fig. 39
42	KPN SB1	Skalna Brama	Różowawy skaień potasowy w przerostach z kilkucentymetrowej długości kryształami oznaczonymi jako KPN SB2 z pegmatytu.	Fig. 40
43	KPN SB1D	Skalna Brama	Pomiar trójskości próbki KPN SB1.	Fig. 41
44	KPN SB2	Skalna Brama	Kilkucentymetrowej wielkości spłaszczone kryształy czarnego minerału o połysku metalicznym z próbki KPN SB1.	Fig. 42
45	KPN MCH1	Michałowice – kamieniołom granitu	Bezbarwne, izometryczne kryształy o wielkości ok. 3 mm z pegmatytu miarolitycznego.	Fig. 43
46	KPN MCH2	Michałowice – kamieniołom granitu	Słomianożółte, rozetowate skupienia igiełkowego minerału z pegmatytu miarolitycznego.	Fig. 44
47	KPN MCH3	Michałowice – kamieniołom granitu	Masywne, pomarańczowożółte skupienia z pegmatytu miarolitycznego.	Fig. 45
48	KPN MCH4	Michałowice – kamieniołom granitu	Bładożółte, przeświecające nieforemne skupienia wypełniające przestrzenie pomiędzy kryształami skaleni z pegmatytu miarolitycznego.	Fig. 46
49	KPN KOW1	Dawna kopalnia Wulkan w Kowarach	Srebrzyste, metaliczne skupienia masywne w obrębie skarnu z hałdy pogórnicej.	Fig. 47
50	KPN KOW2	Dawna kopalnia Wulkan w Kowarach	Srebrzyste, metaliczne skupienia drobnokrystaliczne, igiełkowe w obrębie skarnu z hałdy pogórnicej.	Fig. 48

Dyfraktogramy wraz z interpretacją



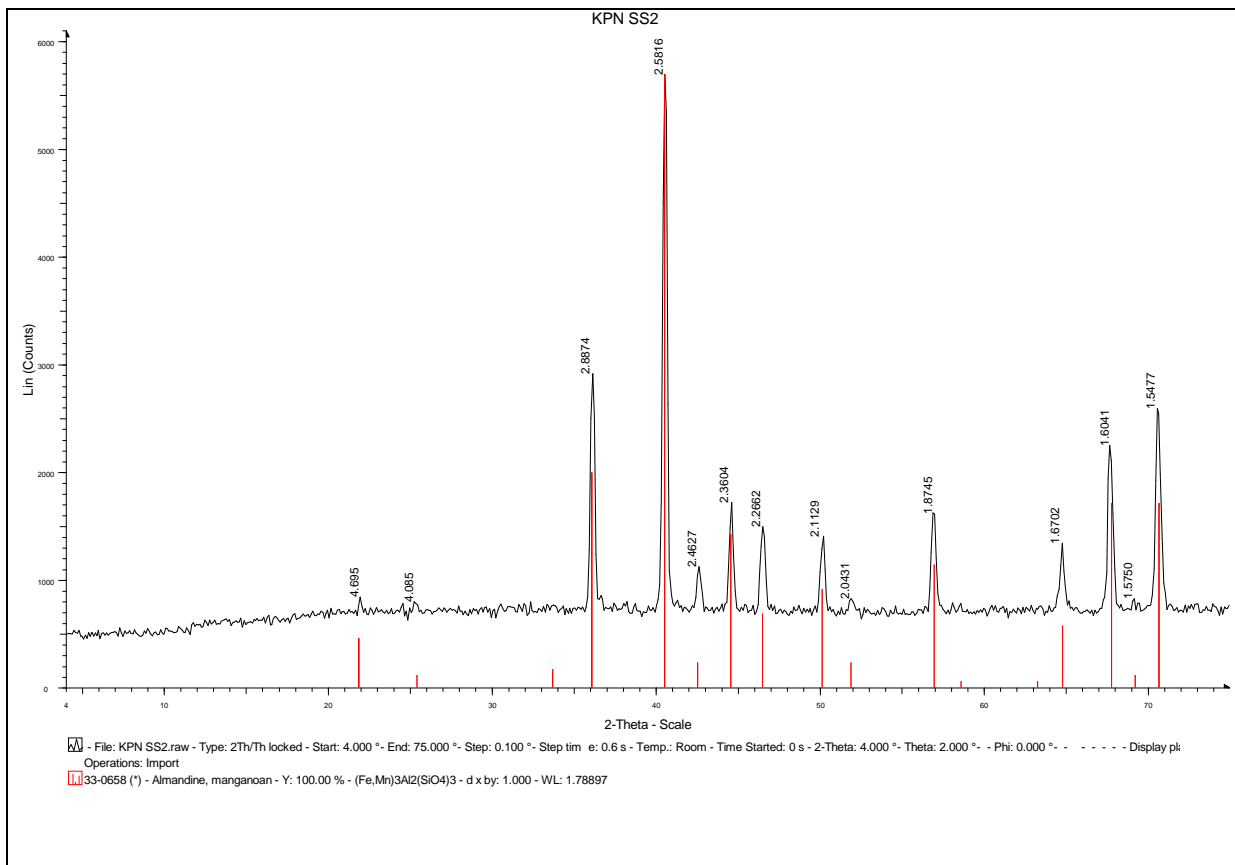


Fig. 3. Oznaczone: almandyn

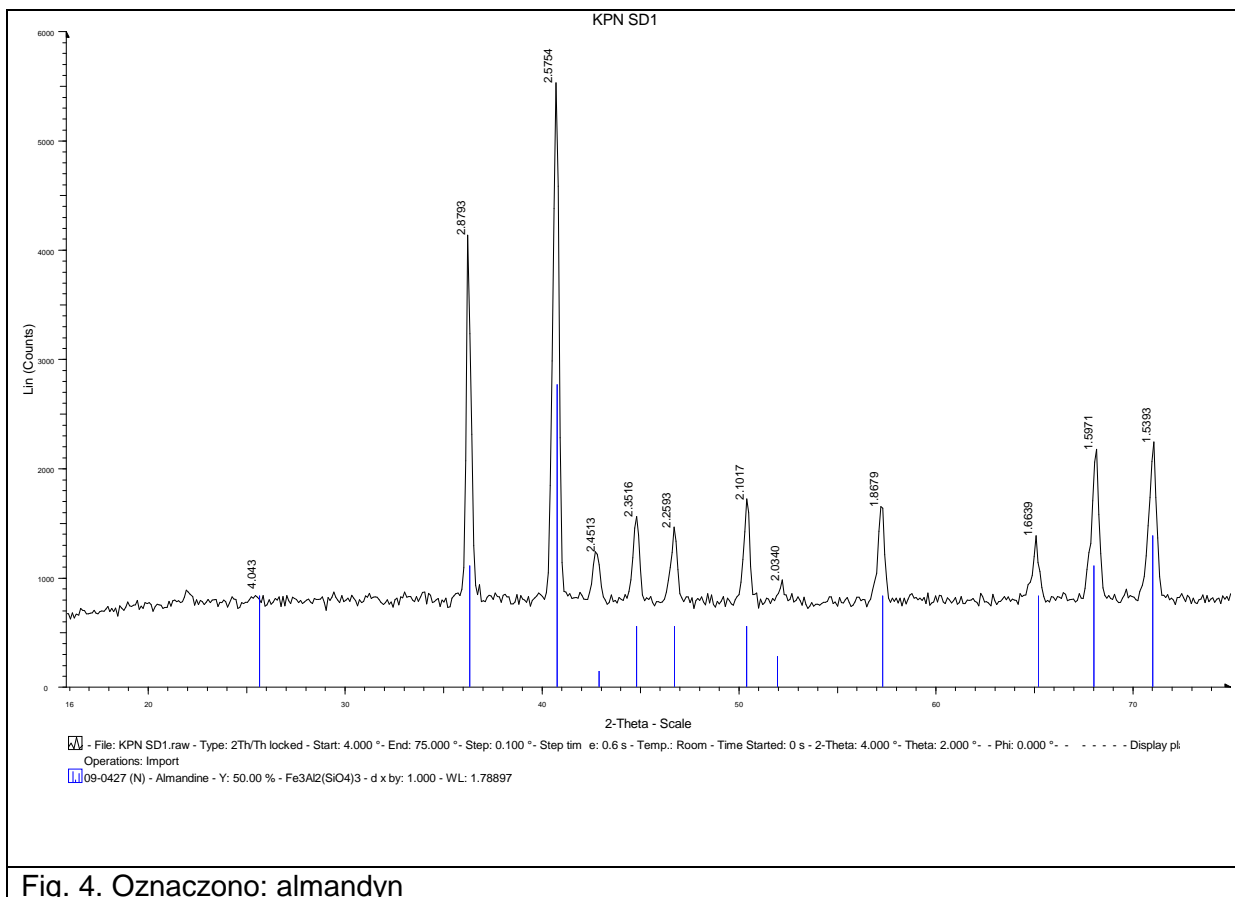


Fig. 4. Oznaczone: almandyn

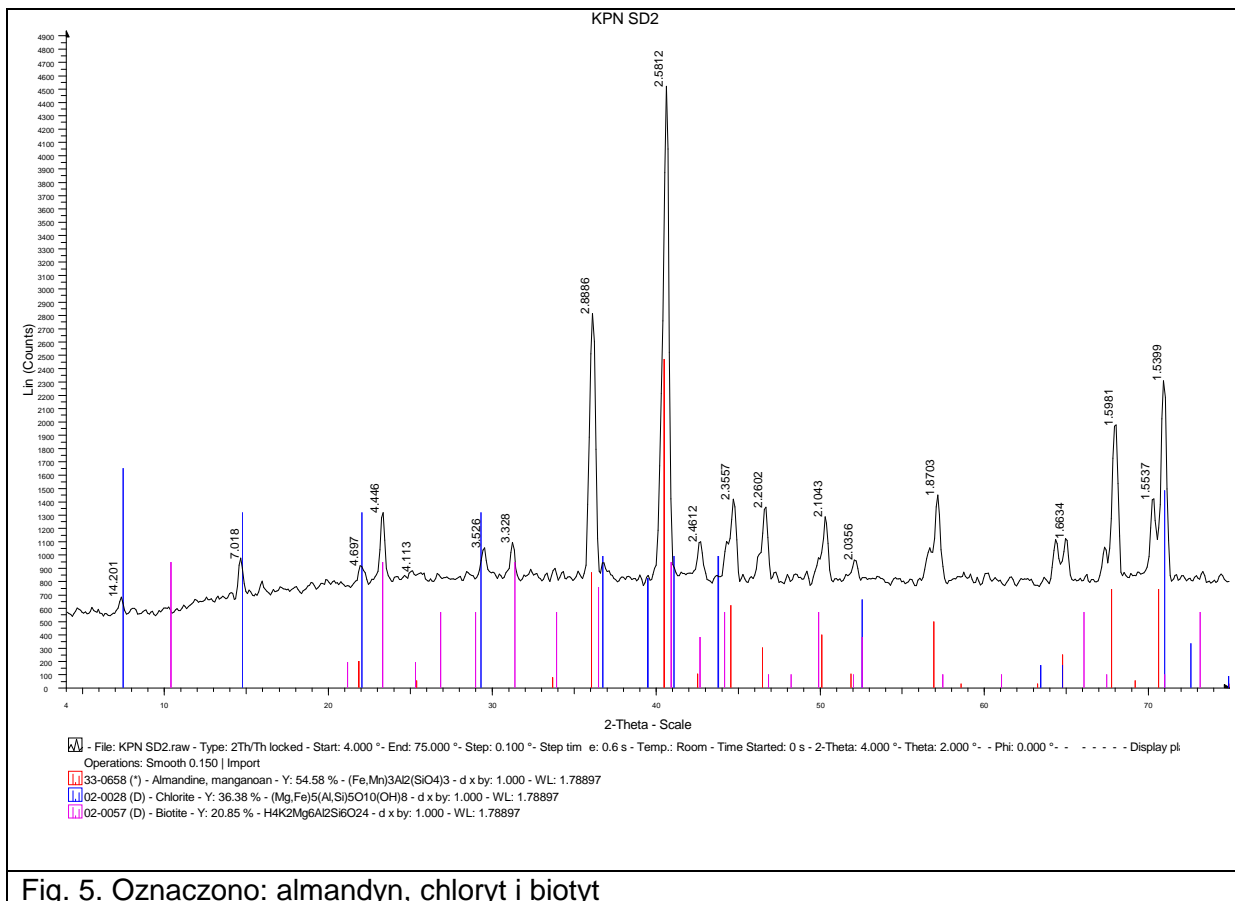


Fig. 5. Oznaczono: almandyn, chloryt i biotyt

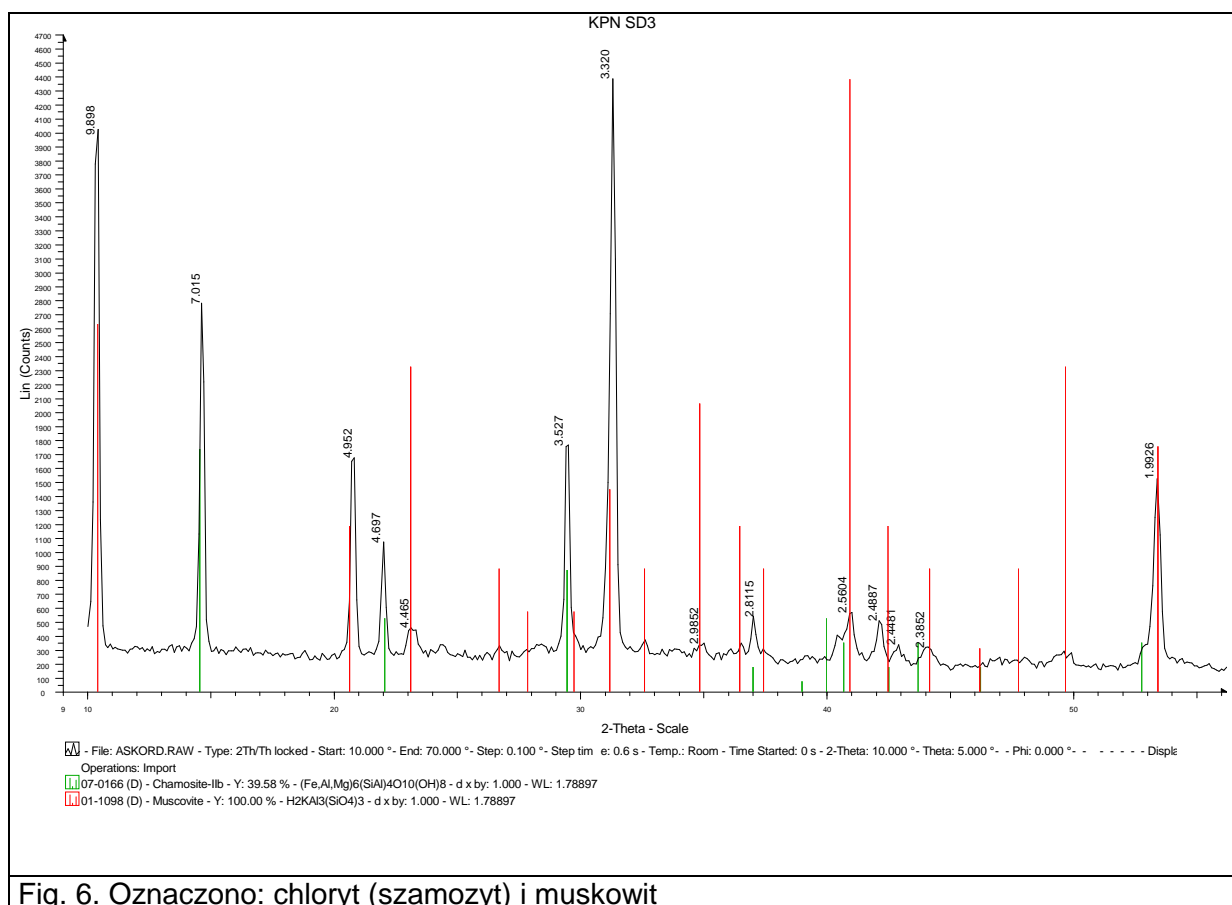


Fig. 6. Oznaczono: chloryt (szamozyt) i muskowit

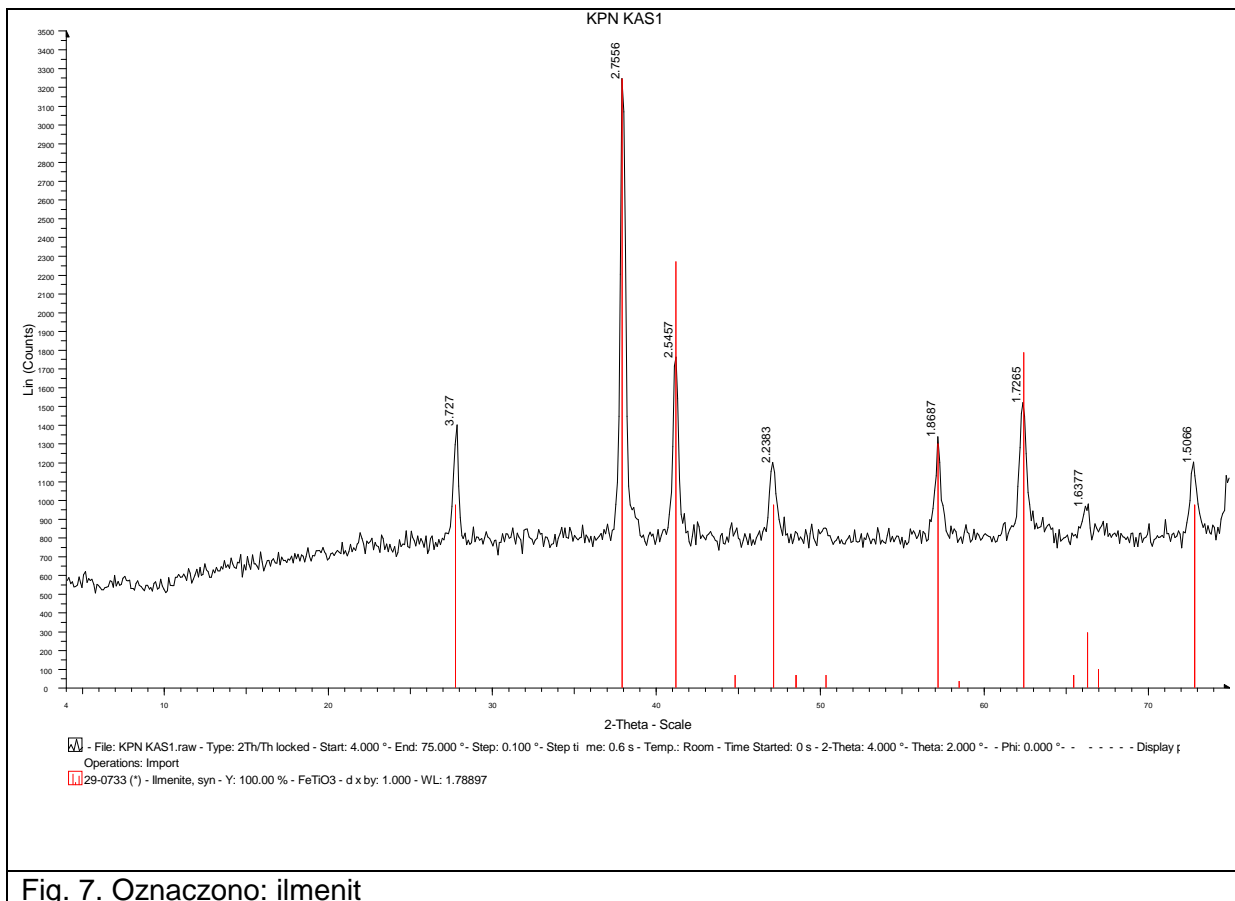


Fig. 7. Oznaczono: ilmenit

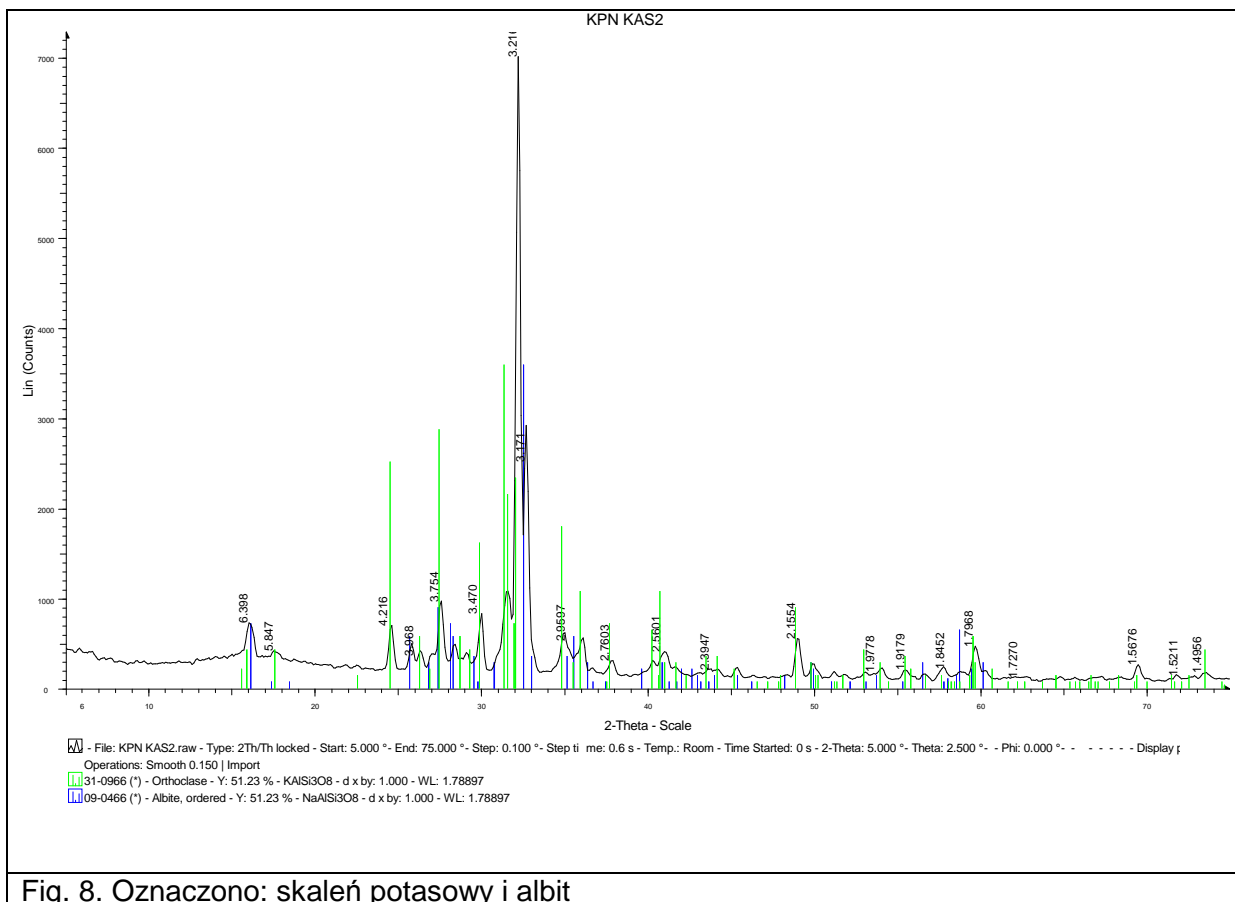


Fig. 8. Oznaczono: skałen potasowy i albit

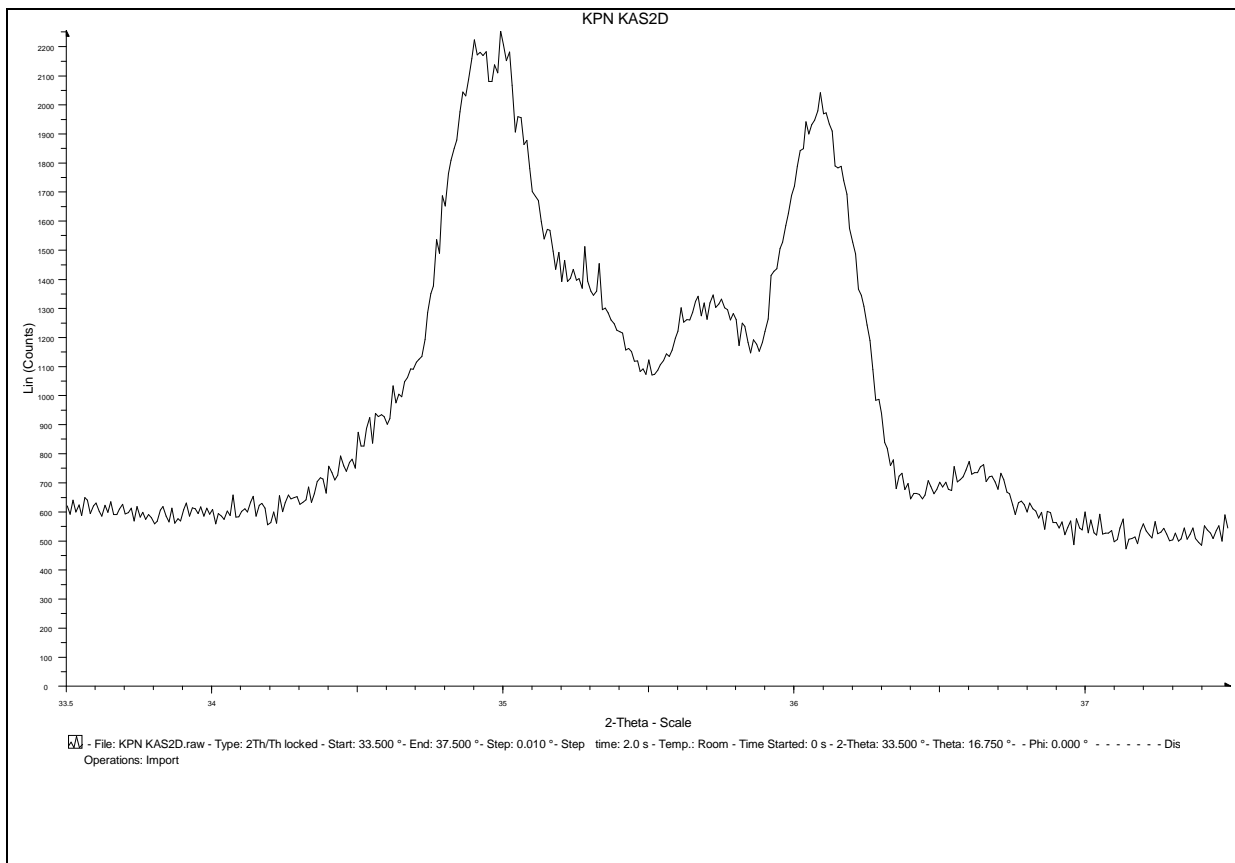


Fig. 9. Wyznaczono wielkość trójskości $\Delta=0.35$

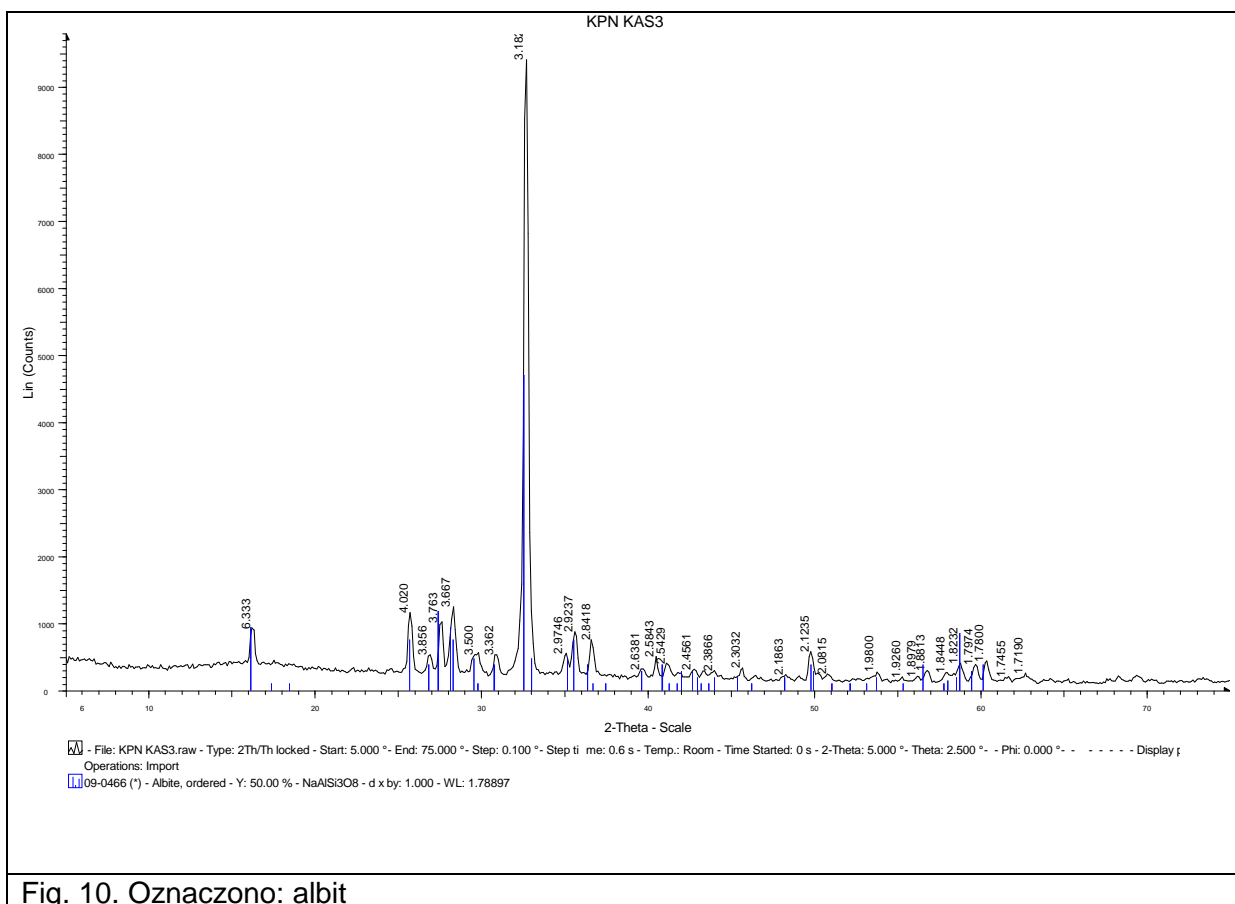


Fig. 10. Oznaczono: albit

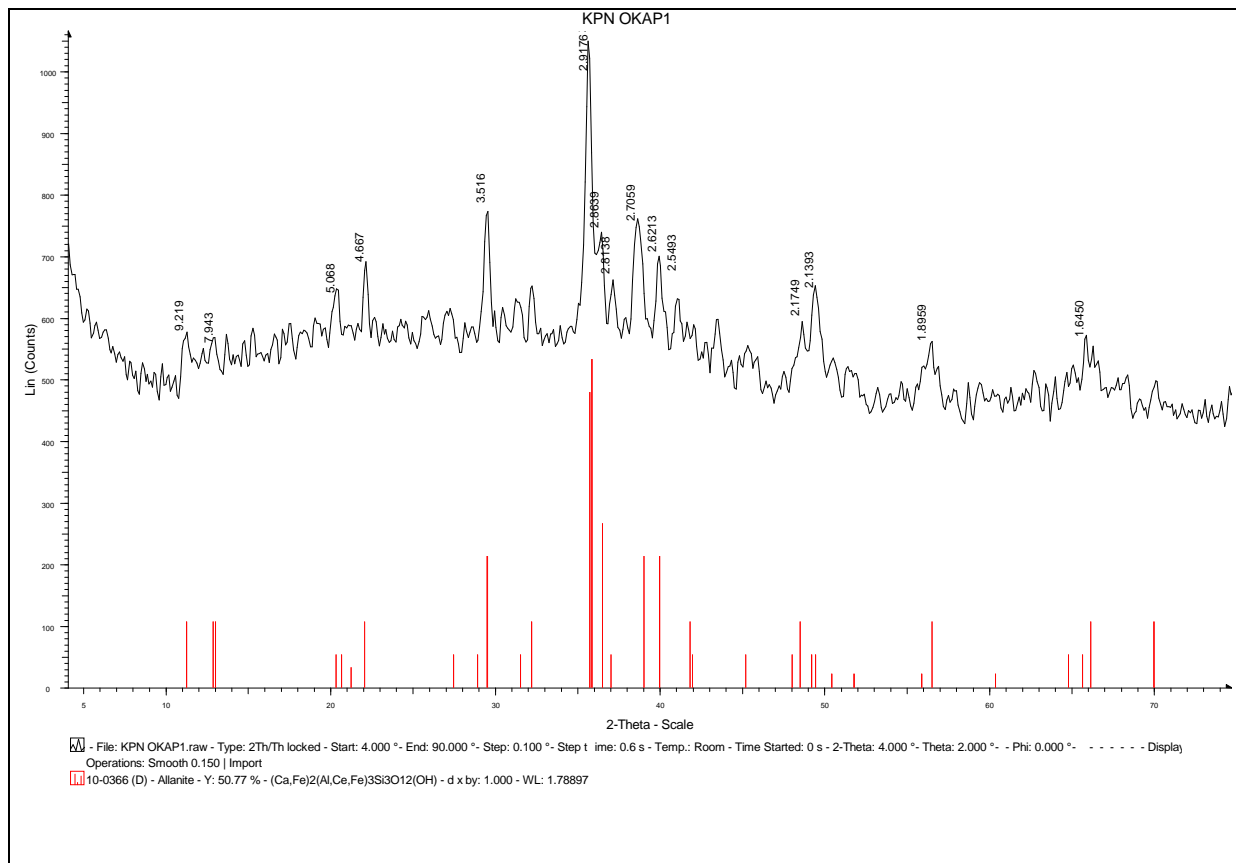


Fig. 11. Oznaczone: allanit

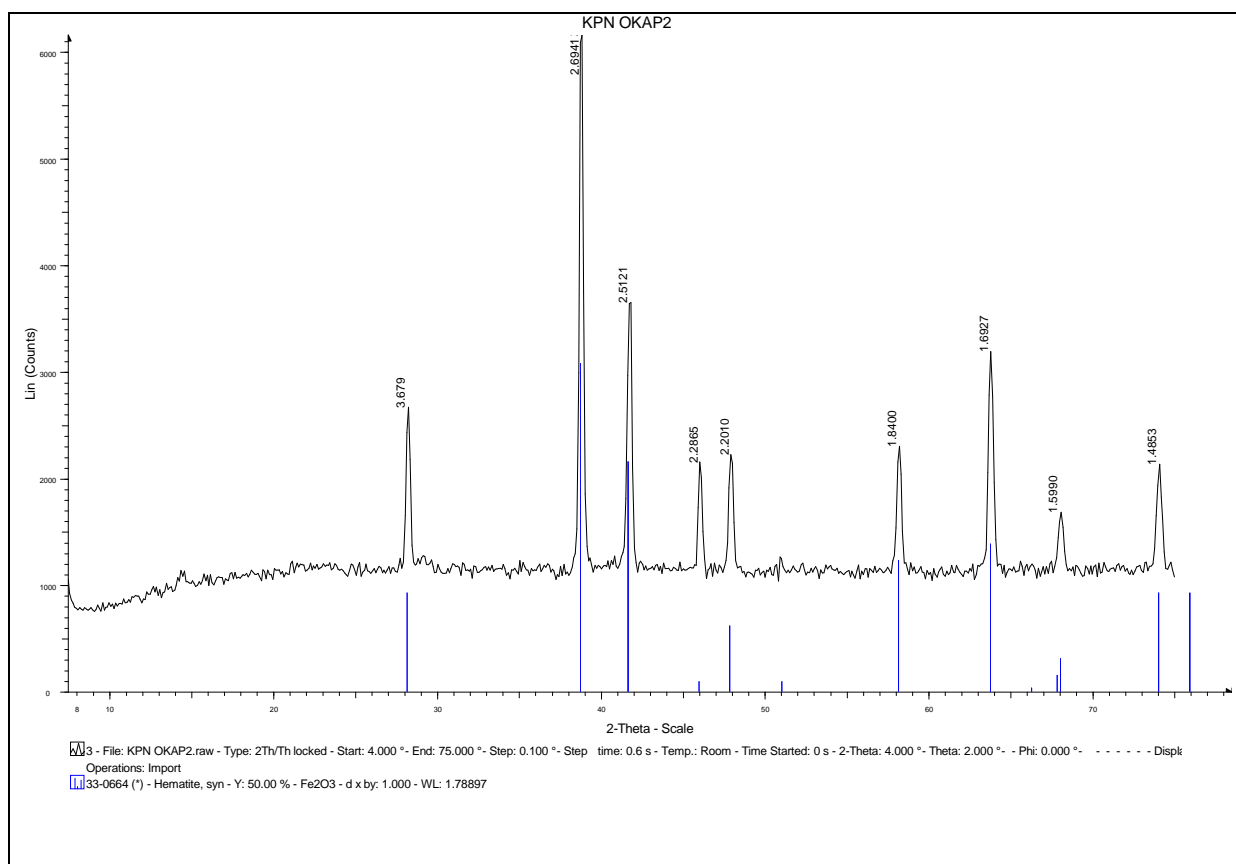


Fig. 12. Oznaczone: hematyt

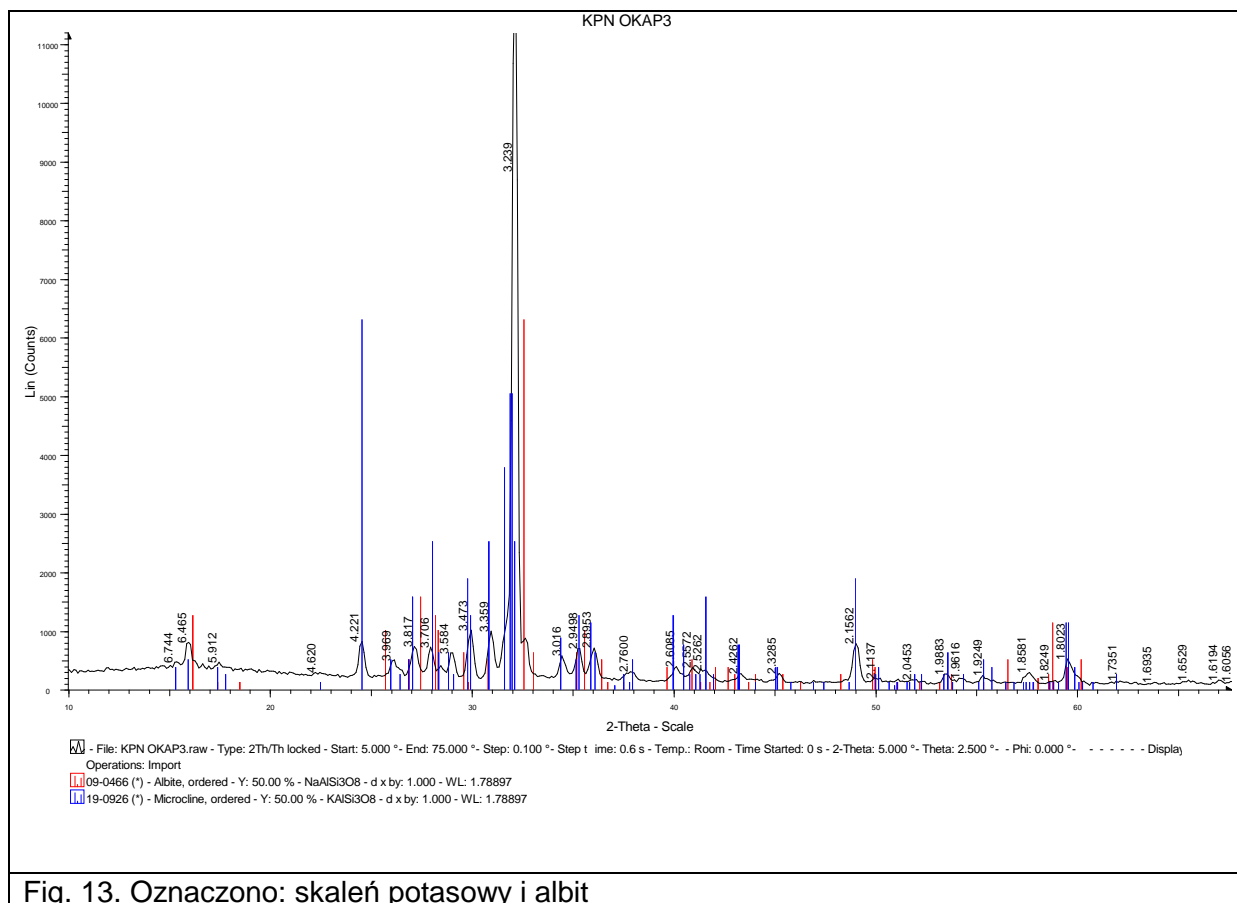


Fig. 13. Oznaczono: skałen potasowy i albit

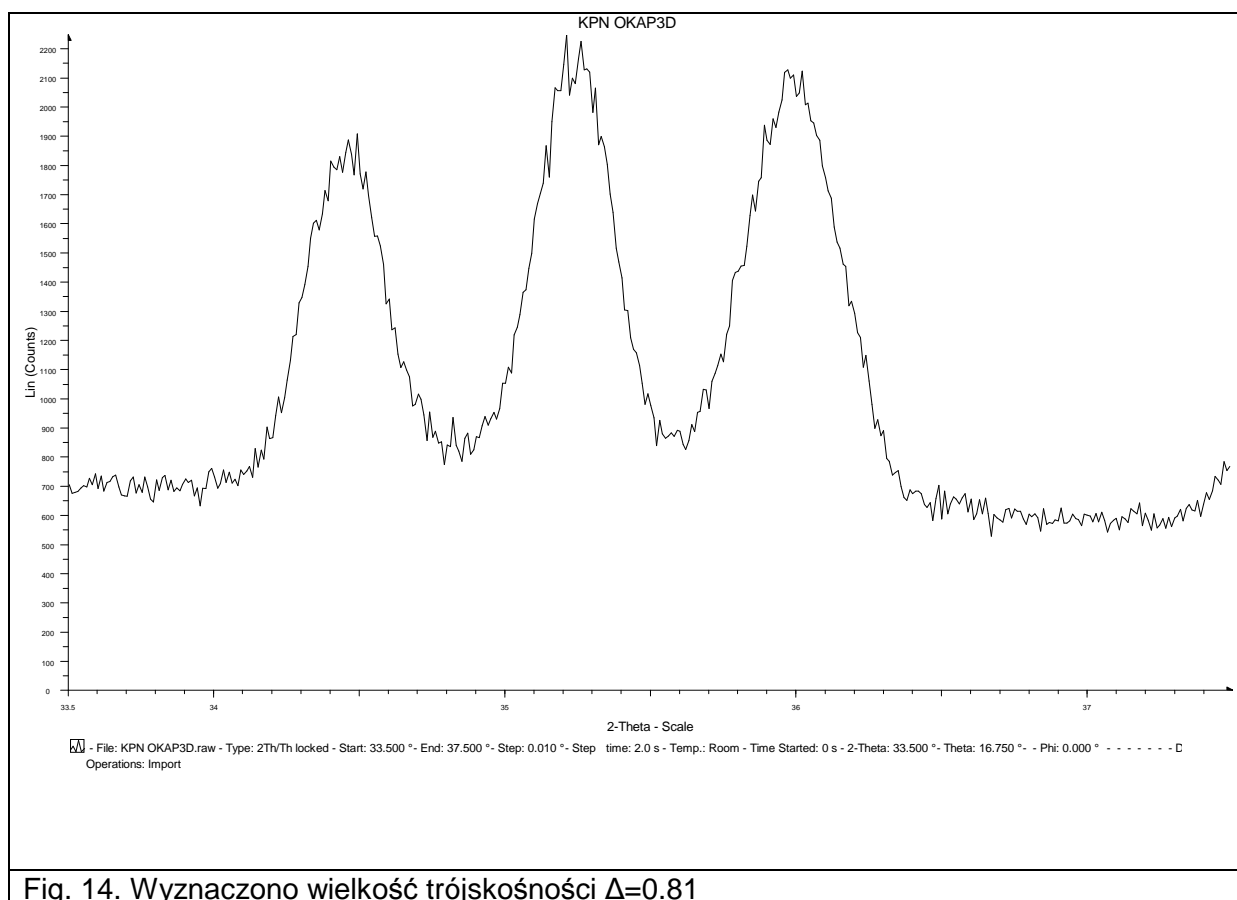


Fig. 14. Wyznaczono wielkość trójskości $\Delta=0.81$

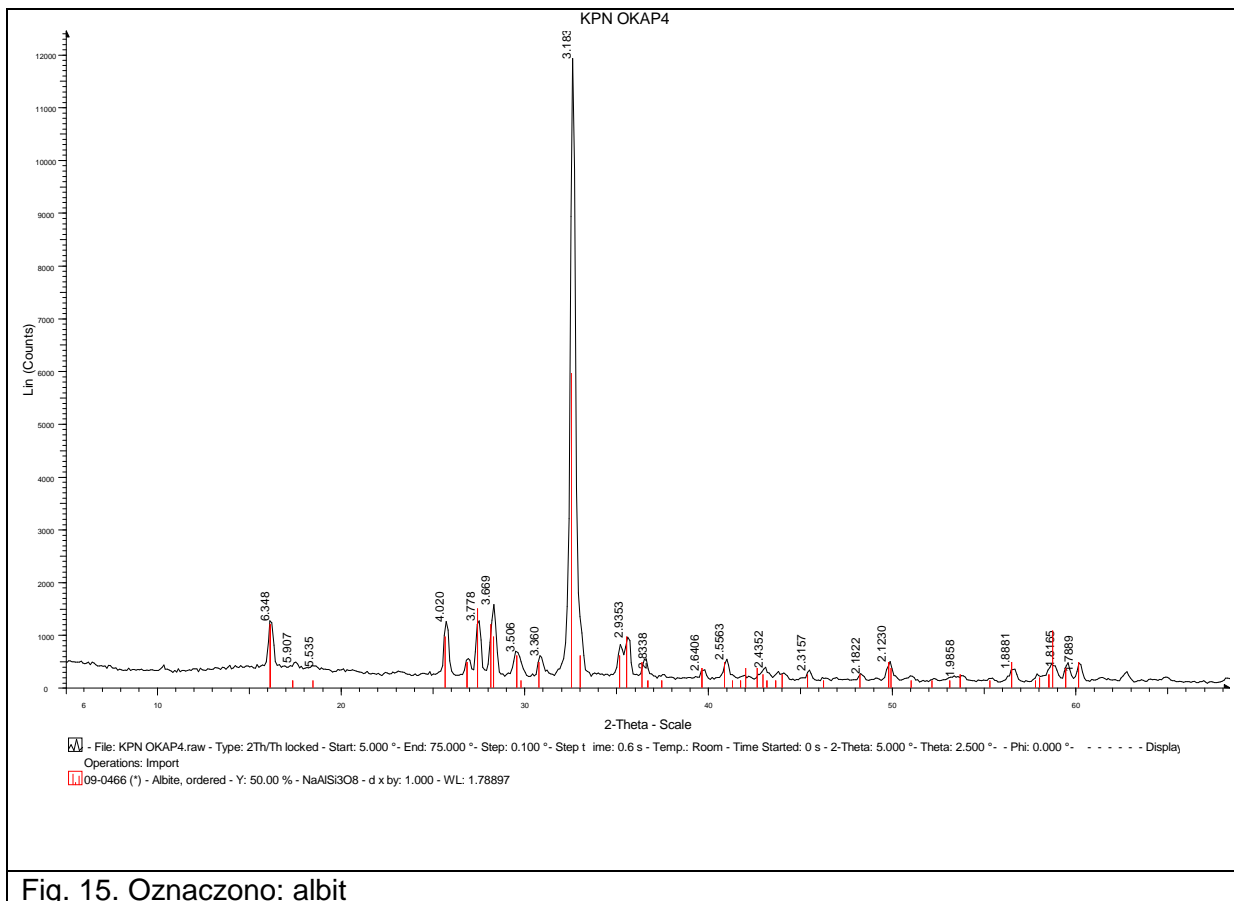


Fig. 15. Oznaczono: albit

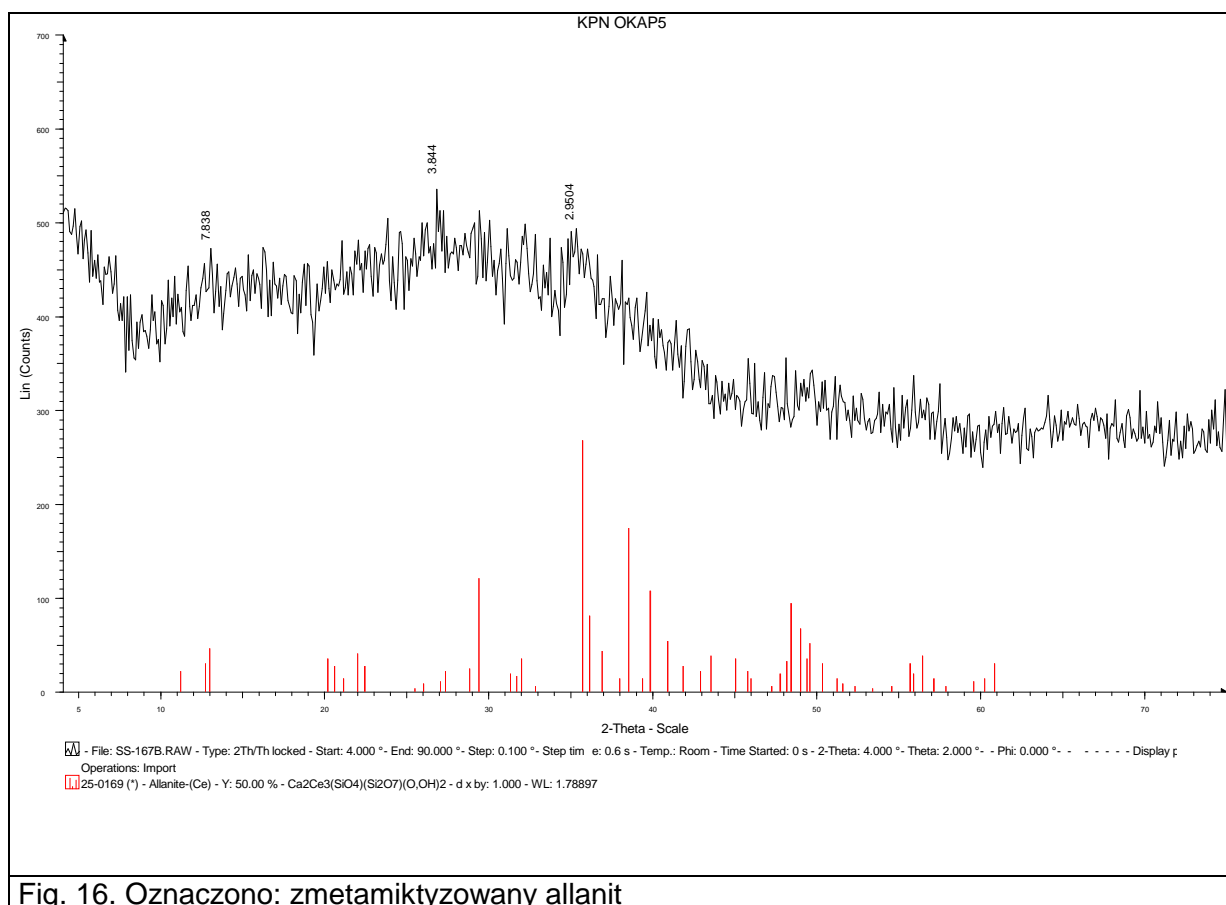
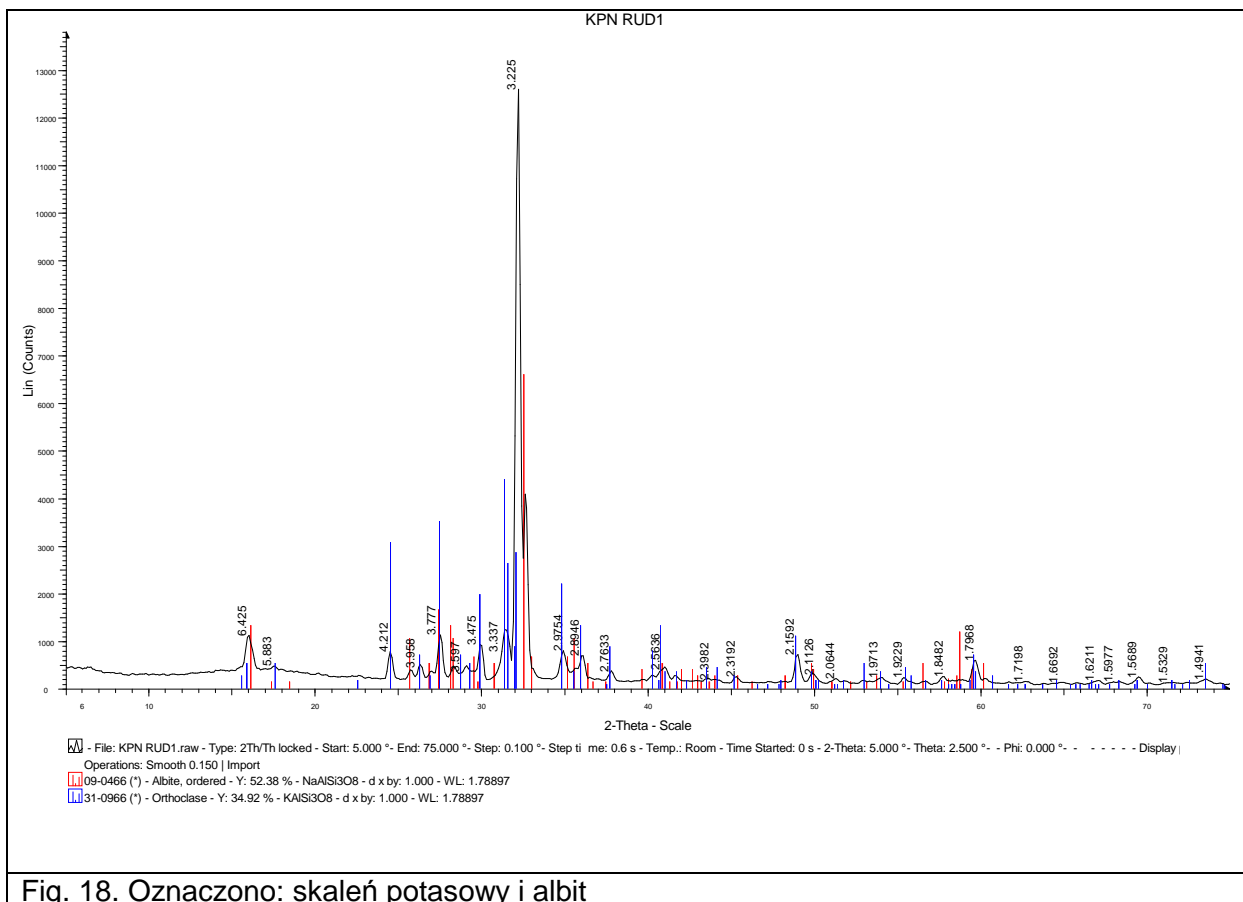
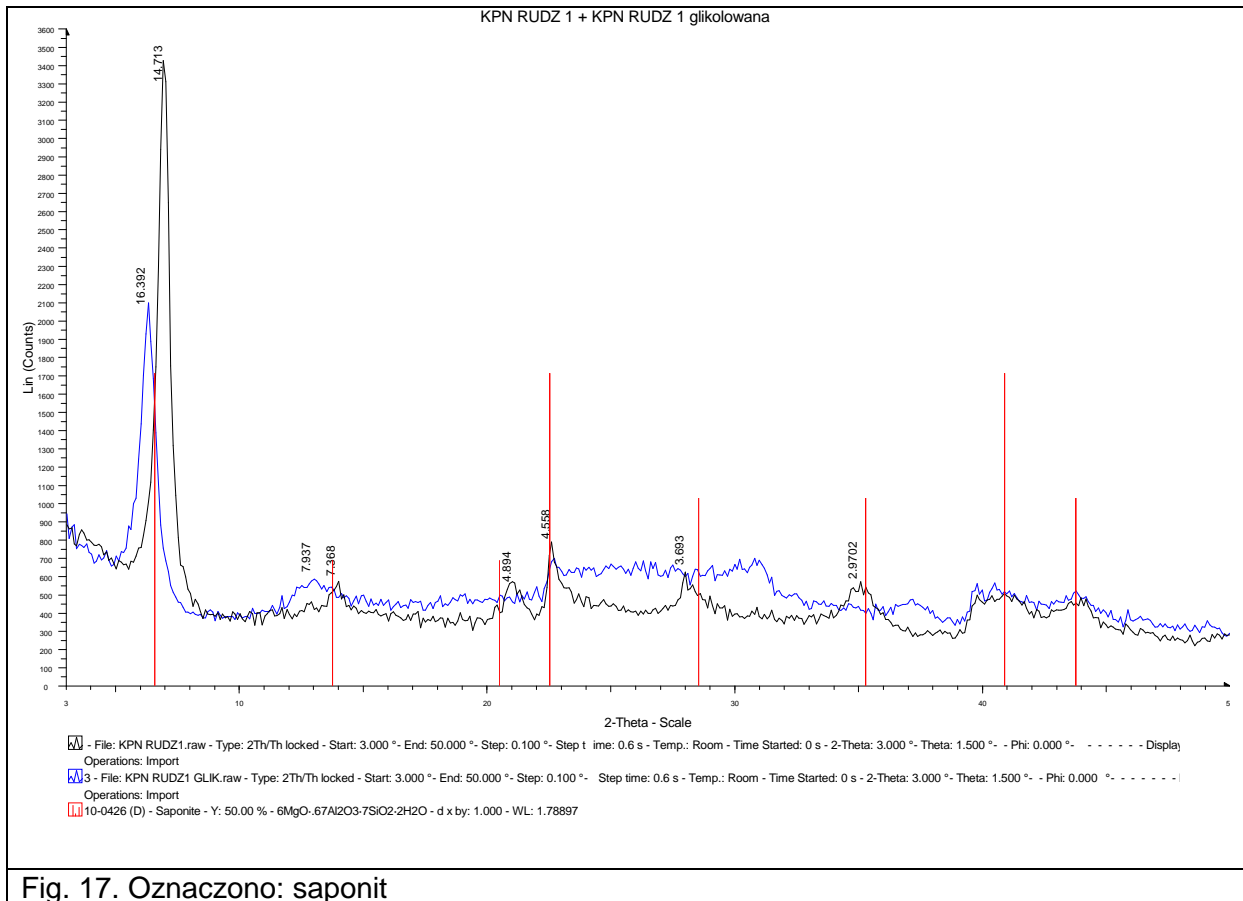


Fig. 16. Oznaczono: zmetamiktzowany allanit



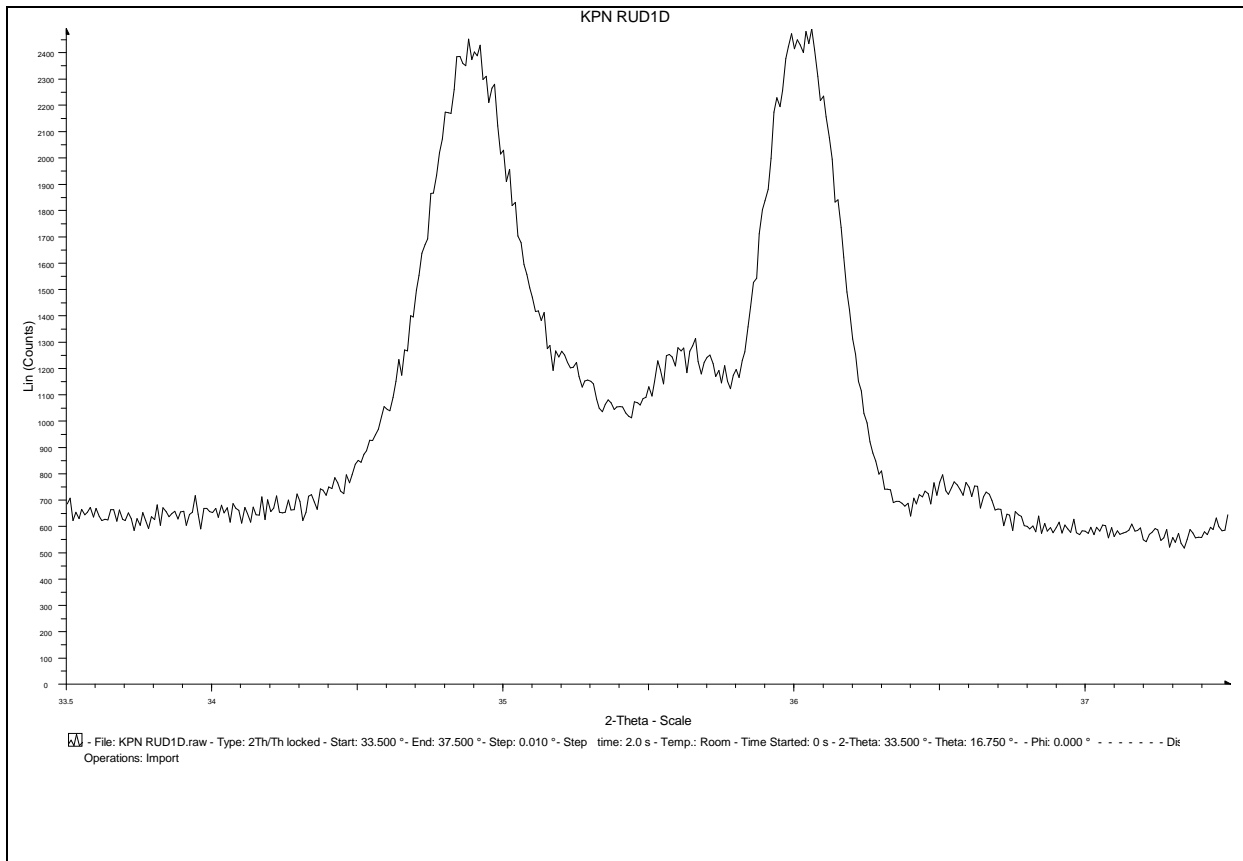


Fig. 19. Wyznaczono wielkość trójskości $\Delta=0.26$

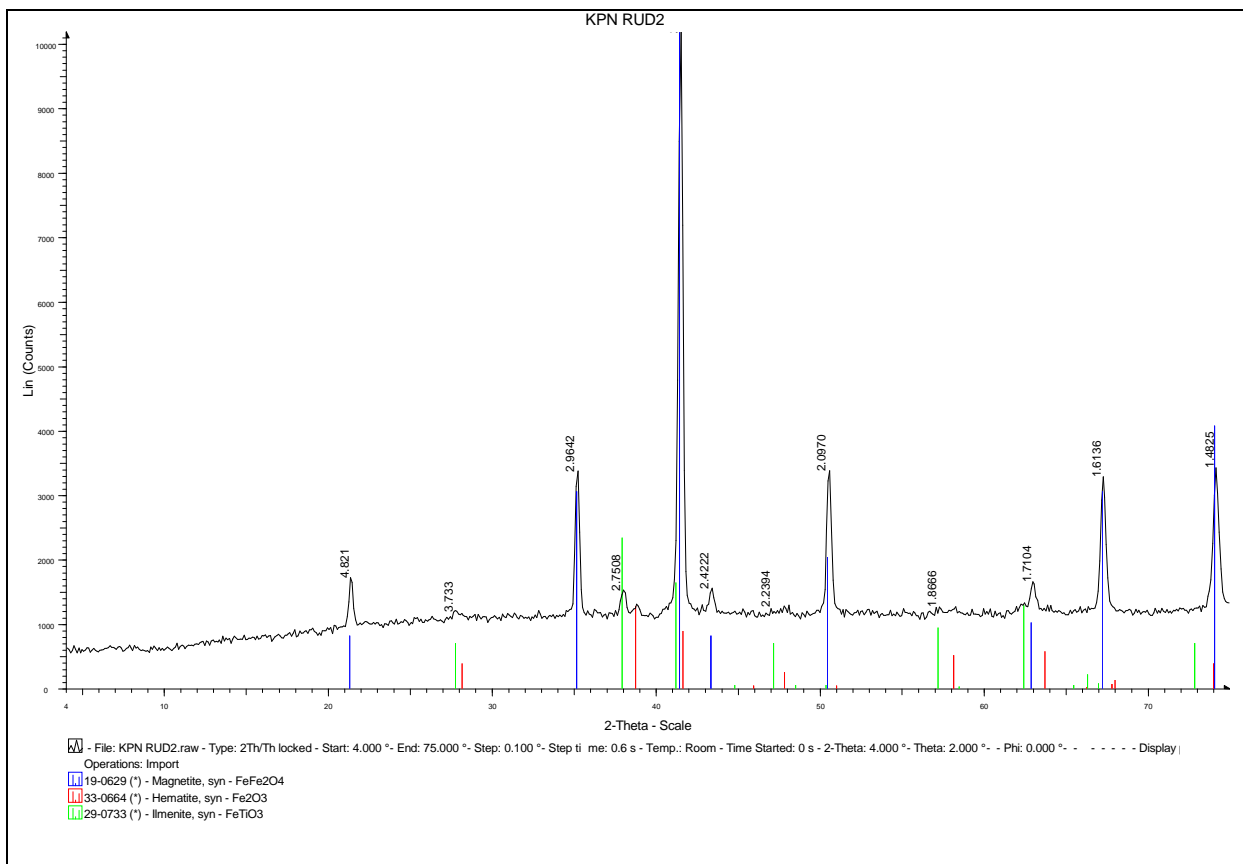


Fig. 20. Oznaczono: magnetyt, hematyt i ilmenit

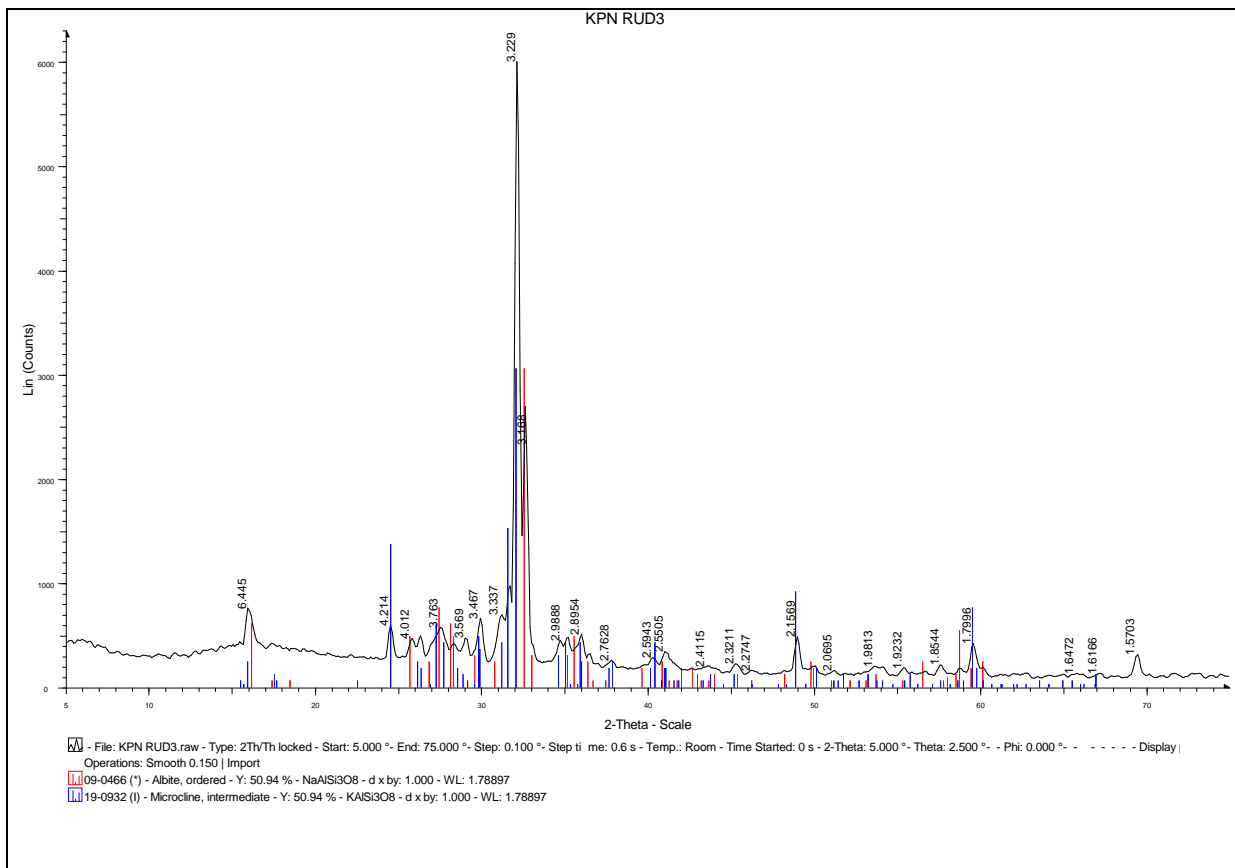


Fig. 21. Oznaczono: skaień potasowy i albit

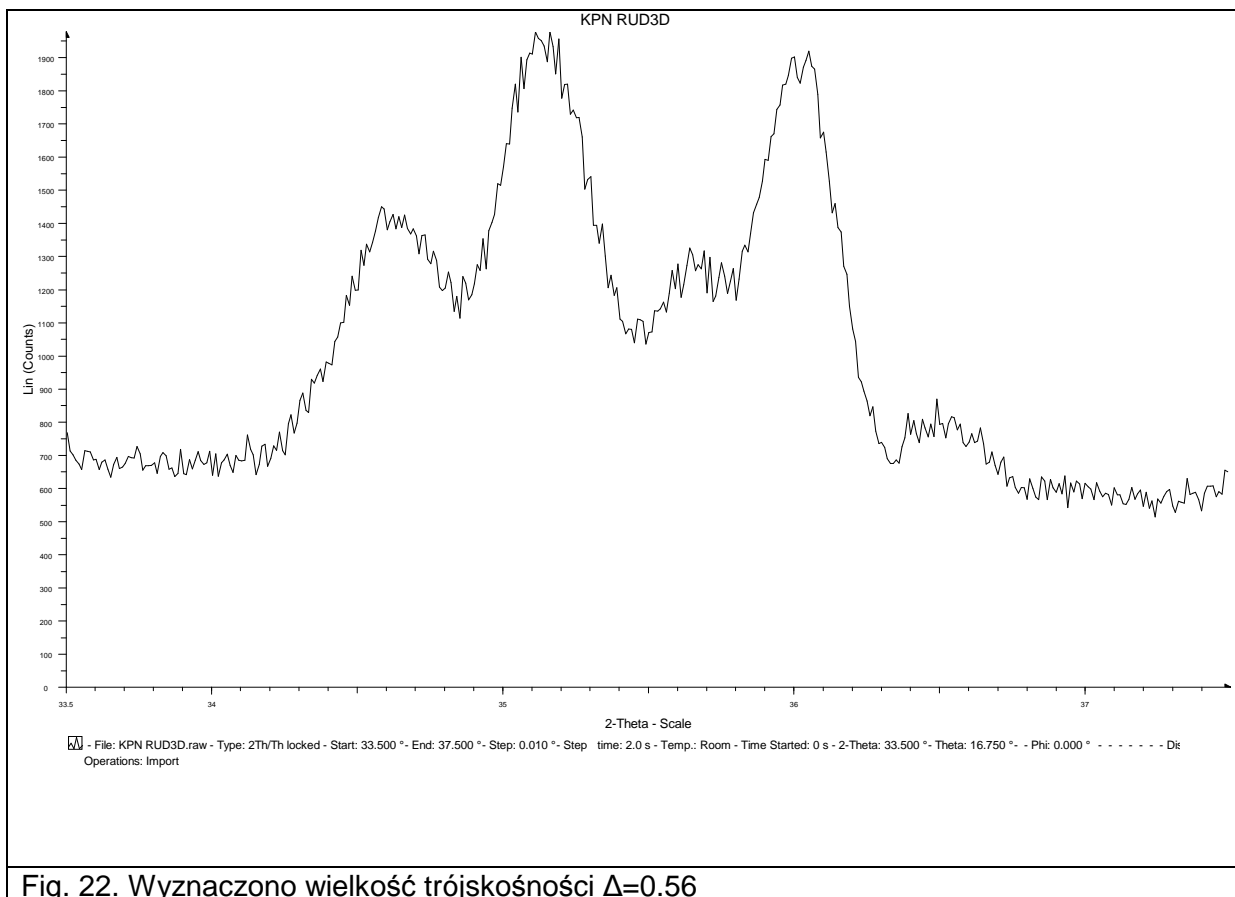


Fig. 22. Wyznaczono wielkość trójskości $\Delta=0.56$

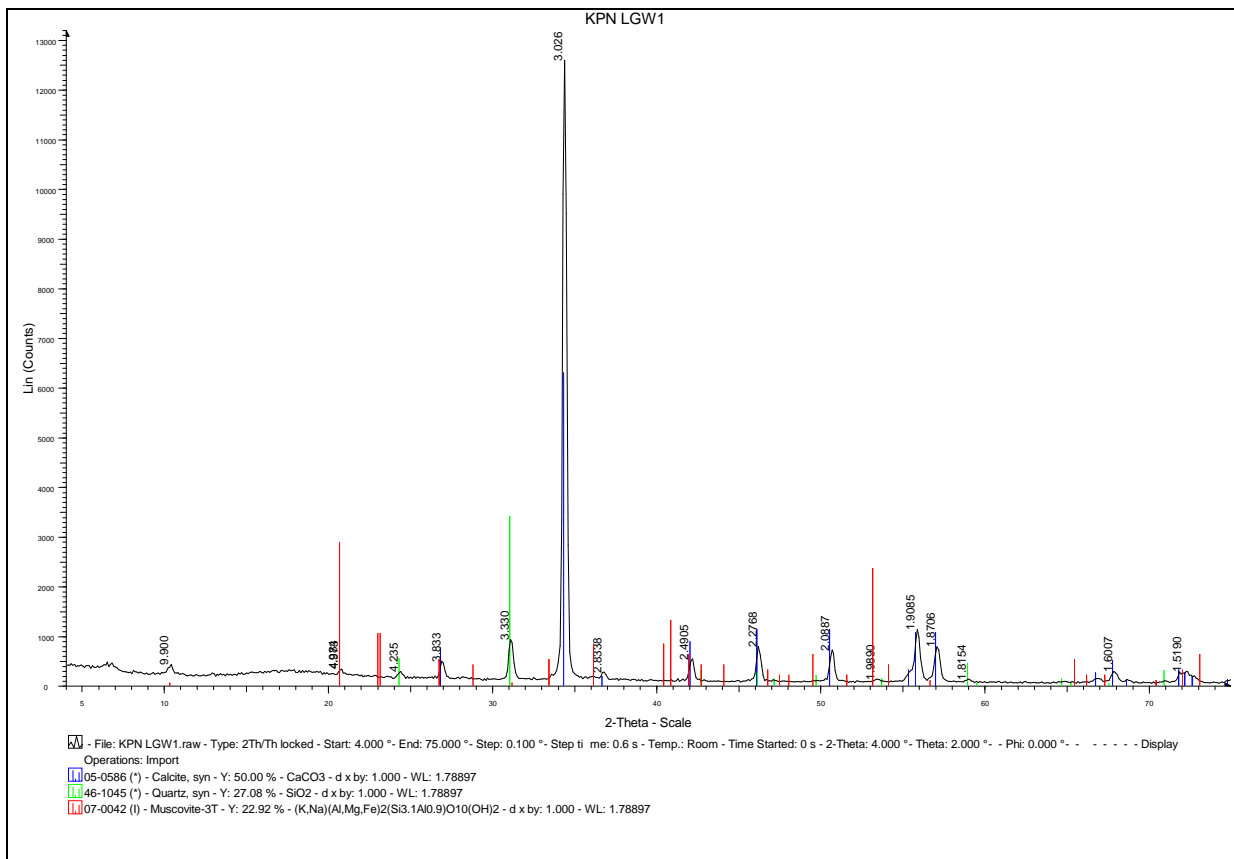


Fig. 23. Oznaczono: kalcyt, kwarc i muskwit

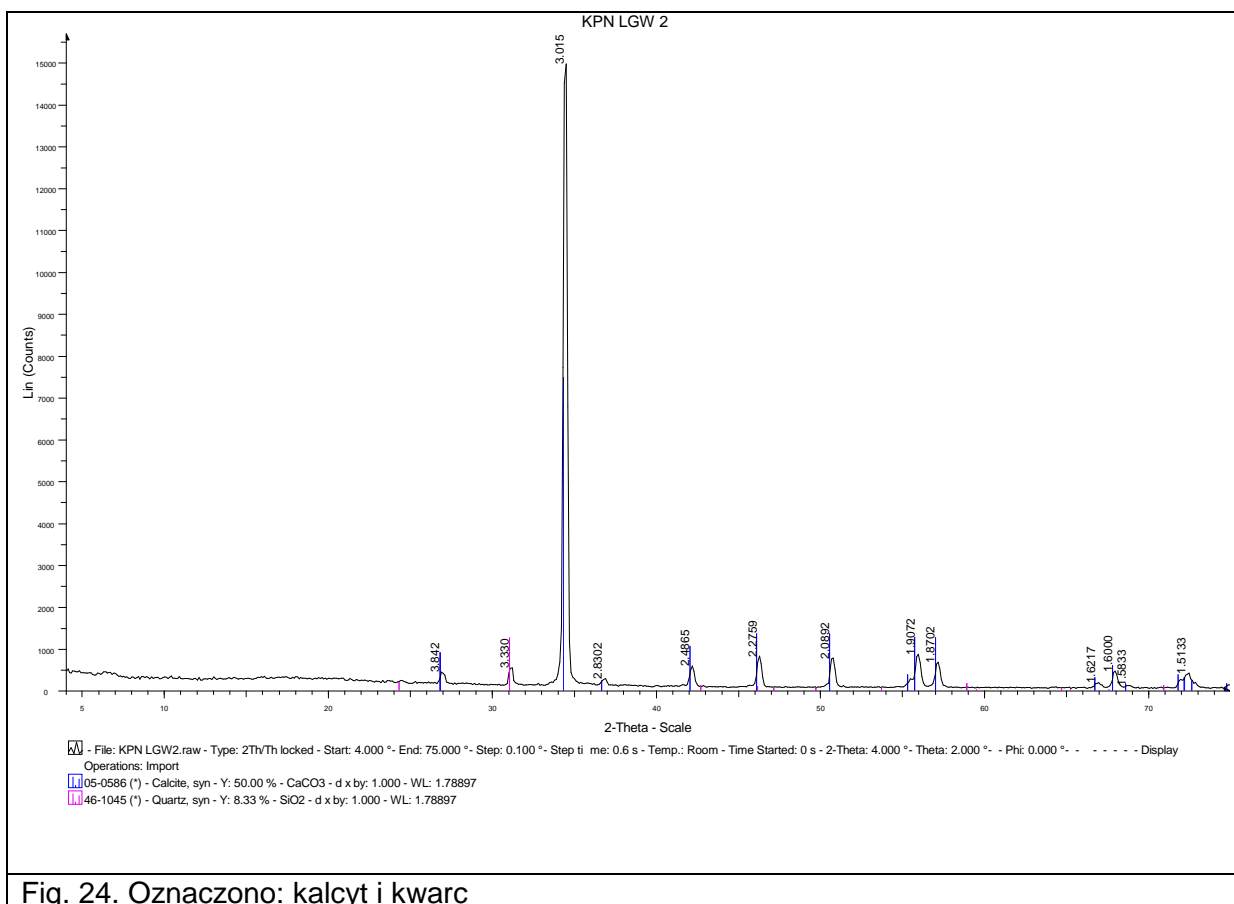
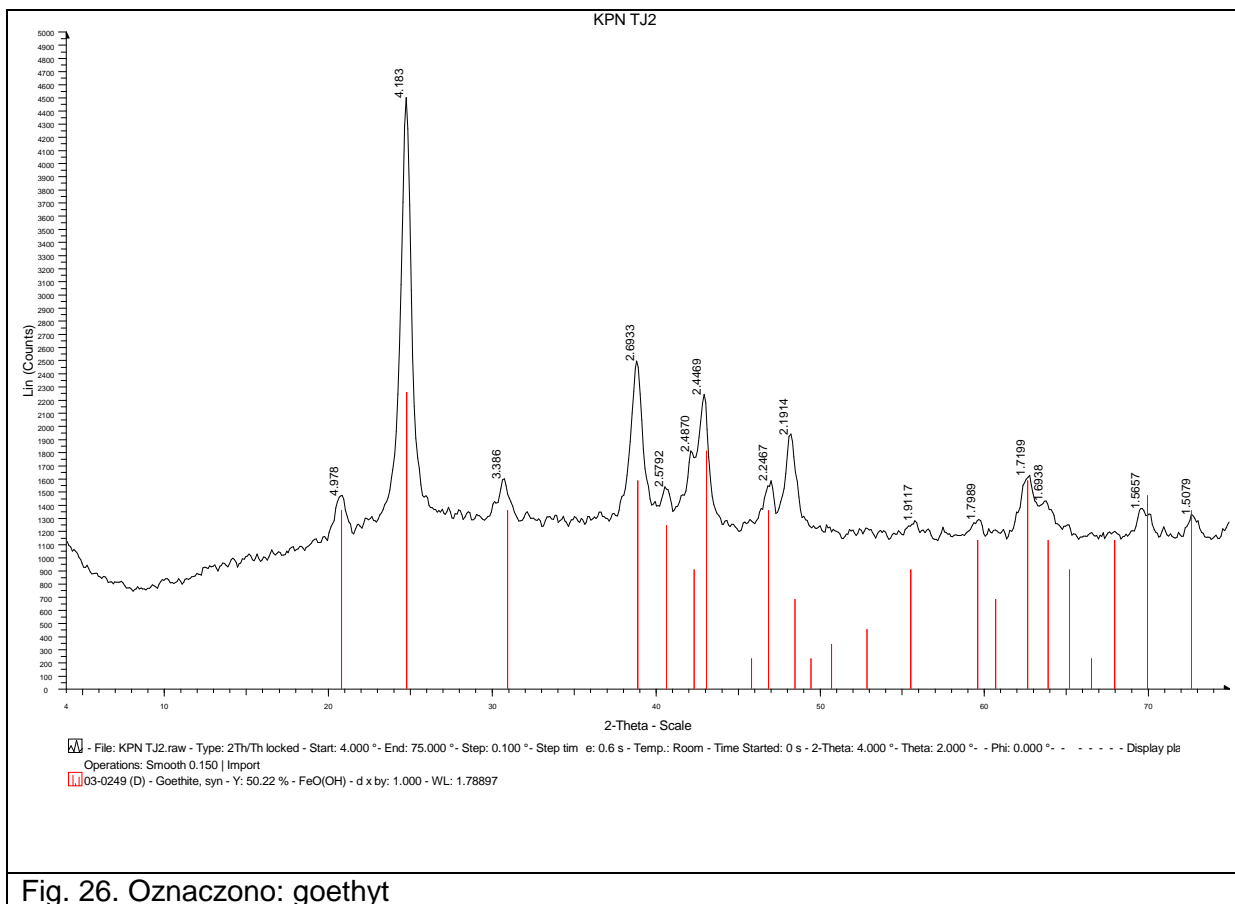
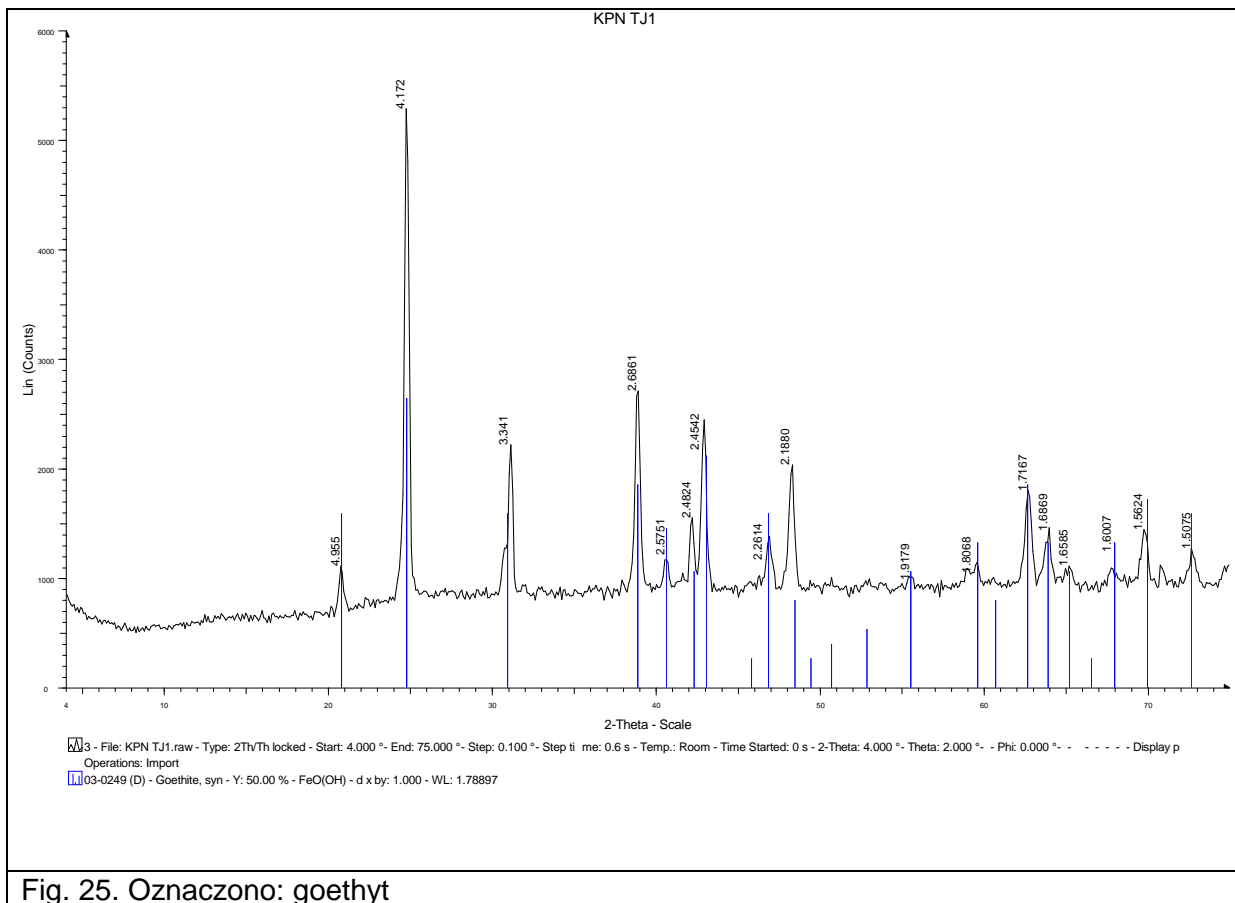
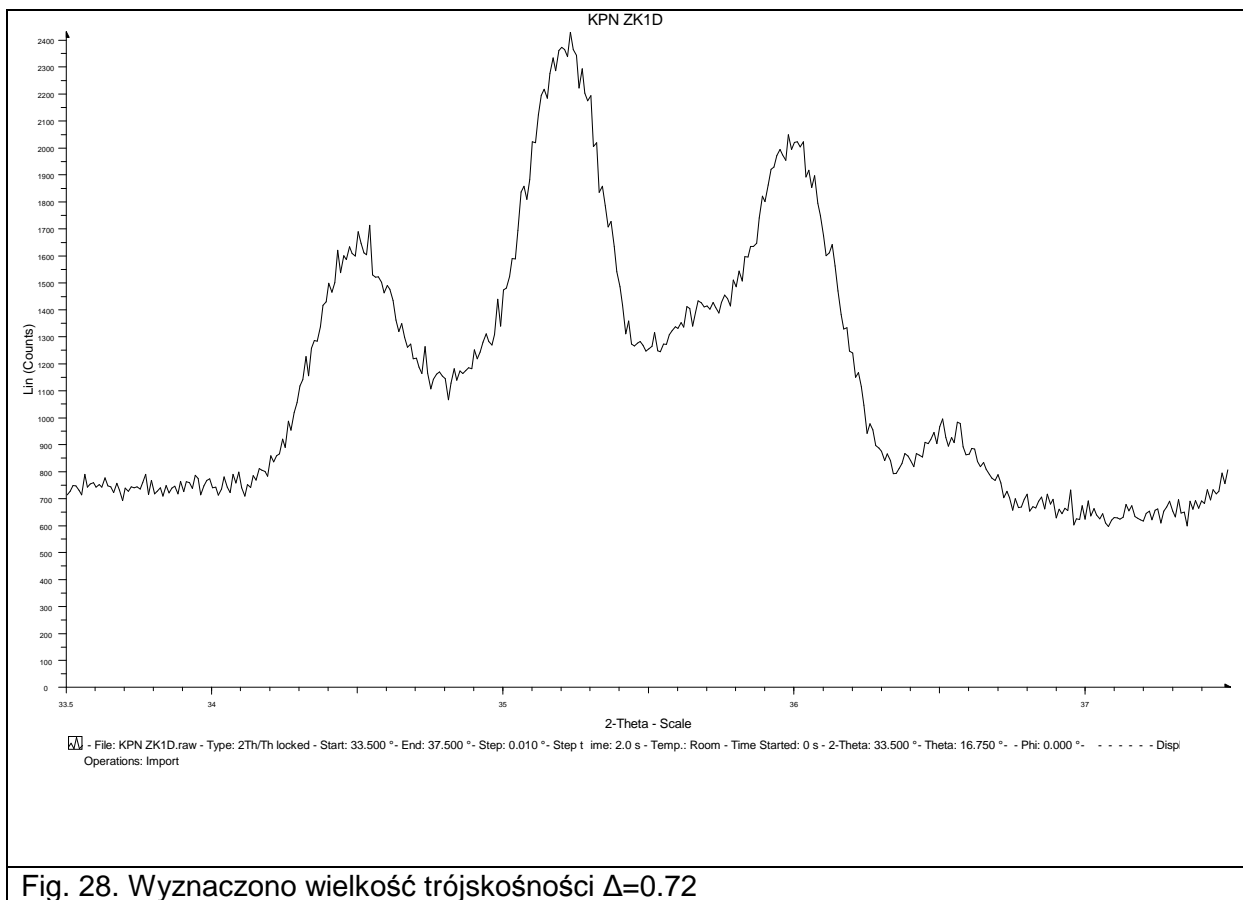
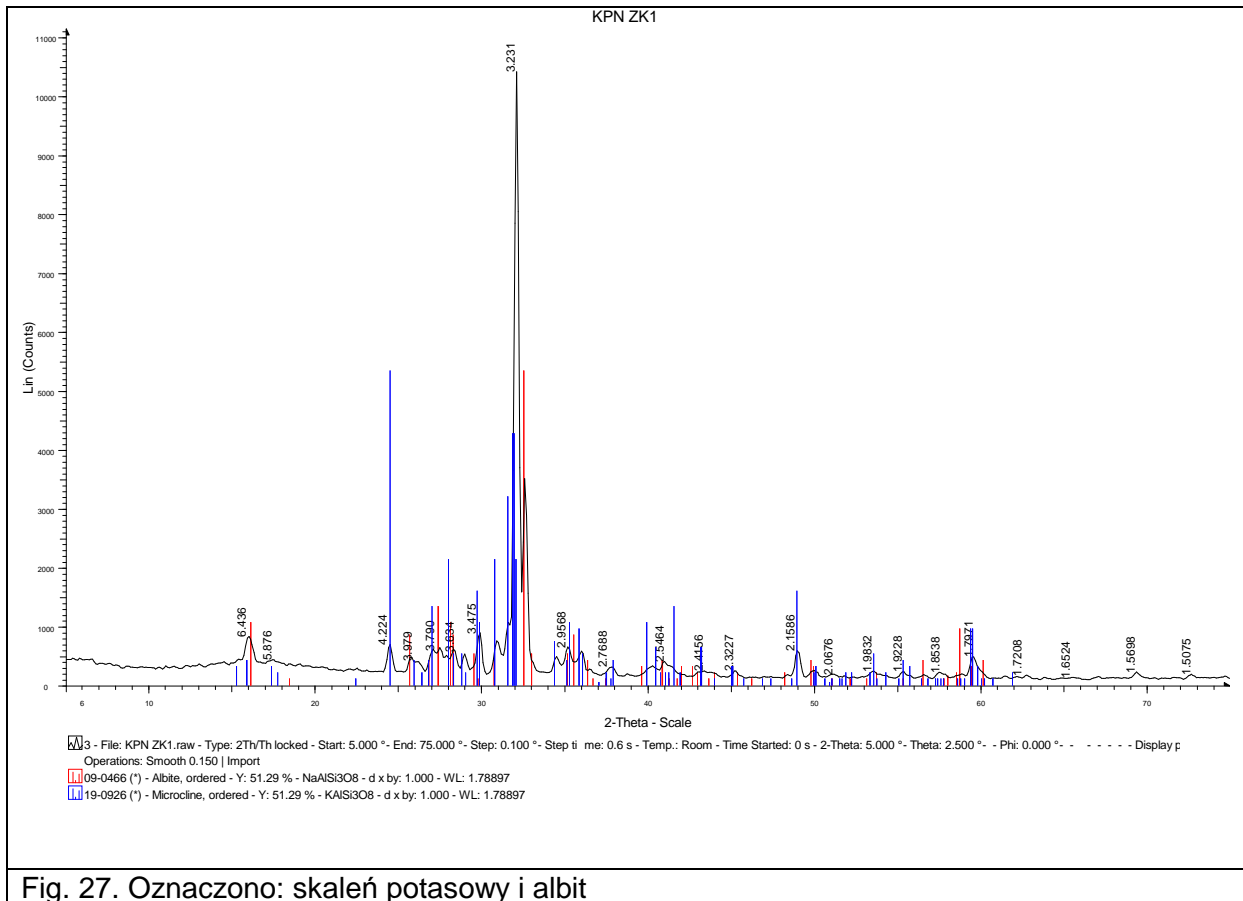


Fig. 24. Oznaczono: kalcyt i kwarc





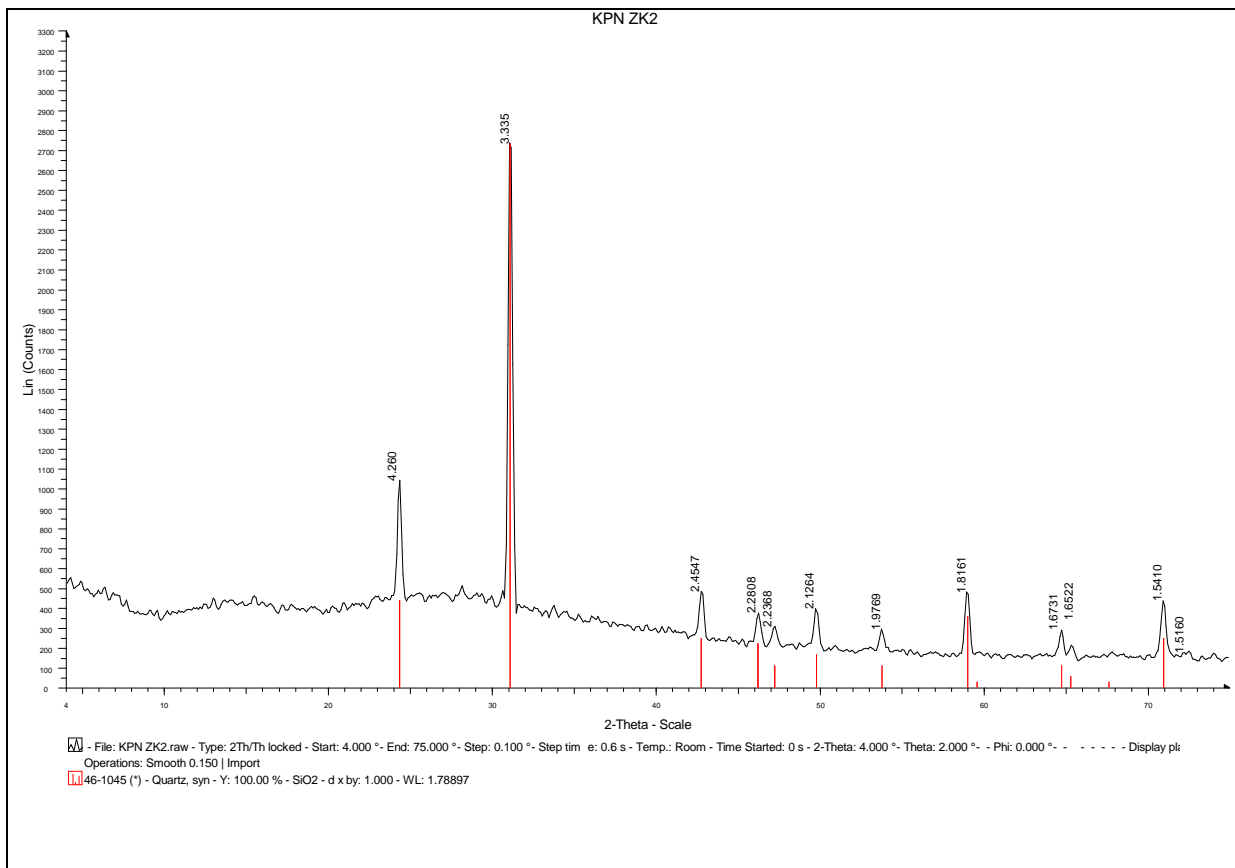


Fig. 29. Oznaczono: kwarc

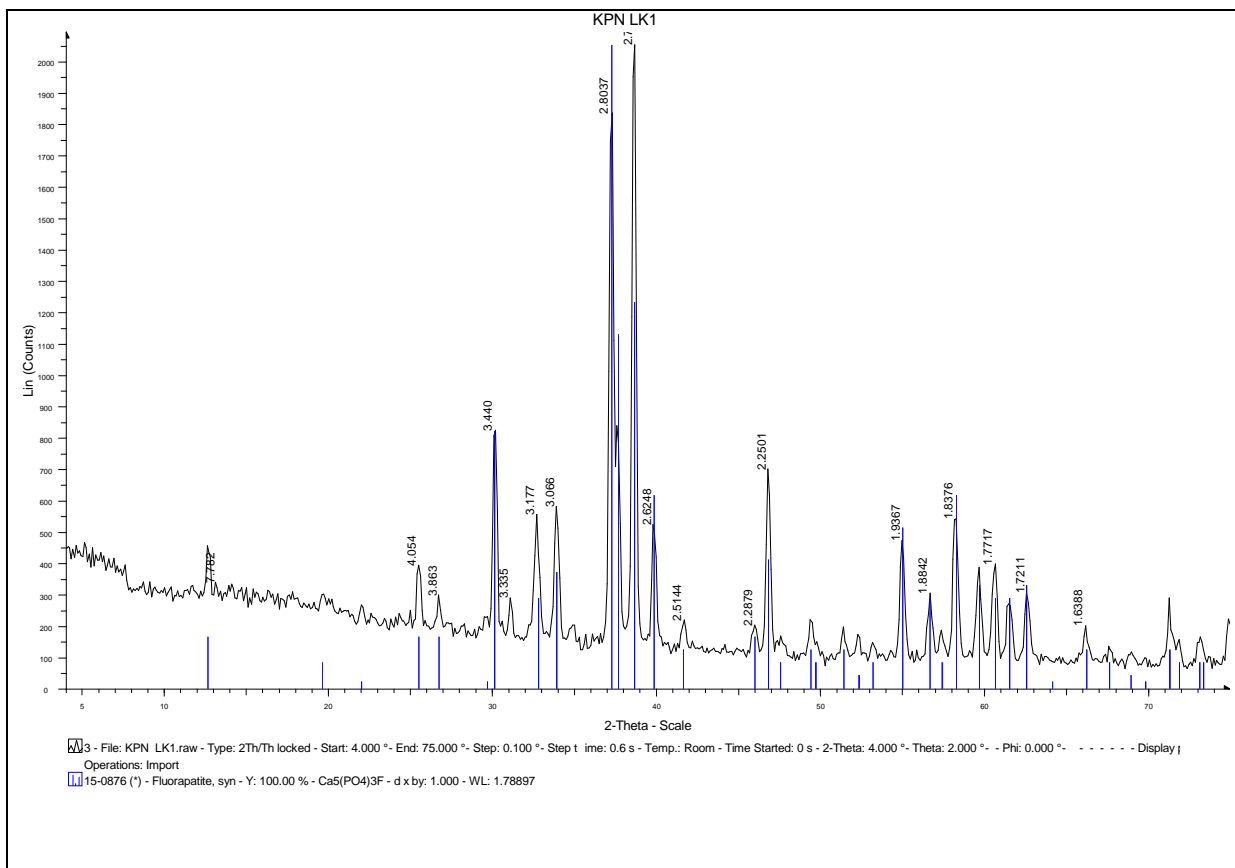


Fig. 30. Oznaczono: apatyt

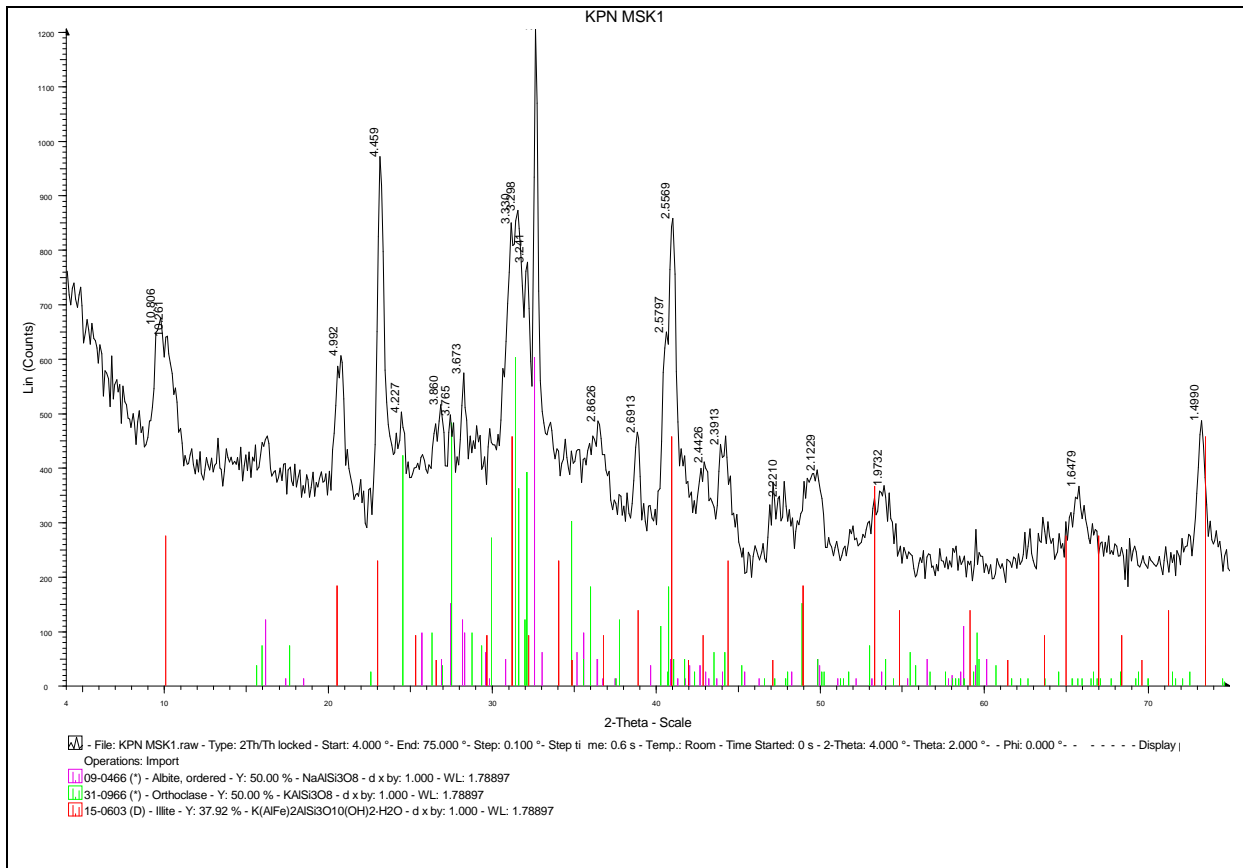


Fig. 31. Oznaczono: albit, skałen potasowy i illit

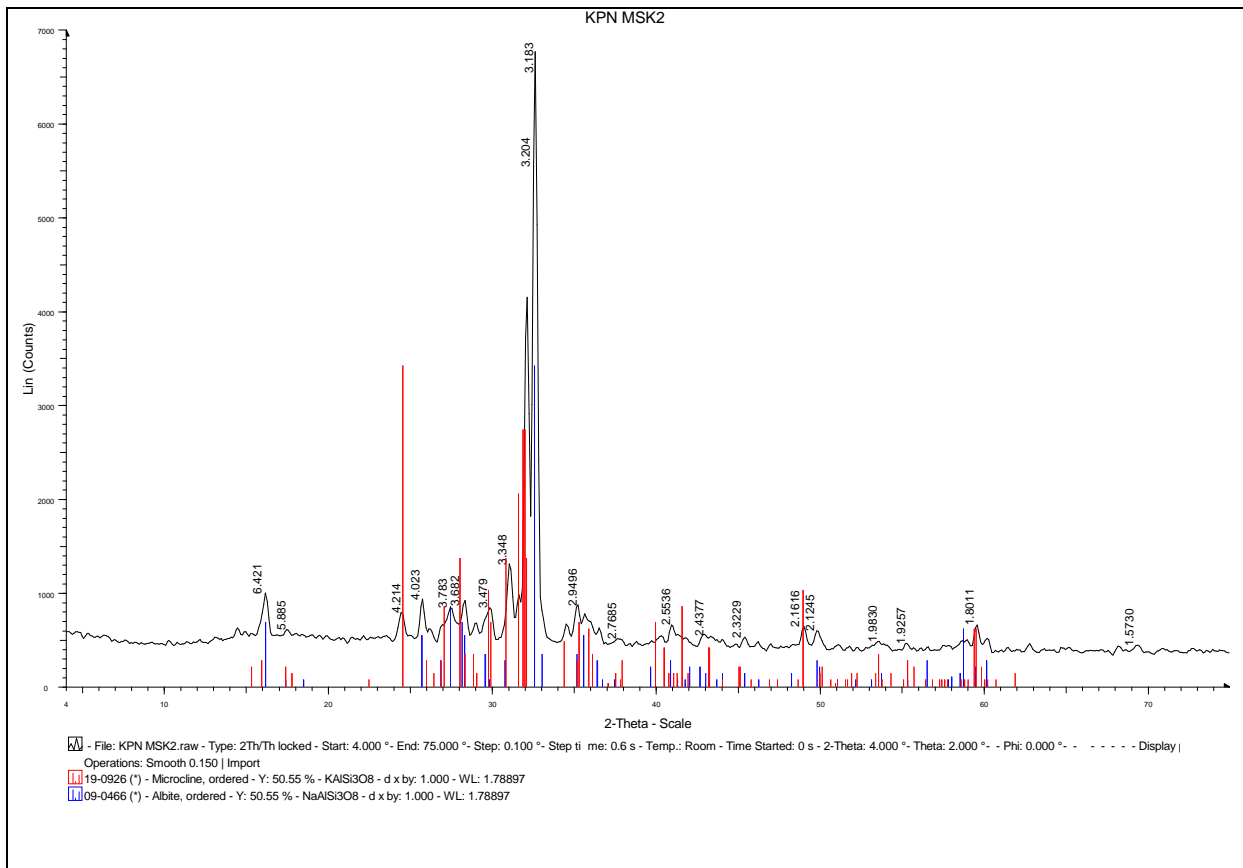


Fig. 32. Oznaczono: skałen potasowy i albit

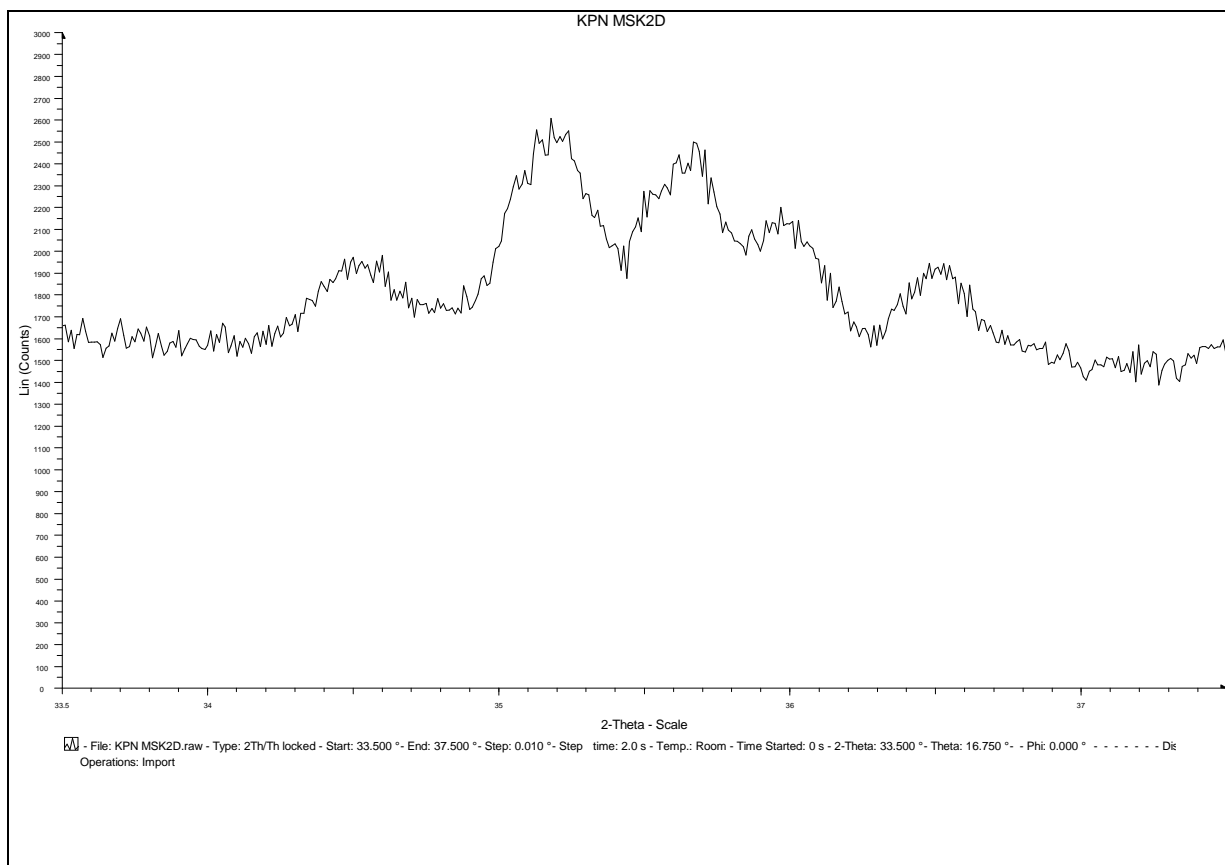


Fig. 33. Wyznaczono wielkość trójskości $\Delta=0.68$

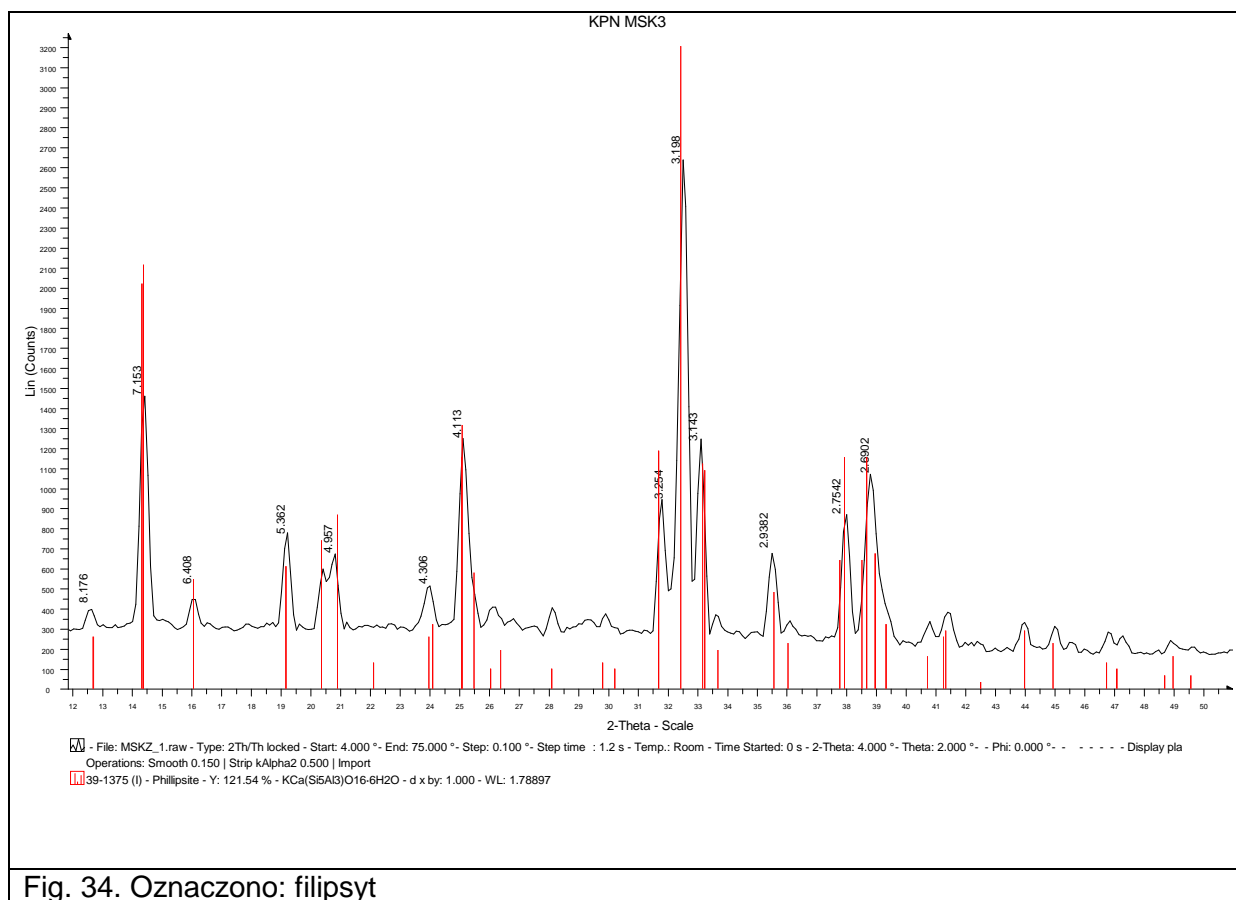


Fig. 34. Oznaczono: filipsyt

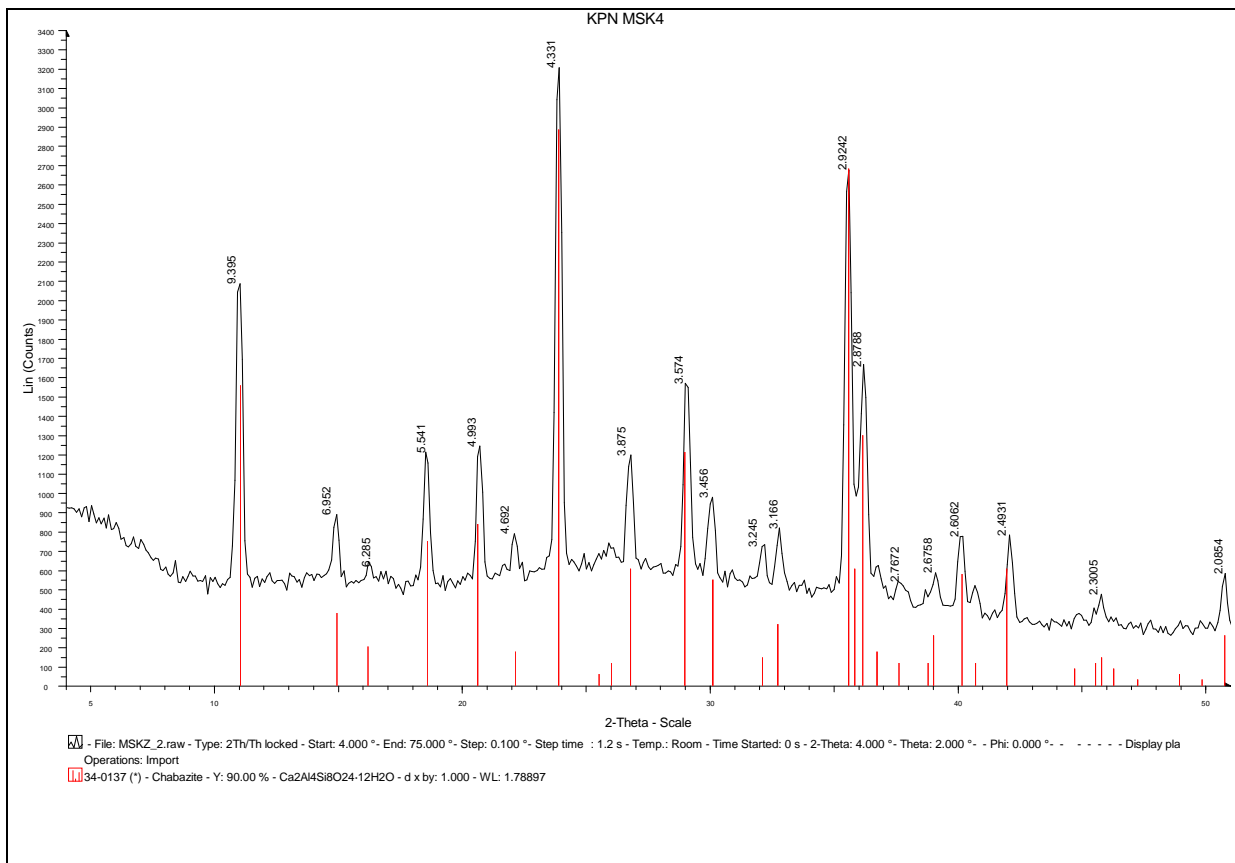


Fig. 35. Oznaczono: chabazyt

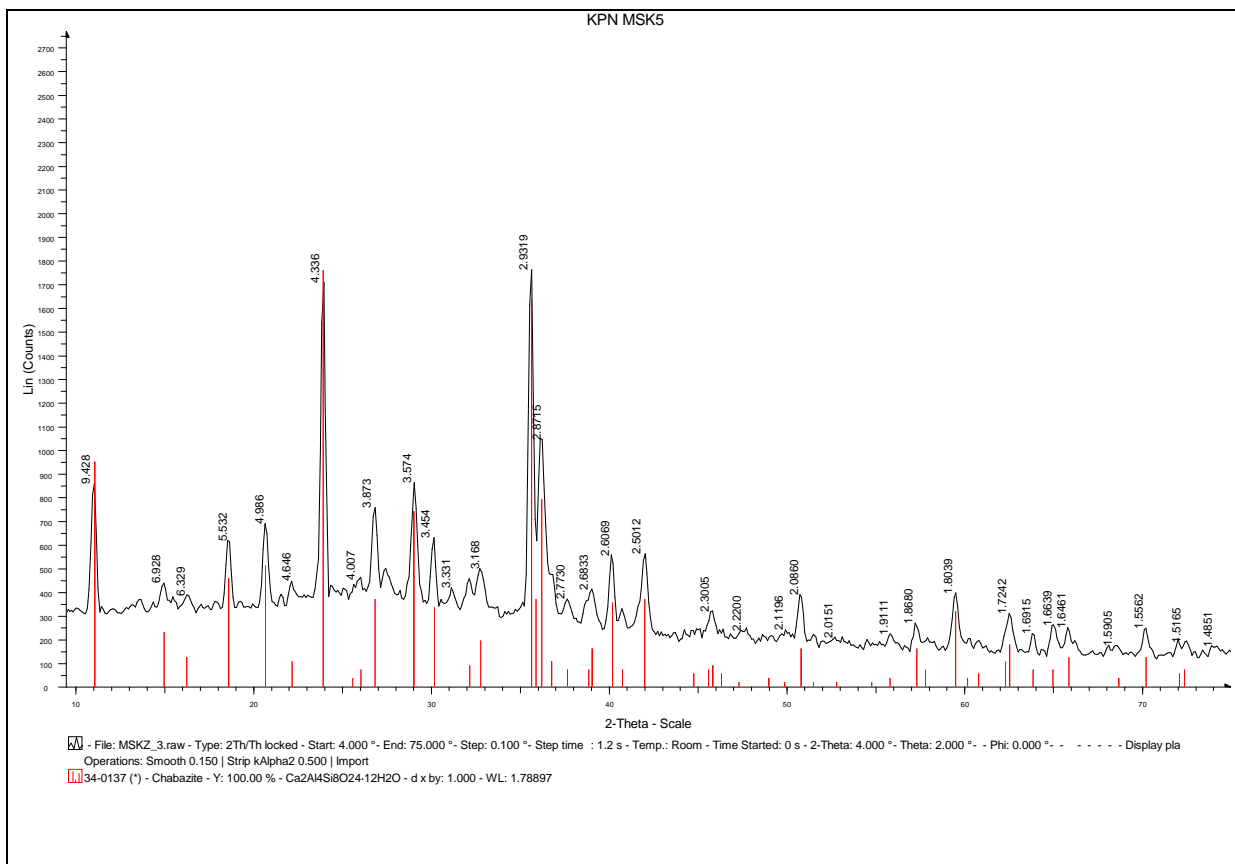


Fig. 36. Oznaczono: chabazyt

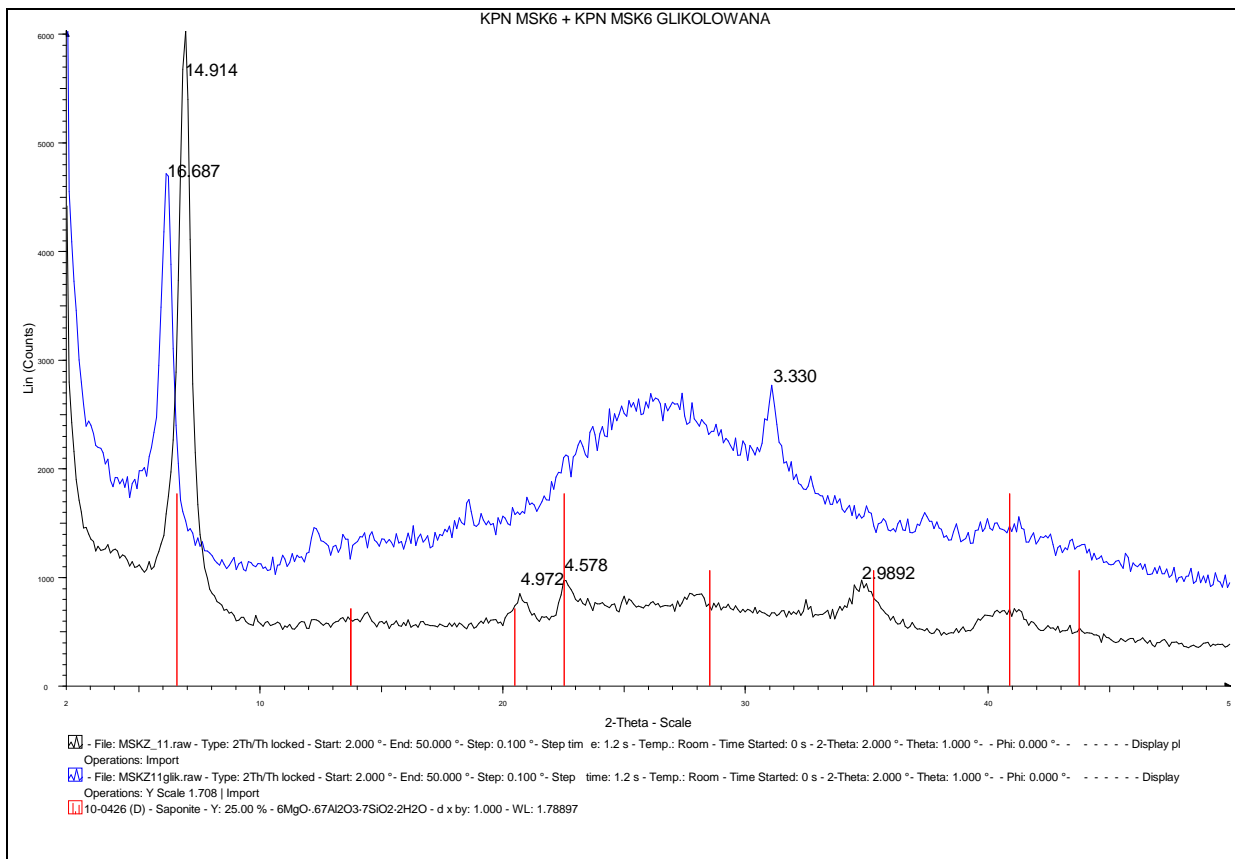


Fig. 37. Oznaczono: saponit

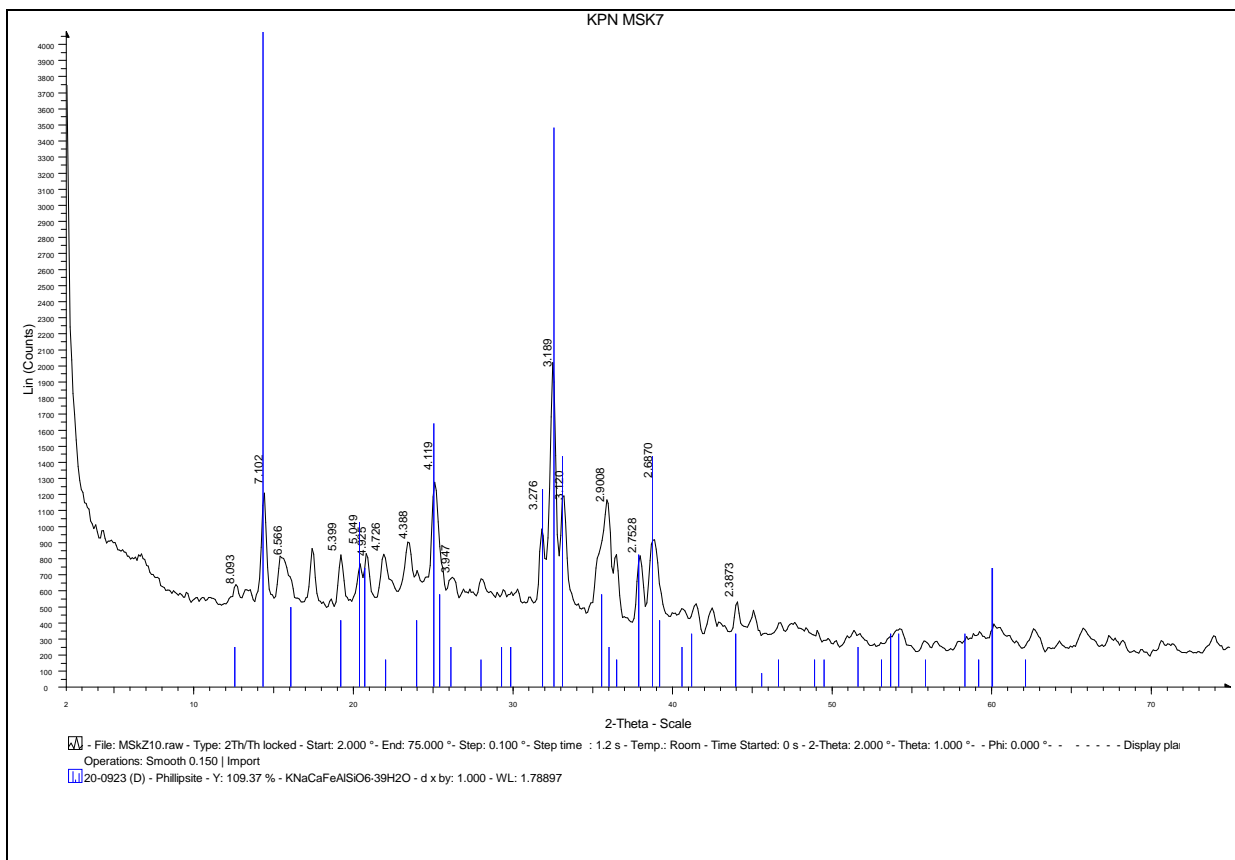


Fig. 38. Oznaczono: filipsyt

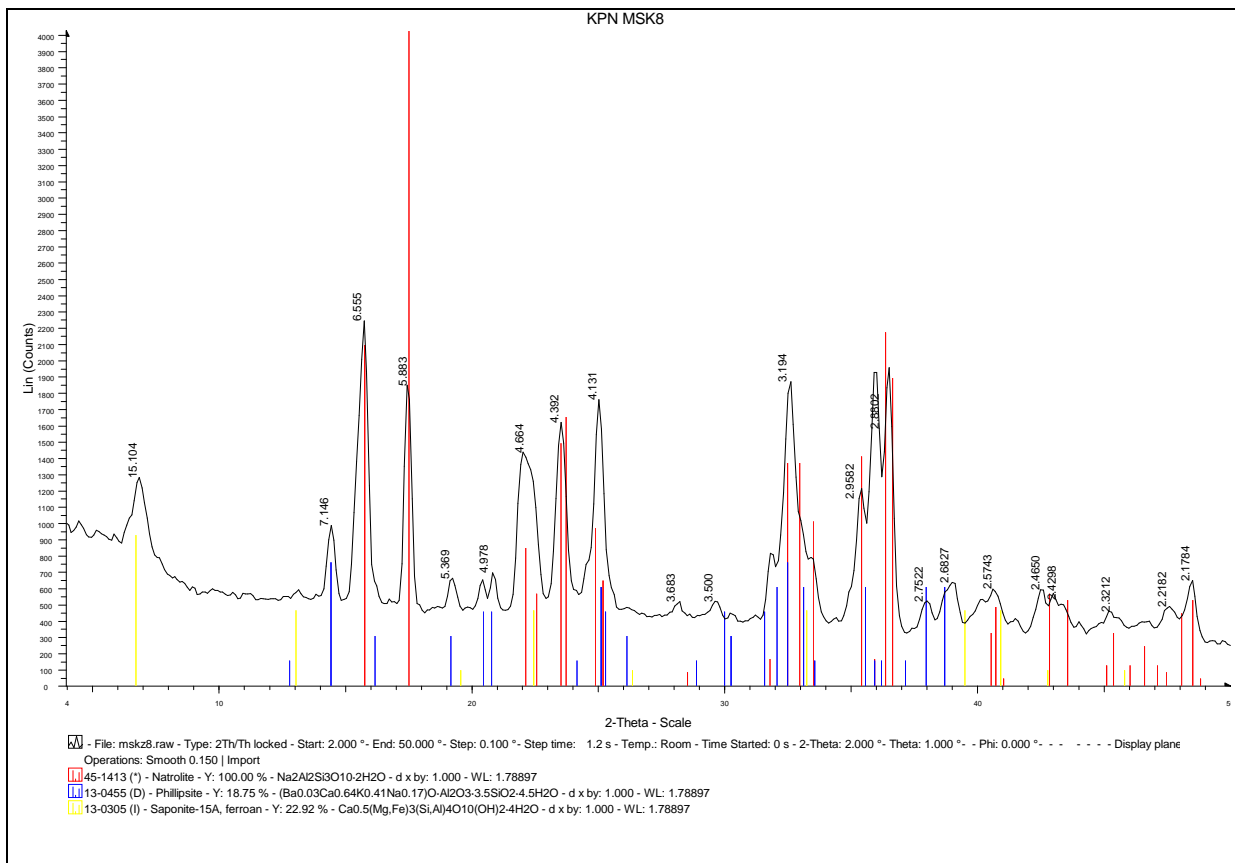


Fig. 39. Oznaczono: natrolit, filipsyt i saponit

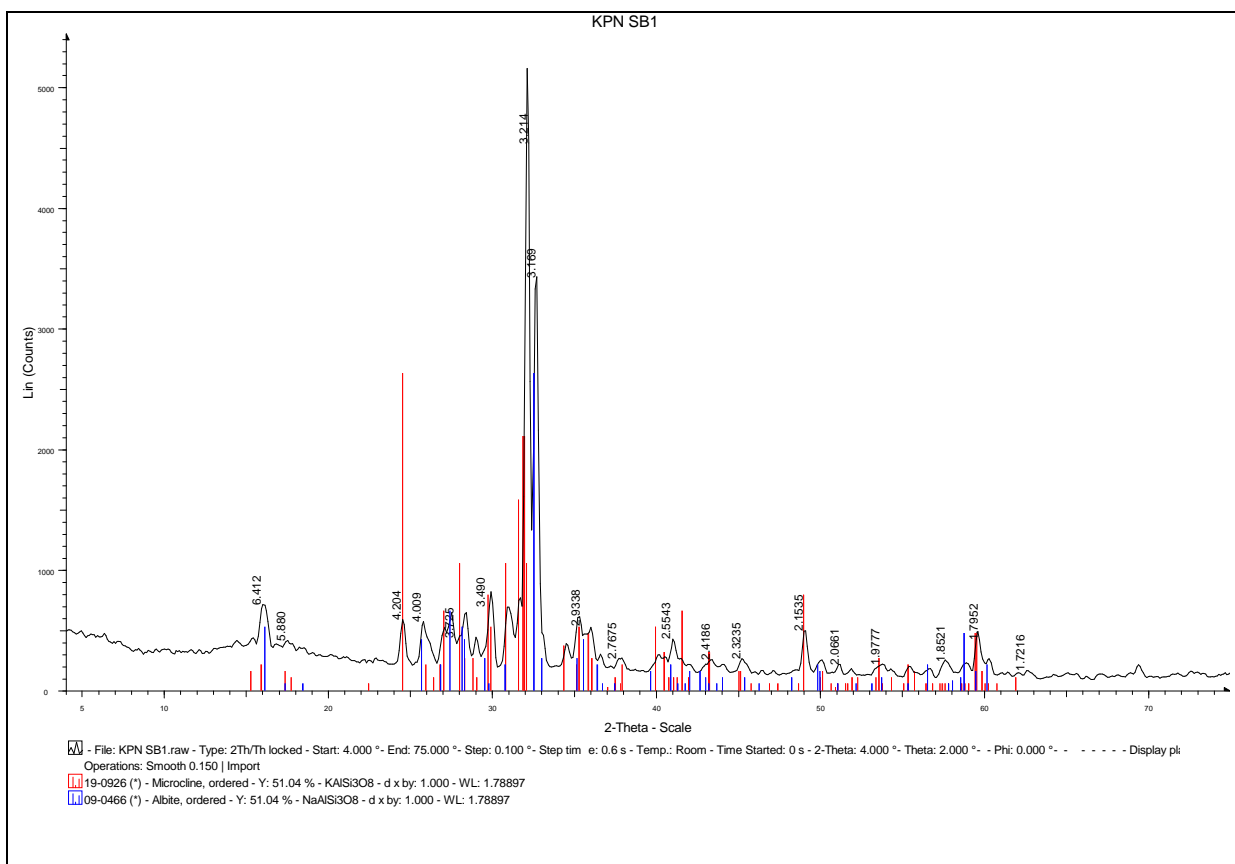


Fig. 40. Oznaczono: skałń potasowy i albit

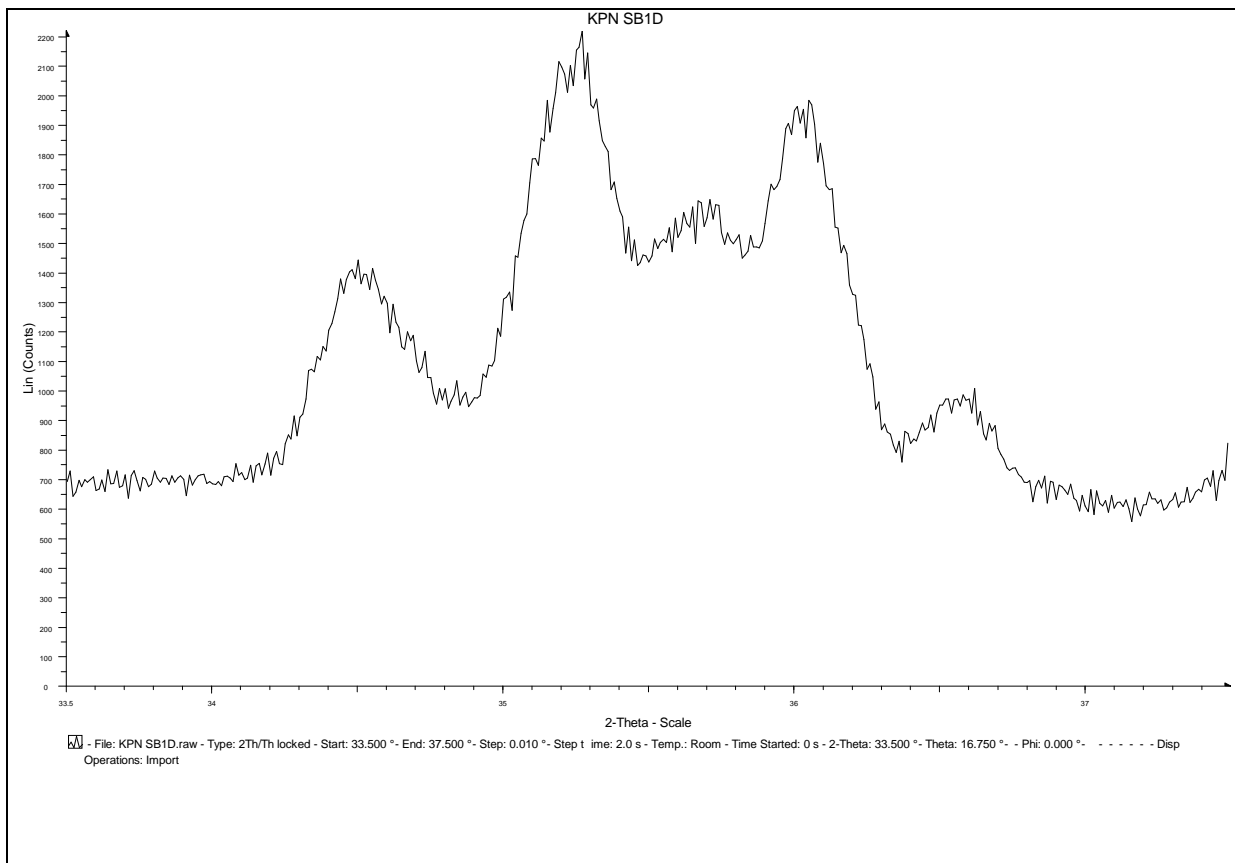


Fig. 41. Wyznaczono wielkość trójskości $\Delta=0.73$

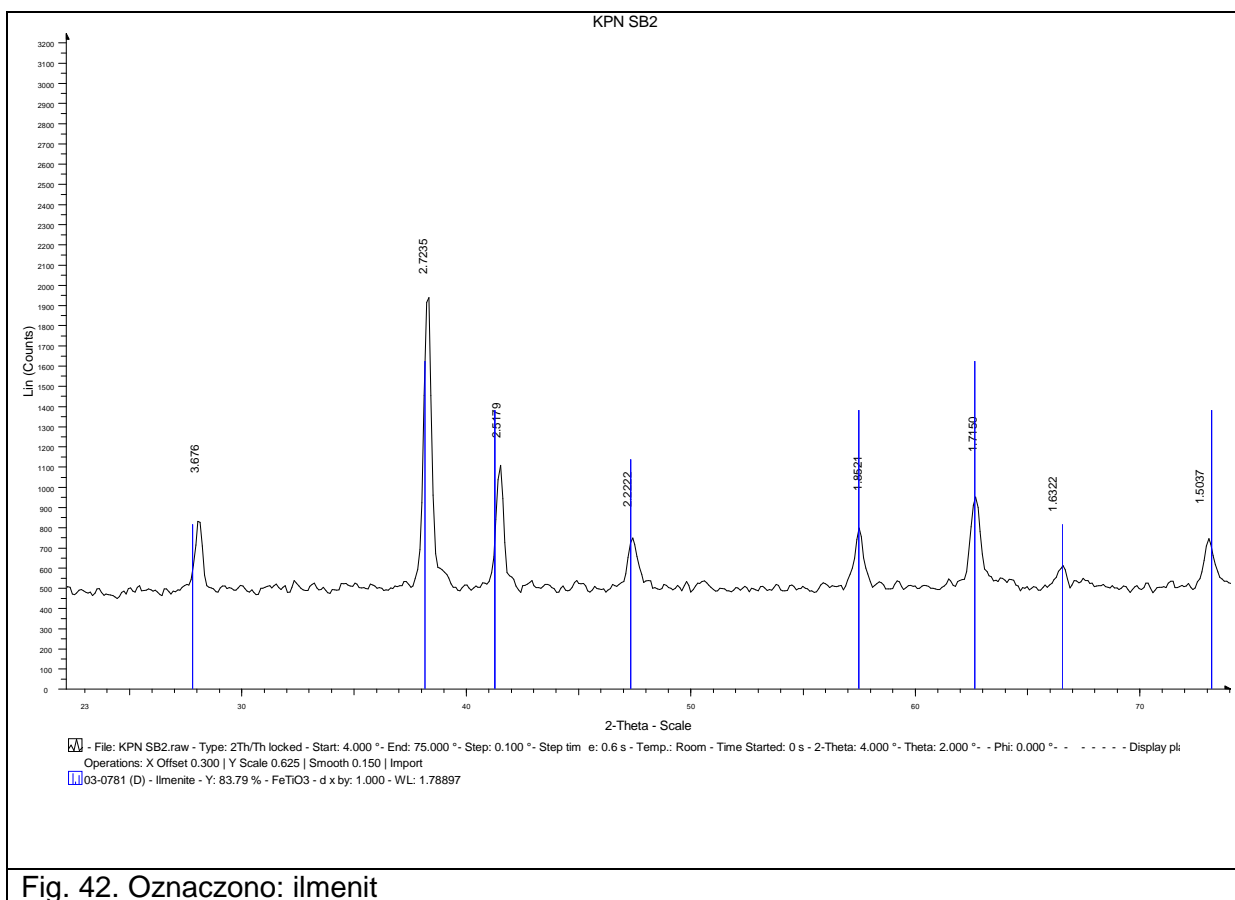


Fig. 42. Oznaczono: ilmenit

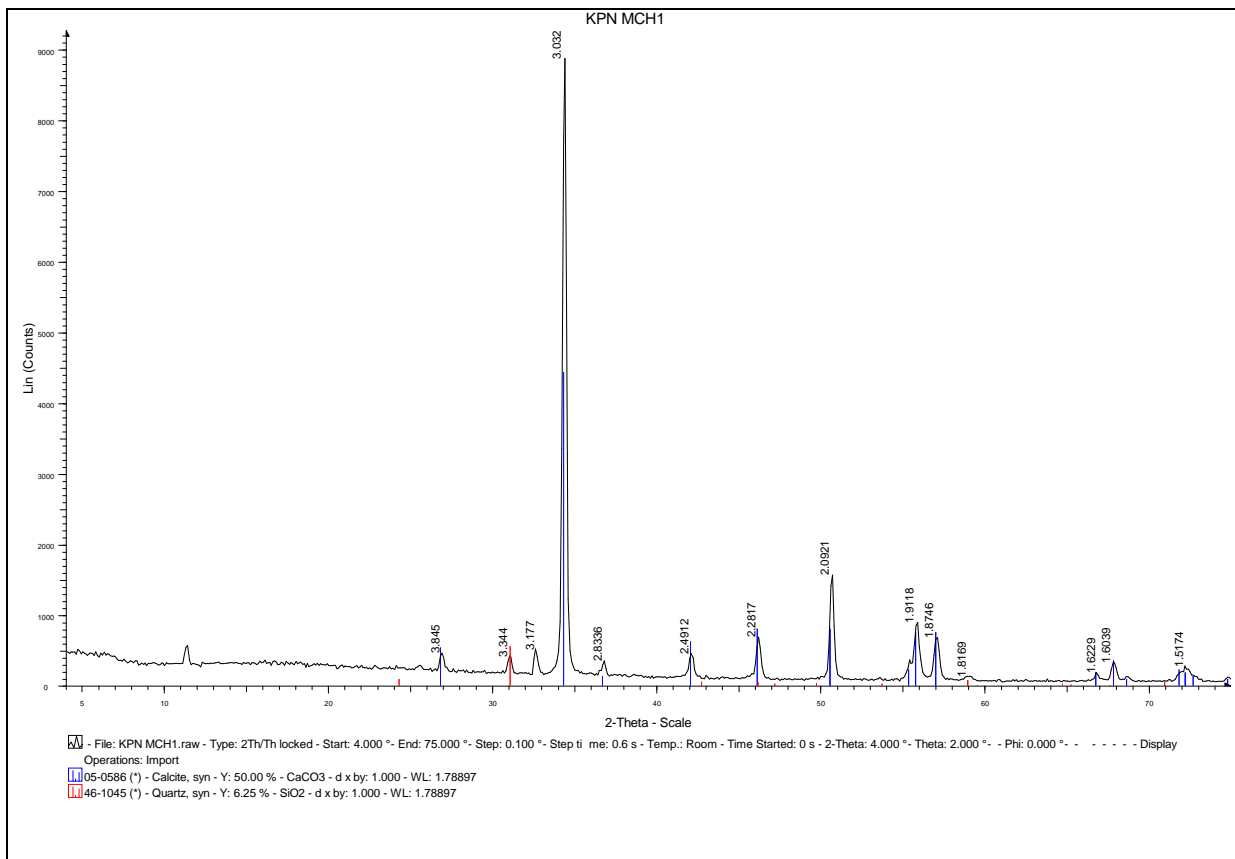


Fig. 43. Oznaczono: kalcyt i kwarc

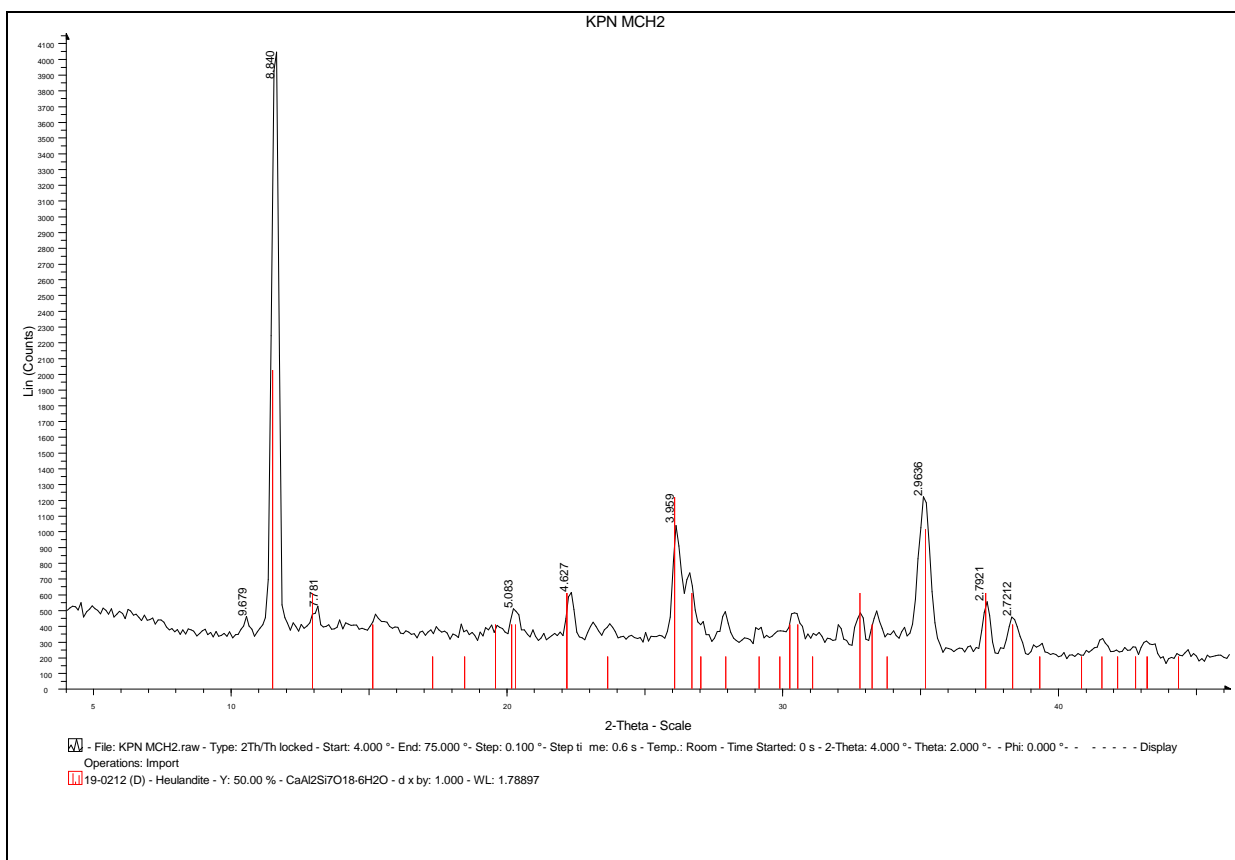


Fig. 44. Oznaczono: heulandyt

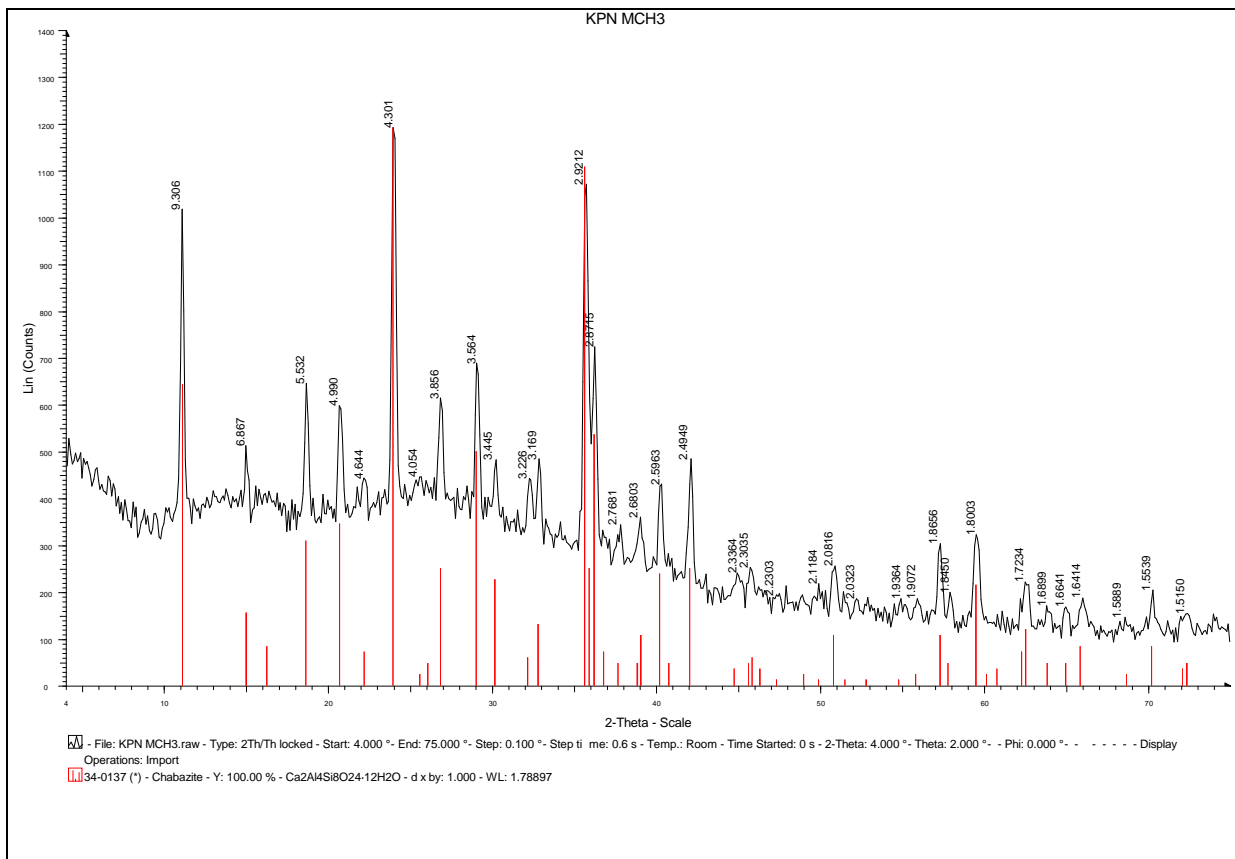


Fig. 45. Oznaczono: chabazyt

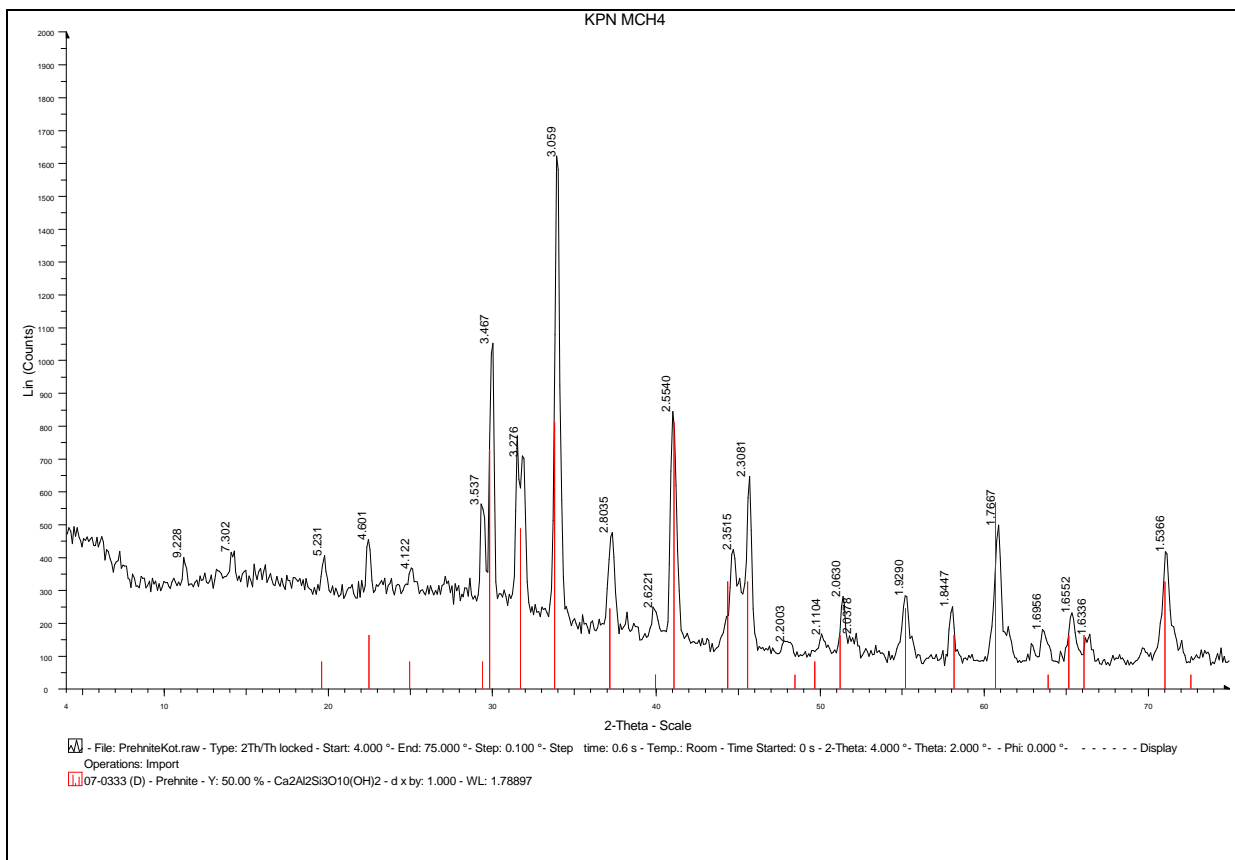


Fig. 46. Oznaczono: prehnit

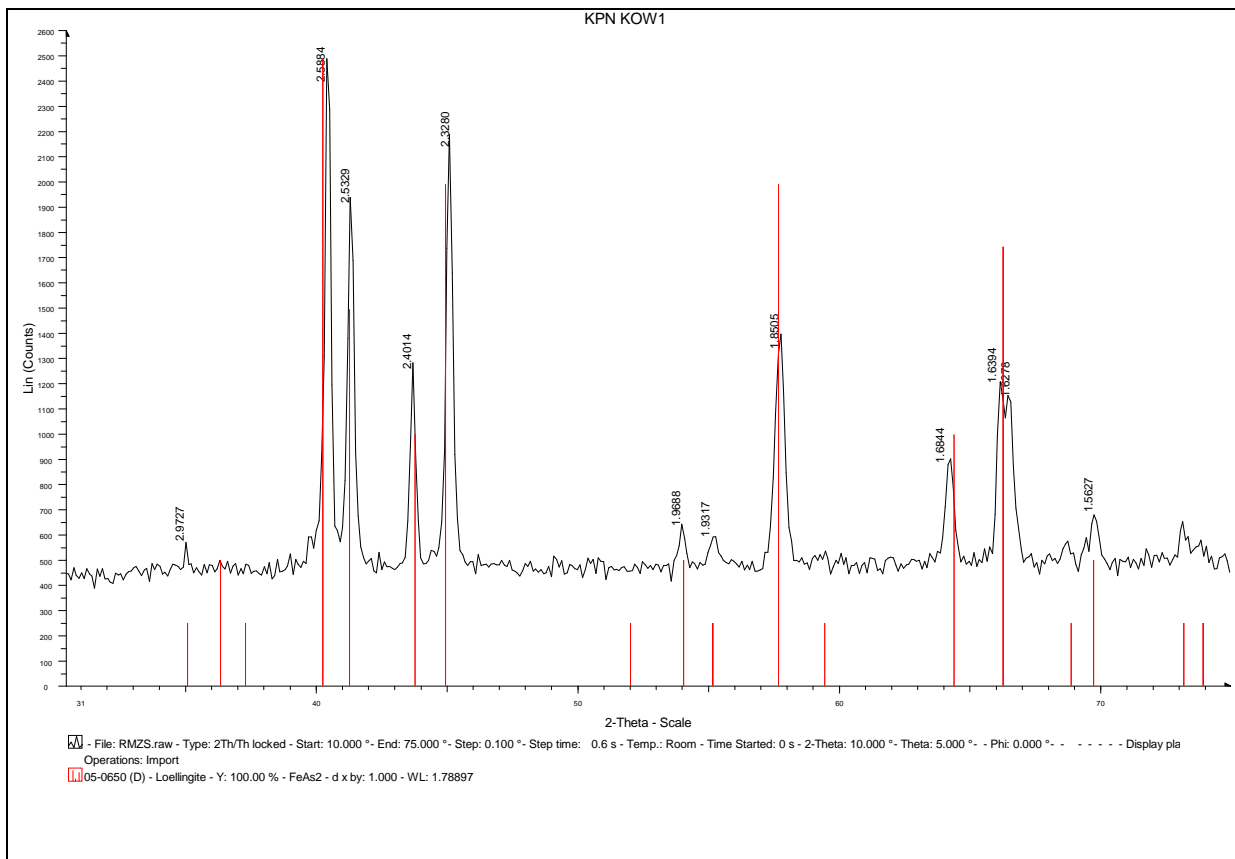


Fig. 47. Oznaczo: löllingit

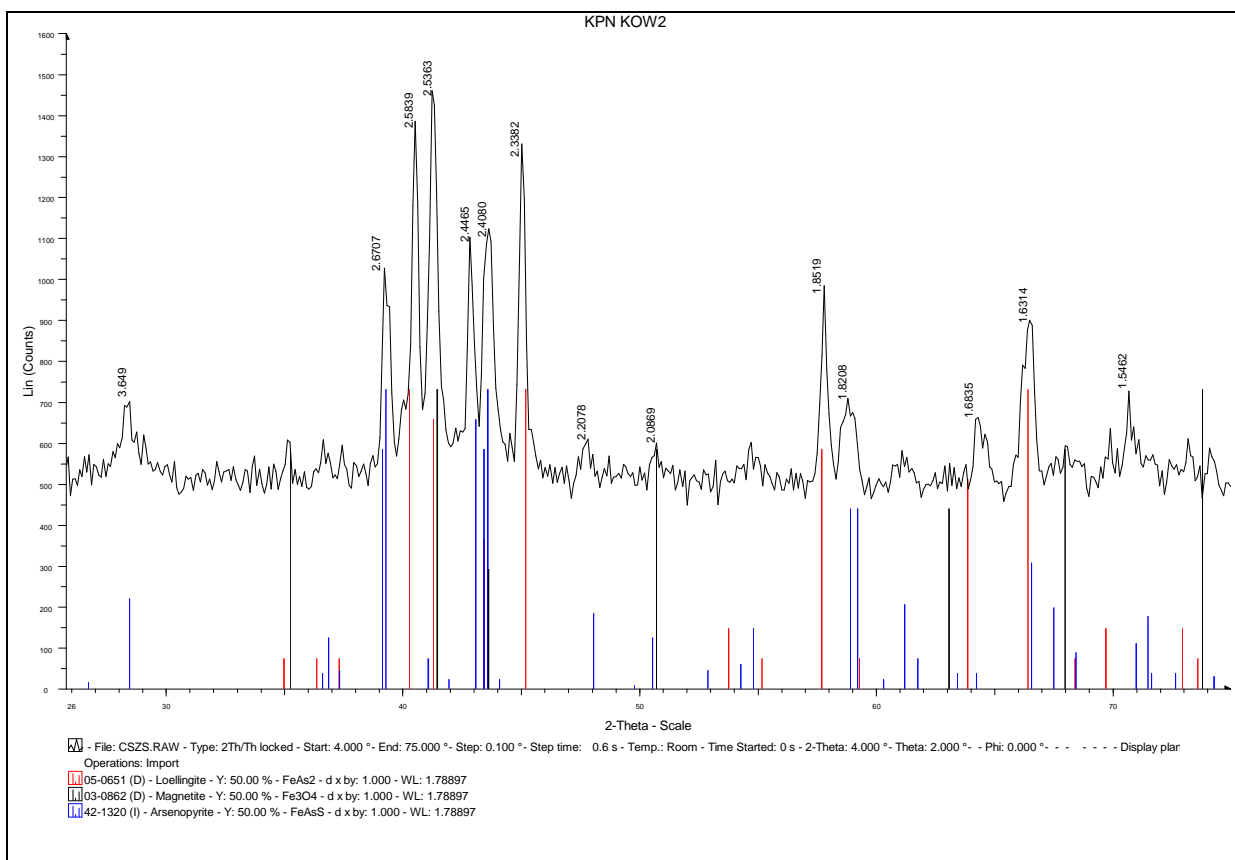


Fig. 48. Oznaczo: löllingit, magnetyt i arsenopiryt

Wnioski

Poniżej zestawiono interpretację otrzymanych wyników badań.

Geostanowisko Skalny Stół

Granaty występujące w obrębie łupków chlorytowych oznaczono jako almandyn. Natomiast granaty z jasnej skały zebranej na NE zboczach Skalnego Stołu (KPN LG1) zidentyfikowano jako spessartyn. Jednak rozróżnienie tych dwóch gatunków mineralnych jedynie na podstawie badań rentgenograficznych jest problematyczne. Wyniki te winne zostać zweryfikowane analizami chemicznymi. W granatach ze skały (KPN LG1) stwierdzono także obecność kwarcu i skalenia o strukturze zbliżonej do wysokosodowych członów szeregu plagioklastu. Stanowią one prawdopodobnie wrostki w obrębie blastów granatu.

Geostanowisko Sowa Dolina

Granaty występujące w obrębie łupków chlorytowych oznaczono jako almandyn. W próbce KPN SD2 stwierdzono również obecność chlorytu i biotyту. Odpowiadają one składnikom skały otaczającej. Współwystępowanie biotyту i chlorytu w jednej próbce wskazuje na proces zastępowania pierwszego minerału przez drugi. Natomiast w próbce KPN SD3 z hałdy pogórnicznej przy dawnej sztolni stwierdzono obecność chlorytu i muskowitu. Obserwacje makroskopowe pozwalały określić wstępnie ten minerał jako andaluzyt lub kordieryt. Zatem badana próbka jest przykładem pseudomorfozy chlorytowo-muskowitowej po którymś z wyżej wymienionych minerałów.

Geostanowisko Sztolnia przy ul. Kasprowicza w Szklarskiej Porębie

W tym geostanowisku stwierdzono występowanie ilmenitu. Analizowane skalenie oznaczono jako albit i skałen potasowy. Makroskopowe obserwacje albitu wskazują na jego wtórną naturę. Wtórny albit mógł powstać kosztem bardziej wapniowych członów szeregu plagioklastu, prawdopodobnie oligoklastu. Skałen potasowy wykazuje trójskość $\Delta=0.35$, bliższą jednoskośnej symetrii ortoklastu. Posiada on wrostki albitu, określane jako przerosty pertytowe.

Geostanowisko Okap

Czarny metaliczny minerał oznaczony został jako hematyt a jego łuseczkowy pokrój wskazuje na odmianę typu błyszcz żelaza (spekularyt). W obrębie skalenia stwierdzono także obecność allanitu o zróżnicowanym stopniu metamiktyzacji. Próbka KPN OKAP5 reprezentuje niemal całkiem zmetamiktowaną odmianę. Ze względu na jego obecność w pegmatycie z minerałami ziem rzadkich można sądzić, iż badany allanit jest odmianą bogatą w Ce (allanit-Ce).

Analizowane skalenie zidentyfikowane jako albit i skałen potasowy. Na podstawie obserwacji mikroskopowych nie udało się stwierdzić, czy albit ma charakter pierwotny, czy wtórny. Skałen potasowy wykazuje trójskość $\Delta=0.81$, charakterystyczną dla trójskośnej symetrii mikroklinu. Posiada on wrostki albitu, określane jako przerosty pertytowe.

Geostanowisko Bazalt w rejonie Gór Rudzianek

Dla ilastego wypełnienia pustki pogazowej obserwuje się przesunięcie refleksu ($d=14.713\text{\AA}$), pochodzącego od płaszczyzny 001, na rentgenogramie z preparatu nasączonego glikolem w porównaniu do próbki nieglikolowanej. Wskazuje to na przynależność tego minerału do grupy smektytów. Natomiast pozycja refleksów w rentgenogramie dla próbki nieglikolowanej klasyfikuje go jako saponit.

Geostanowisko Góry Rudzianki

W obrębie drobnych przerostów skaleniuowo-kwarcowych zidentyfikowano magnetyt z domieszką ilmenitu oraz hematytu. Ostatnia z tych faz jest pochodzenia wtórnego i powstała prawdopodobnie na skutek utleniania magnetytu (proces martytyzacji).

Dwa skalenie z tego geostanowiska zidentyfikowano jako skalenie potasowe o trójskościach $\Delta=0.26$ i 0.56 . Pierwsza wartość wskazuje na jednoskośną symetrię ortoklastu, natomiast

druga na strukturę pośrednią – maksymalnego ortoklazu lub pośredniego mikroklinu. W obu obserwuje się obecność wrostków albitu określanych jako przerosty pertytowe.

Geostanowisko Lasocki Grzbiet – wapienniki

Jedną z badanych próbek stanowiła jasna skała węglanowa z ciemniejszymi smugami. Smugi składają się z muskowitu i kwarcu. Występują w tle kalcytowym. Taki skład wskazuje na to, że skała pierwotnie była osadem węglanowym z domieszką materiału ilastego. W procesie metamorfizmu z minerałów ilastych powstał muskowit i kwarc. Skałę można określić jako smużysty wapień krystaliczny (marmur). Spoiwo wypełnienia leja krasowego stanowi kalcyt.

Geostanowisko Trzy Jawory

W obrębie żyły kwarcowej zidentyfikowano dwa typy skupień goethytu: masywne wypełnienia niewielkich, nieregularnych pustek oraz skupienia nerkowato-groniaste.

Geostanowisko Wielki Śnieżny Kociół

Minerał tworzący sferulityczne skupienia na kryształach kwarcu oznaczono jako młodszą generację kwarcu. Tworzy on pseudomorfozy po wcześniejszych fazach, prawdopodobnie węglanach lub zeolitach.

Analizowany automorficzny skaień potasowy z pegmatytu miarolitycznego wykazuje trójskość $\Delta=0.72$, charakterystyczną dla trójskojnej symetrii mikroklinu. Obserwowana domieszka albitu występuje w skaleniu potasowym jako przerosty pertytowe.

Geostanowisko Mały Śnieżny Kociół

Wśród minerałów wypełniających pogazowe pustki w bazalcie zidentyfikowano następujące zeolity: filipsyt, chabazyt oraz natrolit. Oprócz tego dla ilastego minerału tworzącego migdały w bazalcie obserwuje się przesunięcie refleksu ($d=14.914\text{\AA}$) pochodzącego od płaszczyzny 001 na rentgenogramie z preparatu nasączonego glikolem w porównaniu do próbki nieglikolowanej. Wskazuje to na przynależność tego minerału do grupy smektytów. Natomiast pozycja refleksów w rentgenogramie dla próbki nieglikolowanej klasyfikuje go jako saponit.

Ciemnowiśniowe skupienia minerałów w hydrotermalnie zmienionym granicie określono jako mieszaninę albitu, ortoklazu i illitu. Ich skład fazowy oraz forma występowania wskazują, że są to hydrotermalnie przeobrażone fenokryształy skalenia potasowego.

Geostanowisko Łabski Kociół

W próbce hydrotermalnie przeobrażonego granitu (KPN LK1) stwierdzono obecność igiełkowych oraz słupkowych skupień apatyty. Natomiast czarne skupienia w obrębie przerostów skaleniowo-kwarcowych są pertytowym skaleniem potasowym, prawdopodobnie zabarwionym przez domieszkę związków manganu. Trójskość $\Delta=0.68$ wskazuje na typ struktury bliski pośredniemu mikroklinowi.

Geostanowisko Skalna Brama

We fragmencie pegmatytu stwierdzono obecność dużych kryształów ilmenitu w towarzystwie blokowego skalenia potasowego. Skaień wykazuje trójskość $\Delta=0.73$, sugerującą trójskojną strukturę między pośrednim a uporządkowanym mikroklinem. Obecna w nim domieszka albitu występuje jako struktury pertytowe.

Geostanowisko Michałowice – kamieniołom granitu

W obrębie pegmatytu miarolitycznego stwierdzono obecność następujących minerałów: kalcytu, heulandytu, chabazytu oraz prehnitu. Reprezentują one mineralizację etapu hydrotermalnego śrenich i niższych temperatur.

Geostanowisko Dawna kopalnia Wulkan w Kowarach

Srebrzyste minerały obecne w próbkach skarnu z pogórnicy hałdy w pobliżu dawnego pola eksploatacyjnego Wulkan określono jako löllingit z domieszką arsenopiryty (KPN KOW2) oraz löllingit (KPN KOW1).

Podsumowując dane dotyczące symetrii analizowanych skaleni potasowych z różnych pegmatytów należy podkreślić ich zróżnicowanie. Zanotowano zarówno wartości trójskości Δ typowe dla jednoskośnych ortoklazów, jak i charakterystyczne dla trójskośnych, stosunkowo dobrze uporządkowanych mikroklinów. Obserwuje się także wartości pośrednie (Tab. 2).

Tabela 2: Położenia katowe 2θ ($\lambda=1.78897$) refleksów od płaszczyzn sieciowych 131 i 1-31 oraz stopień trójskości Δ (wg Golsmitha i Lavesa, 1957) wybranych skaleni potasowych.

	131	1-31	Δ
KPN RUD3D	34,605	35,143	0,56
KPN SB1D	34,523	35,224	0,73
KPN ZK1D	34,51	35,199	0,72
KPN MSK2D	34,517	35,173	0,68
KPN RUD1D	34,868	35,12	0,26
KPN KAS2D	34,936	35,279	0,35
KPN OKAP3D	34,453	35,236	0,81

III.3. Identyfikacja faz mineralnych przy pomocy analiz mikrosondą

Analizy składu chemicznego w mikroobszarze przeprowadzone zostały w oparciu o 10 szlifów petrograficznych (prób) dla następujących skał:

- SS2 łupek z granatami - Skalny Stół (1 szlif)
- SD1 łupek z granatami – Skalny Stół (1 szlif)
- SD2 łupek z granatami - Sowią Dolina – aluwia (2 szlify)
- IV7372 granat z fragmentu pegmatytu w dolinie Szklarki (1 szlif)
- BM1 bazalt - Mały Śnieżny Kocioł (1 szlif)
- BR2 bazalt – Rudzianki (1 szlif)
- LG1 leptynit z granatami – NE zbocze Skalnego (1 szlif)
- MSK zeolity z żyły bazaltowej z Małego Śnieżnego Kotła (2 szlify)

Wyniki zostały zebrane w 24 tabelach, zamieszczonych na końcu rozdziału. Profile składu chemicznego granatów skonstruowano w oparciu o punktowe analizy wykonane z odstępem ok. 100 μ m.

SS2 łupek z granatami – Skalny Stół

Próbkę stanowi łupek chlorytowy z porfiroblastami granatu (od kilku mm do 2 cm). Skała składa się z blaszek chlorytu, automorficznych tabliczkowych skaleni (do 3 mm) z dobrze widoczną łupliwością oraz niewielką ilością kwarcu.

Podstawowym minerałem skałotwórczym jest chloryt o składzie szamozyto-klinochloru (Fig. 1, Tab. 1).

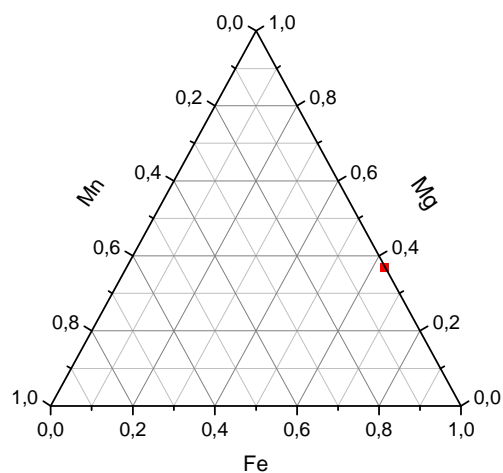


Fig. 1. Skład chemiczny chlorytu z próbki SS2 na uproszczonym diagramie klasyfikacyjnym Fe²⁺-Mg-Mn (szamozyt-klinochlor-pennantyt).

W obrębie blastów chlorytu obserwuje się niewielkie wydzielenia ilmenitu FeTiO₃ z niewielkimi domieszkami wanadu i manganu (Tab. 2).

Porfiroblasty granatu wykazują zróżnicowanie składu chemicznego przy zdecydowanej dominacji cząsteczki almandynowej z domieszką grossularowej (Fig. 2). Są to więc granaty z grupy granatów glinowych, z wyraźną przewagą żelaza nad wapniem. Mangan i magnez obecne są w niewielkich ilościach (Tab. 3). Obserwuje się zmienność koncentracji pierwiastków w przekroju od brzegu ku centralnej części kryształów. W tym kierunku konsekwentnie spada zawartość cząsteczki almandynowej i piropowej na koszt grossularowej oraz spessartynowej (Fig. 3).

	kryształy		
	A	B	C
Almandyn $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	64-83%	72-84%	72-84%
Grossular $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	8-22%	7-19%	7-19%
Pirop $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	2-7%	4-7%	6-7%
Spessartyn $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	0-10%	0-1%	0-1%

Fig. 2. Wahania składu chemicznego 3 kryształów granatu z próbki SS2, przeliczone na skrajne człony almandyn-grossular-pirop-spessartyn.

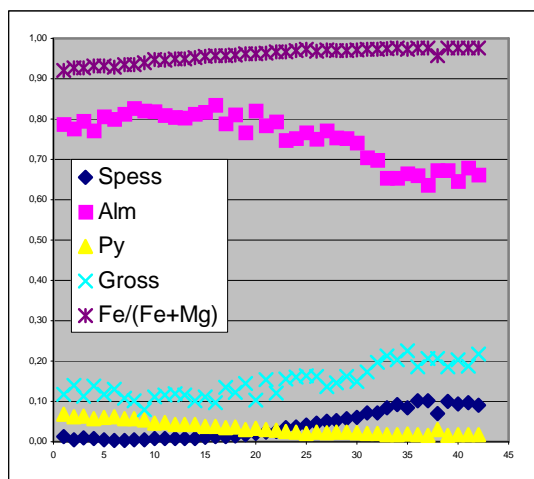


Fig. 3. Zmienność składu chemicznego granatu z próbki SS2 w profilu od brzegu do jądra kryształu.

SD1 łupek z granatami – Skalny Stół

Łupek SD1 zbudowany jest głównie z biotyty w różnym stopniu chlorytowanego, czystego chlorytu oraz dużych porfiroblastów granatu do ponad 1 cm. W cieniach ciśnień przy porfiroblastach występują agregaty kwarcowe. Podrzednie występuje spinel i ilmenit, natomiast akcesorycznie pojawia się piryt (ze śladowymi domieszkami Co), pirotyt, cyrkon, rzadziej monacyt.

Skład chemiczny biotyty (Tab. 4, Fig. 4) pozwala określić tę odmianę jako pośrednią pomiędzy Al-annitem a Al-flogopitem.

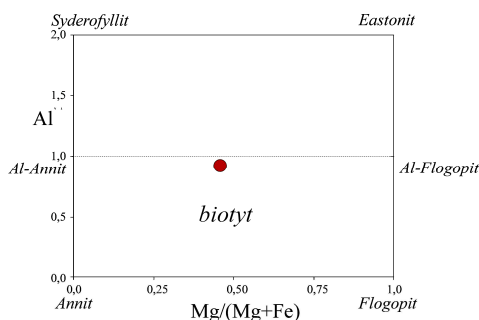


Fig. 4. Skład chemiczny biotyty z próbki SD1 na diagramie klasyfikacyjnym biotytów.

Porfiroblasty granatu wykazują niewielkie zróżnicowanie składu z dominującą cząsteczką almandynową przy niewielkim udziale cząsteczki piropowej (Fig. 5, Tab. 5). Budowa strefowa (Fig. 6) zaznacza się przede wszystkim w brzeźnych fragmentach kryształów, w których od brzegu ku środkowi następuje nieznaczny wzrost zawartości cząsteczki almandynowej (od 87 do ok. 92%) i towarzyszący temu spadek zawartości cząsteczki piropowej (od ponad 10 do ok. 3%). W partiach centralnych kryształu zawartość cząsteczki piropowej pozostaje stała, natomiast następuje spadek zawartości cząsteczki almandynowej

(poniżej 90%) kompensowany wzrostem zawartości cząsteczek spessartynowej i grossularowej (do ok. 4%).

W próbce SD1 zbadano również skład spineli (Tab. 6). Na tej podstawie można je określić jako spinel żelazawe o składzie hercynitu Al_2FeO_4 .

	kryształy			
	A	B	C	D
Almandyn $Fe_3Al_2[SiO_4]_3$	84- 93%	85- 92%	84- 90%	71- 92%
Grossular $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$	0-4%	0-5%	0-2%	0- 11%
Pirop $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$	3- 13%	3- 12%	6- 12%	2- 12%
Spessartyn $Mn_3Al_2[SiO_4]_3$	0-4%	0-2%	0-2%	0- 13%

Fig. 5. Wahania składu chemicznego 4 kryształów granatu z próbki SD1, przeliczone na skrajne czony almandyn-grossular-pirop-spessartyn.

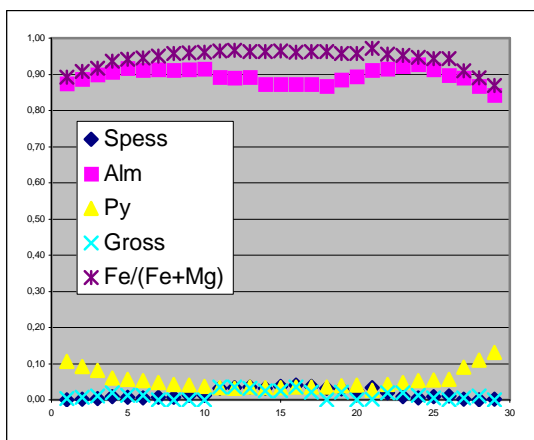


Fig. 6. Zmienność składu chemicznego granatu z próbki SD1 w profilu od brzegu poprzez jądro kryształu do przeciwległego brzegu.

SD2 łupek z granatami - Sowia Dolina – aluwia

Próbka reprezentuje łupek chlorytowy z porfiroblastami granatu do 6-7 mm. Poza tymi minerałami pojawia się kwarc w postaci agregatów zlokalizowanych w cieniach ciśnię przy porfiroblastach. Pomiędzy blaszkami chlorytu, układającymi się równolegle i podkreślającymi w ten sposób powierzchnie foliacji, występują minerały nieprzezroczyste: spinel, ilmenit (z domieszką wanadu, niobu i manganu, Tab. 7), piryt oraz pirotyn. Akcesorycznie występuje cyrkon, rzadziej monacyt.

Chloryt w tej próbce wykazuje skład chemiczny lokujący go pomiędzy szamozytem a klinochlorem, z przesunięciem w stronę szamozytu (Fig. 7, Tab. 8).

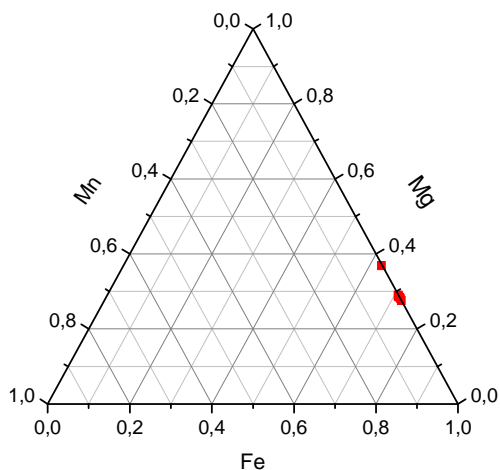


Fig. 7. Skład chemiczny chlorytu z próbki SD2 na uproszczonym diagramie klasyfikacyjnym Fe²⁺-Mg-Mn (szamozyt-klinochlor-pennantyt).

Porfiroblasty granatu wykazują znacznie większe wahania składu chemicznego niż w przypadku innych przebadanych skał tego typu (Fig. 8, Tab. 9). Dominuje w nich cząsteczka almandynowa z domieszką grossularowej. Udział spessartynu jest w pewnych partiach kryształów dość znaczny, natomiast piropu znikomy.

	kryształy			
	A	B	C	D
Almandyn Fe ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	50-93%	56-93%	83-93%	65-94%
Grossular Ca ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	0-28%	0-26%	0-3%	0-21%
Pirop Mg ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	1-5%	1-5%	3-4%	1-5%
Spessartyn Mn ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	0-19%	0-15%	0-4%	0-10%

Fig. 8. Wahania składu chemicznego 4 kryształów granatu z próbki SD2, przeliczone na skrajne człony almandyn-grossular-pirop-spessartyn.

Również strefowość składu chemicznego jest w tej próbce dużo bardziej wyrazista niż w innych łupkach z granatami (Fig. 9). Zawartość cząsteczki almandynowej spada od brzegu ku środkowi kryształu od ponad 90 do ok. 50%. Jest to kompensowane poprzez wzrost zawartości zarówno cząsteczki spessartynowej (od 0 do 20%) jak i grossularowej (od 0 do niemal 30%).

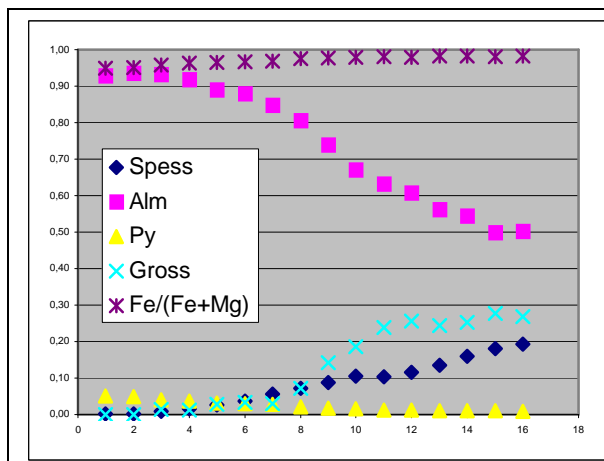


Fig. 9. Zmienność składu chemicznego granatu z próbki SD2 w profilu od brzegu do jądra kryształu.

IV7372 granat z fragmentu pegmatytu w dolinie Szklarki

Próbka ta reprezentuje fragment pegmatytu z kwarcem, skaleniem oraz dużym (ok. 1.3 cm granatem). W części próbki zaznacza się wyraźna tekstura pismowych przerostów kwarcowo-skaleniovych. Granat wykazuje budowę sektorową, nieco chaotycznie rozmieszczoną w przestrzeni kryształu. W tabeli 10 przedstawiono minimalne i maksymalne zawartości poszczególnych pierwiastków oraz wartości średnie dla 37 analiz. W celu dokonania klasyfikacji granatu przeliczono udziały cząsteczkowe w oparciu o zawężony zestaw pierwiastków (Tab. 11). W składzie chemicznym dominuje cząsteczka spessartynowa (68-71%) ze znaczną domieszką almandynowej (24-30%). Na uwagę zasługuje stosunkowo wysoka zawartość itru (Y_2O_3 od 0.36 do 2.18, średnio 1.30 %wag.), iterbu (Yb_2O_3 do 1.07, średnio 0.51 %wag.) a także pewne koncentracje pierwiastków ziem rzadkich. Suma obecnych tlenków (Tab. 10) wynosząca poniżej 99% pomimo długiej listy analizowanych pierwiastków może sugerować pewien stopień uwodnienia.

W próbce występuje także kwarc i skałen potasowy o zróżnicowanym stopniu odmieszania cząsteczki sodowej. Jego skład waha się od Or=86% do niemal 98% z domieszką Ab od ponad 2 do ponad 13% (Tab. 12). Obecne są także drobne wydzielienia niemal czystego albitu (Tab. 13). Spękania w granacie wypełnione są itrowym gadolinitem (Tab. 14).

BM1 bazalt - Mały Śnieżny Kocioł

Próbkę BM1 stanowi bazalt o afanitowym tle, przepojonym związkami żelaza. W obrębie tła drobne, do 1 mm wielkości fenokryształy. W obrazie spod mikroskopu elektronowego (Fig. 10) udało się wyróżnić piroksen, oliwin, nefelin, skałen potasowy, spinel, fazy serpentynowo-chlorytowe oraz szkliwo wulkaniczne i apatyt.

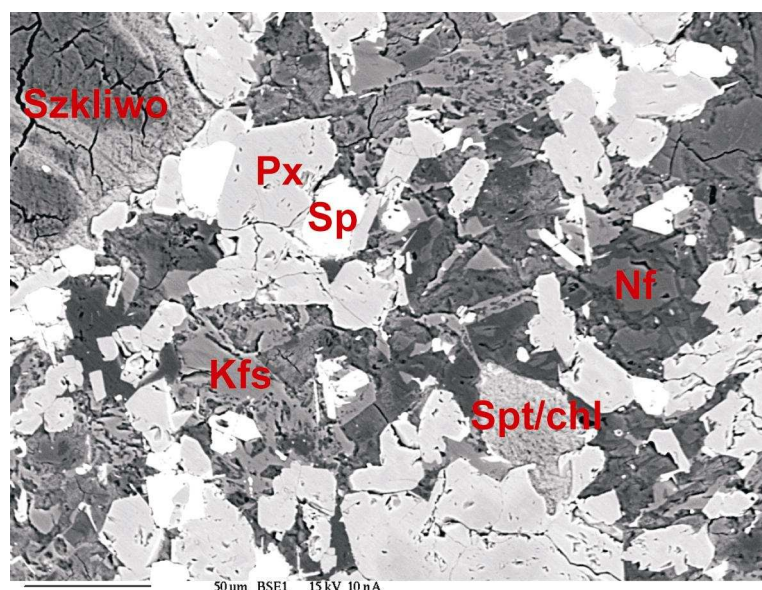


Fig. 10. Obraz BSE spod mikroskopu elektronowego fragmentu próbki BM1. Widoczne są następujące fazy: szkliwo, piroksen (Px), spinel (Sp), skałen potasowy (Kfs), nefelin (Nf), agregat serpentynowo-chlorytowy (Spt/chl) oraz jasne słupki apatytu.

Oliwin wykazuje skład chemiczny forsterytu ($Fo > 80\%$) z pewną domieszką żelazowej cząsteczki fajalitowej (Fa do ok. 18%) (Tab. 15).

Skałen potasowy zawiera znaczną domieszkę sodu, przeliczoną na udział cząsteczki Ab≈22-30% (Tab. 16). Udział wapniowej cząsteczki An jest znikomy (do ok. 2%).

Spośród skałeniowców dostrzeżono nefelin o niewielkiej domieszce potasu (Tab. 17).

Spinel wykazuje skład żelazowo-tytanowy, co lokuje go w szeregu tytanomagnetytów (szereg magnetyt-ulwit) z przesunięciem w stronę ulwitu (Tab 18).

Pirokseny stanowią ważną grupę minerałów skałotwórczych w próbce BM1. Większość wykonanych analiz lokuje je w grupie piroksenów wapniowo-magnezowo-żelazowych, w polu diopsydu oraz hedenbergitu (Fig. 11, Tab 19). Pojedyncze analizy (Fig. 12) wskazują także na obecność piroksenów sodowych (egiryn) oraz sodowo-wapniowych (egiryn-augit).

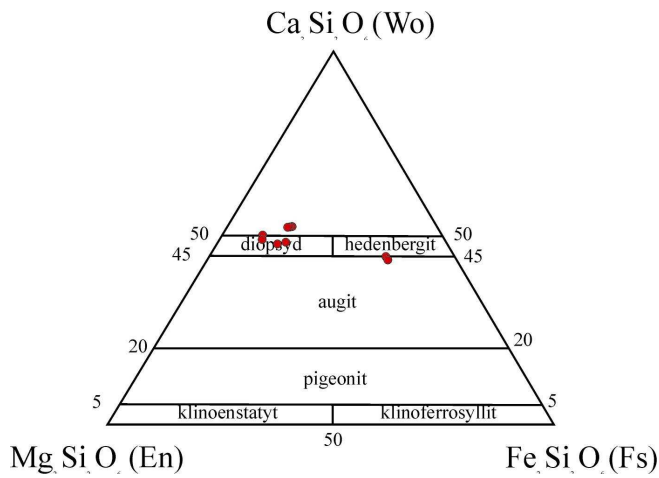


Fig. 11. Skład wapniowo-magnezowo-żelazowych piroksenów z próbki BM1.

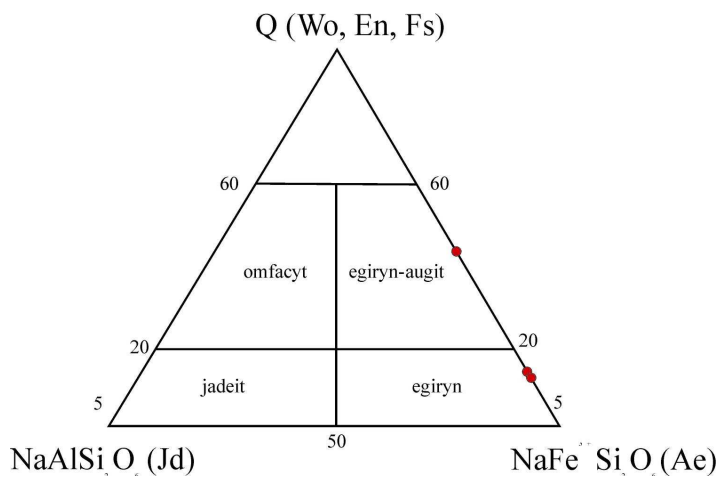


Fig. 12. Skład sodowo-wapniowych piroksenów z próbki BM1.

BR2 bazalt – Rudzianki

Próbkę bazaltu BR2 wykazuje typową dla tej grupy skał porfirową strukturę z afanitowym tłem i porfirokryształami osiagającymi 1 mm wielkości. Cała skała przepojona jest związkami żelaza. Pod mikroskopem elektronowym (Fig. 13) dostrzega się piroksen, oliwin, nefelin, skałek potasowy, spinel, fazy serpentynowo-chlorytowe oraz szkliwo wulkaniczne i apatyt.

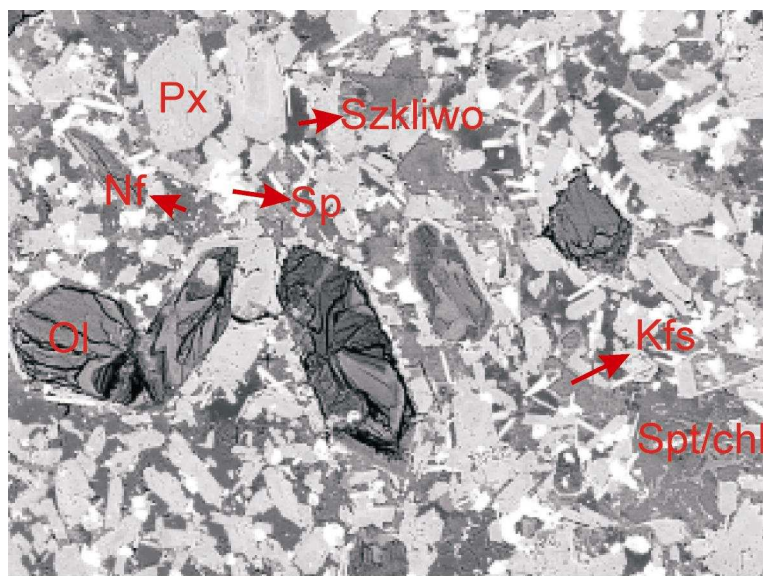


Fig. 13. Obraz BSE spod mikroskopu elektronowego fragmentu próbki BR2. Widoczne są następujące fazy: szkliwo, piroksen (Px), spinel (Sp), skaień potasowy (Kfs), nefelin (Nf), agregat serpentynowo-chlorytowy (Spt/chl), oliwin (Ol) oraz jasne słupki apatytu.

Oliwin wykazuje skład chemiczny forsterytu (Fo_{83-86%}) z pewną domieszką żelazowej cząsteczki fajalitowej (Fa 14-17%) (Tab. 20).

Skaień potasowy zawiera niewielką domieszkę sodu i znikomą ilość wapnia (Tab. 21). Udział nieodmieszanej cząsteczki albitowej Ab sporadycznie sięga nieco ponad 10% (Ab=2.7-10.7%), a cząsteczki anortytowej An nie przekracza 2% (An=0.1-1.8%).

Skaleniowce reprezentowane są przez sodowy nefelin z niewielką domieszką potasu (Tab. 22).

Spinele obecne w bazalcie BR2 są dwojakiego rodzaju. Pierwszy typ wykazuje skład żelazowo-tytanowy ze znaczną domieszką glinu i reprezentuje pośrednie człony szeregu (Al-)tytanomagnetyt-(Al-)julwit (Tab 23).

Drugi typ spinelu, nie zawierający większej ilości tytanu, wykazuje skomplikowane podstawienia: Fe-Mg, Cr,Al-Fe³⁺ lokujący go między w obszarze mieszalności o skrajnych członach hercynit-magnesioferyt-chromit. Precyzyjna klasyfikacja tego minerału wymaga dodatkowych badań mineralogicznych.

Skałotwórcze pirokseny w próbce BR2 wykazują stosunkowo jednorodny skład piroksenów wapniowo-magnezowo-żelazowych (Tab. 24). Analizy lokują się w polu diopsydu z nieco większą niż typowa zawartością Ca (Fig. 14).

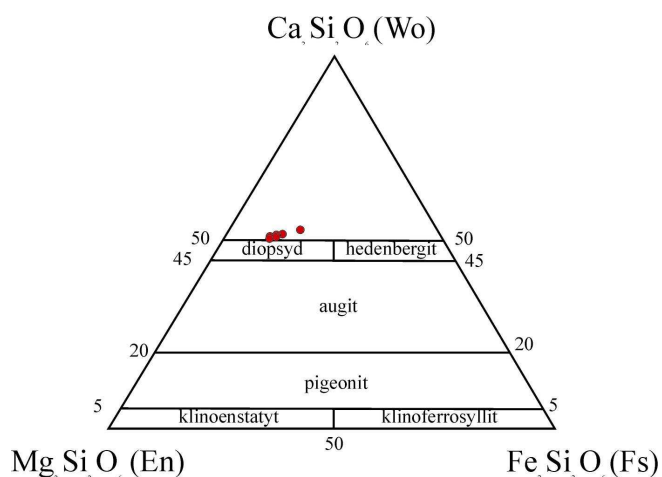


Fig. 14. Skład wapniowo-magnezowo-żelazowych piroksenów z próbki BR2.

LG1 leptynit z granatami – NE zbocze Skalnego Stołu bloczki na żółtym szlaku, powyżej Budnik

Badana skała jest leptynitem z dużymi porfiroblastami granatów o rozmiarach osiagających 2-3 cm. Badania składu chemicznego granatów przeprowadzono w mikroobszarze w płycie cienkiej napyłonej grafitem. Analizy wykazały wysoką zawartość żelaza i glinu w badanym mineralu, przy stosunkowo niewielkiej zawartości wapnia (Fig. 15). Uzyskane wyniki przeliczono na zawartość skrajnych członów grupy granatów i na tej podstawie sklasyfikowano badaną frazę jako almandyno-grossular o zawartości średnio 76,8% cząsteczki almandynowej oraz 19,6% cząsteczki grossularowej.

	1	2	3	4	5	6	7	średnia
SiO ₂	36,43	36,54	36,53	36,68	36,47	36,28	36,60	36,50
TiO ₂	0,05	0,00	0,09	0,08	0,05	0,07	0,07	0,06
Al ₂ O ₃	20,69	20,87	20,70	20,64	20,54	20,67	20,61	20,67
Cr ₂ O ₃	0,03	0,02	0,00	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02
Fe ₂ O ₃	0,22	0,00	0,29	0,37	0,58	0,15	0,47	0,30
MgO	0,33	0,39	0,19	0,22	0,19	0,25	0,19	0,25
CaO	7,13	5,53	7,69	7,88	7,38	7,17	7,75	7,22
MnO	0,32	0,42	1,05	0,93	0,74	0,57	0,89	0,70
FeO	34,66	36,09	33,58	33,19	34,42	34,43	33,70	34,30
Na ₂ O	0,01	0,03	0,02	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	99,86	99,89	100,14	100,06	100,37	99,63	100,32	100,04
uv:	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
ad:	0,7	0,0	1,0	1,3	1,9	0,6	1,5	1,0
gr:	19,6	16,0	20,8	21,2	19,1	19,8	20,4	19,6
py:	1,3	1,6	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	1,0
sp:	0,7	1,0	2,4	2,1	1,7	1,3	2,0	1,6
al:	77,6	81,5	75,0	74,5	76,6	77,2	75,2	76,8

Fig. 15. Skład chemiczny granatów z Budnik

MSK - zeolity z żyły bazaltowej z Małego Śnieżnego Kotła

Badane zeolity wypełniają pustki pogażowe w bazaltach z Małego Śnieżnego Kotła. Analizy chemiczne wraz z przeliczeniami przedstawiono na figurze nr 18. Przebadano dwie próbki MSK7 i MSK8. Z próbki MSK7 udało się oznaczyć phillipsyt (Fig. 18). Tworzy on wachlarzowate skupienia w obrębie wtórnych wypełnień (Fig. 16). W jego składzie chemicznym zaobserwowano nieznaczne wahania zawartości wapnia. Ze względu na dominację tego pierwiastka analizowany minerał określono jako phillipsyt-Ca.

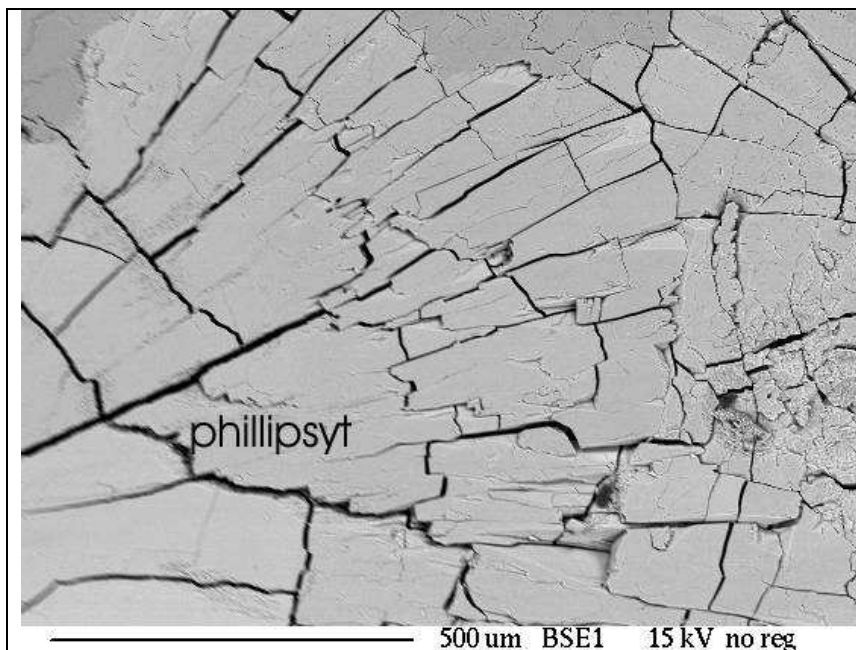


Fig. 16. Wachlarzowate skupienia kryształów phillipsytu w obrębie pustki pogazowej. Zdjęcie BSE. Próba MSK7.

W próbce MSK8 stwierdzono obecność trzech zeolitów: phillipsytu, natrolitu oraz chabazytu (Fig. 18). Phillipsyt występuje w strefie brzeżnej, idąc ku środkowi wypełnienia pojawia się chabazyt oraz natrolit (Fig. 17). Rozmieszczenie to ukazuje następstwo krystalizacji od brzegów do środka wypełnienia. Analizy chemiczne zostały przeliczone odpowiednio na: O-16, O-10 i O-24. Na ich podstawie przebadane minerały można określić jako phillipsyt-Ca, chabazyt-Ca.

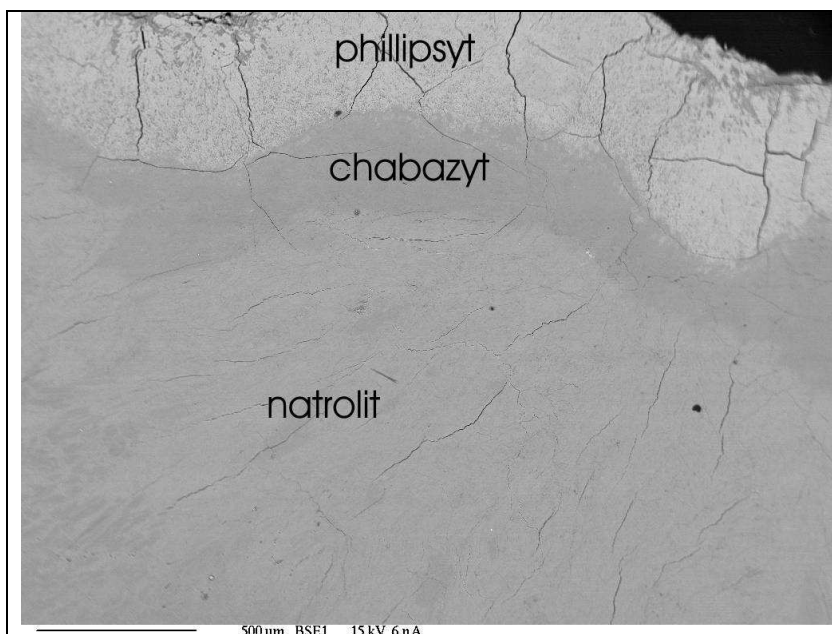


Fig. 17. Rozmieszczenie zeolitów w obrębie pustki pogazowej. Górna część zdjęcia ukazuje strefę brzeżną wypełnienia. Zdjęcie BSE. Próba MSK8.

<i>minerał</i> <i>numer próby</i> <i>analiza nr</i>	phillipsyt MSK 7 1	phillipsyt MSK 7 2	phillipsyt MSK 7 3	phillipsyt MSK 7 4	phillipsyt MSK 7 5	phillipsyt MSK 7 6	phillipsyt MSK 7 7	phillipsyt MSK 7 8	phillipsyt MSK 7 9
SiO ₂	55,001	54,588	54,359	56,614	55,679	56,762	60,114	57,536	58,877
TiO ₂	0,015	0,007	0,035	0,002	0	0,058	0	0	0
Al ₂ O ₃	21,133	20,799	20,589	20,111	19,737	20,022	21,01	20,187	20,789
FeO*	0	0,06	0,059	0,003	0,06	0	0,053	0	0,049
MnO	0	0	0	0	0,048	0	0	0	0
MgO	0,022	0,04	0,051	1,086	1,081	1,111	1,819	1,763	1,464
CaO	7,709	7,798	7,841	7,578	7,614	7,529	6,349	6,335	6,555
Na ₂ O	0,197	0,173	0,201	0,067	0,081	0,062	0,03	0	0,061
K ₂ O	4,913	4,982	4,793	1,485	2,001	1,892	3,721	3,402	3,728
<i>suma:</i>	88,99	88,447	87,928	86,946	86,301	87,436	93,096	89,223	91,523
<i>przeliczenie na:</i>	O-16	O-16	O-16	O-16	O-16	O-16	O-16	O-16	O-16
Si ⁴⁺	5,556	5,514	5,491	5,719	5,625	5,734	6,073	5,812	5,948
Ti ⁴⁺	0,001	0,001	0,003	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Al ^{IV}	2,517	2,477	2,452	2,395	2,351	2,385	2,502	2,404	2,476
Fe ²⁺	0,000	0,005	0,005	0,000	0,005	0,000	0,004	0,000	0,004
Mn ²⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg ²⁺	0,003	0,006	0,008	0,163	0,163	0,167	0,274	0,265	0,220
Ca ²⁺	0,834	0,844	0,849	0,820	0,824	0,815	0,687	0,686	0,710
Na ⁺	0,039	0,034	0,039	0,013	0,016	0,012	0,006	0,000	0,012
K ⁺	0,633	0,642	0,618	0,191	0,258	0,244	0,480	0,438	0,480
<i>suma:</i>	9,584	9,523	9,465	9,303	9,245	9,361	10,026	9,606	9,850

c.d

<i>minerał</i> <i>numer próby</i> <i>analiza nr</i>	natrolit MSK 8 10	natrolit MSK 8 11	chabazyt MSK 8 12	chabazyt MSK 8 13	phillipsyt MSK 8 14	phillipsyt MSK 8 15
SiO ₂	44,36	43,804	47,017	46,979	50,361	49,462
TiO ₂	0	0,02	0,043	0,007	0,07	0
Al ₂ O ₃	26,518	26,216	26,809	26,579	24,026	24,175
FeO*	0,023	0,005	0,082	0,017	0	0,019
MnO	0,019	0,048	0,049	0,049	0,045	0
MgO	0,018	0,02	0,022	0,022	0,706	0,204
CaO	11,035	10,334	1,535	1,633	8,669	8,718
Na ₂ O	4,196	4,222	14,082	13,897	0,256	0,209
K ₂ O	0,042	0,024	0,035	0,012	6,844	7,187
<i>suma:</i>	86,211	84,693	89,674	89,195	90,977	89,974
<i>przeliczenie na:</i>	O-10	O-10	O-24	O-24	O-16	O-16
Si ⁴⁺	2,801	2,766	7,124	7,119	5,087	4,997
Ti ⁴⁺	0,000	0,001	0,005	0,001	0,005	0,000
Al ^{IV}	1,974	1,951	4,789	4,748	2,861	2,879
Fe ²⁺	0,001	0,000	0,010	0,002	0,000	0,002
Mn ²⁺	0,001	0,003	0,006	0,006	0,004	0,000
Mg ²⁺	0,002	0,002	0,005	0,005	0,106	0,031
Ca ²⁺	0,747	0,699	0,249	0,265	0,938	0,944
Na ⁺	0,514	0,517	4,137	4,083	0,050	0,041
K ⁺	0,003	0,002	0,007	0,002	0,882	0,926
<i>suma:</i>	6,042	5,941	16,334	16,232	9,935	9,819

Fig. 18. Skład chemiczny zeolitów z bazaltoidów Małego Śnieżnego Kotła

Tabele:

Tab. 1. Skład chemiczny chlorytu z próbki SS2

	#1	#2
SiO ₂	24,44	23,65
TiO ₂	0,14	0,08
Al ₂ O ₃	21,91	22,49
Cr ₂ O ₃	0	0,01
MgO	10,46	10,39
CaO	0	0
MnO	0,08	0,03
FeO	31,97	31,57
Na ₂ O	0,01	0
K ₂ O	0,03	0
H ₂ O	11,16	11,06
suma	100,2	99,27
kationy przeliczone na 28 O		
Si	5,25	5,13
Ti	0,02	0,01
Al	5,55	5,75
Cr	0	0
Mg	3,35	3,36
Ca	0	0
Mn	0,02	0,01
Fe	5,75	5,73
Na	0	0
K	0,01	0
H	0	0
	19,95	19,98

Tab. 2. Skład chemiczny ilmenitu z próbki SS2

	#1	#2	#3
V ₂ O ₅	0,25	0,27	0,37
Nb ₂ O ₅	0,00	0,03	0,13
SiO ₂	0,03	0,00	0,00
TiO ₂	51,71	51,42	52,40
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00
Fe ₂ O ₃	1,09	1,52	0,25
MgO	0,01	0,02	0,07
CaO	0,00	0,02	0,00
MnO	0,39	0,32	0,26
FeO	46,10	45,88	46,74
NiO	0,05	0,00	0,00
suma	99,64	99,48	100,21
kationy przeliczone na 6 O			
V	0,01	0,01	0,01
Nb	0,00	0,00	0,00
Si	0,00	0,00	0,00
Ti	1,97	1,96	1,98
Al	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,04	0,06	0,01

Mg	0,00	0,00	0,01
Ca	0,00	0,00	0,00
Mn	0,02	0,01	0,01
Fe ²⁺	1,95	1,95	1,97
Ni	0,00	0,00	0,00
	4,00	3,99	3,99

Tab. 3. Skład chemiczny 3 kryształów granatu z próbki SS2. Przedstawiono wartości minimalne, maksymalne i średnią dla szeregu analiz.

	43 analizy			19 analiz			56 analiz		
	min	max	śr	min	max	śr	min	max	śr
SiO ₂	35,30	39,35	37,07	34,74	39,05	36,44	35,90	38,99	36,88
TiO ₂	0,01	0,21	0,07	0,018	0,191	0,08	0,02	0,68	0,11
Al ₂ O ₃	19,87	22,36	20,97	19,70	22,09	20,61	20,17	22,04	20,80
FeOT	32,81	37,49	36,17	32,82	37,69	39,00	29,79	37,87	34,48
MnO	0,10	0,50	0,21	0,11	0,58	0,34	0,13	4,45	1,75
MgO	1,33	1,72	1,51	0,94	1,69	1,31	0,39	1,71	0,86
CaO	3,26	6,86	4,38	3,03	7,06	4,65	3,55	8,19	5,64
Suma			100,38			99,42			100,52
kationy przeliczone na 6 O									
Si	3,03	2,94	2,99	3,03	2,93	2,98	3,09	2,81	2,98
Al IV	0,00	0,06	0,01	0,00	0,07	0,02	0,00	0,19	0,02
Σ			3,00			3,00			3,00
Al VI	2,03	1,91	1,99	2,04	1,88	1,96	2,08	1,71	1,96
Ti	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,01
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,00	0,10	0,01	0,00	0,14	0,04	0,00	0,35	0,04
Σ			2,00			2,01			2,01
Fe ²⁺	2,45	2,28	2,43	2,51	2,28	2,43	2,42	2,08	2,31
Mn	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,27	0,12
Mg	0,17	0,19	0,18	0,12	0,19	0,16	0,05	0,18	0,10
Ca	0,30	0,55	0,38	0,28	0,57	0,41	0,33	0,63	0,49
Σ			3,01			3,02			3,02
suma			8,01			8,03			8,03
Alm	0,81	0,72	0,81	0,83	0,71	0,80	0,79	0,57	0,76
Andr	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,11	0,01
Gross	0,10	0,15	0,12	0,09	0,14	0,12	0,11	0,10	0,15
Py	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05	0,02	0,06	0,03
Spess	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,09	0,04
Uv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe/(Fe +Mg)	0,94	0,92	0,93	0,95	0,92	0,94	0,98	0,92	0,96

Tab. 4. Skład chemiczny biotyту z próbki SD1.

SiO ₂	35,41
TiO ₂	0,55
Al ₂ O ₃	18,89
Cr ₂ O ₃	0,01
MgO	10,21
CaO	0,03
MnO	0,09

FeO	21,22
BaO	0,08
Na ₂ O	0,29
K ₂ O	9,03
Suma	95,80

kationy przeliczone na 22 O

Si	5,4
Ti	0,1
Al	3,4
Cr	0,0
Mg	2,3
Ca	0,0
Mn	0,0
Fe	2,7
Ba	0,0
Na	0,1
K	1,8
suma	15,8

Si	5,4
Al	2,6
Σ	8,0
Al	0,8
Ti	0,1
Fe	2,7
Mn	0,0
Mg	2,3
Ca	0,0
Σ	5,9
Na	0,1
K	1,8
Σ	1,8
suma	15,8

Al	3,40
X _{Fe} =Fe/(Fe+Mg)	0,54
Al/(Al+Si)	0,39
Mg/Mg+Fe	0,46

Tab. 5. Skład chemiczny 4 kryształów granatu z próbki SD1. Przedstawiono wartości minimalne, maksymalne i średnią dla szeregu analiz

	42 analizy			11 analiz			14 analiz			33 analizy		
	min	max	średnia	min	max	średnia	min	max	średnia	min	max	średnia
SiO ₂	34,10	38,54	36,49	35,26	38,02	37,06	0	37,82	36,63	30,87	37,83	36,05
TiO ₂	0,01	0,22	0,05	0,02	0,08	0,04	0,01	0,09	0,05	0,00	0,12	0,05
Al ₂ O ₃	19,27	21,77	20,61	20,21	21,82	21,19	9	21,43	20,65	17,47	21,38	20,35
FeO _T	36,19	41,58	40,06	38,68	40,63	39,79	2	41,11	40,22	33,00	41,42	38,37

MnO	0,00	1,74	0,70	0,10	0,79	0,29	0,01	1,05	0,46	0,02	5,55	1,75
MgO	0,65	3,47	1,42	1,59	3,10	2,44	0,76	2,90	1,61	0,42	2,87	1,18
CaO	0,39	2,08	0,89	0,33	0,83	0,48	0,34	1,66	0,87	0,35	4,46	1,82
Suma			100,22			101,29			100,49			99,58
kationy przeliczone na 6 O												
Si	3,03	2,88	2,98	2,99	2,94	2,98	3,03	2,91	2,98	3,03	2,76	2,97
Al IV	0,00	0,12	0,02	0,01	0,06	0,02	0,00	0,09	0,02	0,00	0,24	0,03
Σ			3,00			3,00			3,00			3,00
Al VI	2,04	1,81	1,97	2,01	1,93	1,98	2,00	1,87	1,97	2,04	1,63	1,95
Ti	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,00	0,24	0,04	0,00	0,09	0,02	0,00	0,17	0,04	0,00	0,49	0,06
Σ			2,01			2,00			2,01			2,02
Fe2+	2,80	2,46	2,72	2,76	2,58	2,66	2,83	2,55	2,72	2,83	2,24	2,60
Mn	0,00	0,11	0,05	0,01	0,05	0,02	0,00	0,07	0,03	0,00	0,35	0,12
Mg	0,09	0,39	0,17	0,20	0,36	0,29	0,10	0,33	0,20	0,06	0,31	0,15
Ca	0,04	0,17	0,08	0,03	0,07	0,04	0,03	0,14	0,08	0,04	0,35	0,16
Σ			3,02			3,02			3,02			3,03
suma			8,03			8,02			8,03			8,05
Alm	0,93	0,74	0,89	0,92	0,82	0,87	0,94	0,79	0,89	0,93	0,59	0,85
Andr	0,00	0,06	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,05	0,01	0,00	0,12	0,02
Gross	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03
Py	0,03	0,13	0,06	0,07	0,12	0,10	0,03	0,11	0,07	0,02	0,10	0,05
Spess	0,00	0,04	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,11	0,04
Uv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe/(Fe+Mg)	0,97	0,86	0,94	0,93	0,88	0,90	0,97	0,88	0,93	0,98	0,88	0,95

Tab. 6. Skład chemiczny spinelu z próbki SD1.

SiO ₂	0,04
TiO ₂	0,03
ZrO ₂	0,05
SnO ₂	0,00
Al ₂ O ₃	55,78
V ₂ O ₃	0,01
Fe ₂ O ₃	4,64
Nb ₂ O ₃	0,00
MgO	2,59
CaO	0,00
MO	0,19
FeO	35,43
ZnO	1,37
suma	100,13
kationy przeliczone na 4 O	

Tab. 7. Skład chemiczny ilmenitu z próbki SD2.

V ₂ O ₅	0,30
Nb ₂ O ₅	0,18
SiO ₂	0,02

TiO ₂	52,81
Al ₂ O ₃	0,00
Cr ₂ O ₃	0,00
Fe ₂ O ₃	0,00
MgO	0,04
CaO	0,00
MnO	0,39
FeO	45,93
NiO	0,00
suma	99,68

Tab. 8. Skład chemiczny chlorytu z próbki SD2.

SiO ₂	22,91	23,15	22,48	22,81	22,72	22,81
TiO ₂	0,08	0,02	0,06	0,05	0,09	0,02
Al ₂ O ₃	22,79	22,29	22,89	22,43	21,90	21,95
Cr ₂ O ₃	0,00	0,07	0,04	0,01	0,02	0,09
MgO	7,91	7,97	7,48	7,85	7,82	7,71
CaO	0,02	0,06	0,01	0,05	0,01	0,07
MnO	0,00	0,03	0,02	0,08	0,00	0,00
FeO*	34,88	34,93	35,15	34,69	35,31	35,23
Na ₂ O	0,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0,01
K ₂ O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	10,90	10,88	10,81	10,81	10,76	10,76
suma	99,48	99,42	98,95	98,80	98,68	98,65

kationy przeliczone na 28 tlenów

Si	5,04	5,10	4,99	5,06	5,07	5,09
Ti	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Al	5,91	5,79	5,99	5,87	5,76	5,77
Cr	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
Mg	2,60	2,62	2,48	2,60	2,60	2,56
Ca	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
Mn	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00
Fe	6,42	6,44	6,52	6,44	6,59	6,57
Na	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	19,99	20,00	20,00	20,00	20,05	20,02

* całe Fe jako FeO

Mn	0,00	0,06	0,04	0,17	0,00	0,00
Mg	28,79	28,89	27,50	28,70	28,30	28,06
Fe	71,21	71,05	72,46	71,14	71,70	71,94

Tab. 9. Skład chemiczny 4 kryształów granatu z próbki SD2. Przedstawiono wartości minimalne, maksymalne i średnią dla szeregu analiz.

	29 analiz		11 analiz		21 analiz		17 analiz					
	min	max	średni	amin	max	średni	amin	max	średnia			
SiO ₂	35,00	37,62	36,30	36,17	36,89	36,53	33,46	36,48	36,13	35,98	37,50	36,67
TiO ₂	0,01	0,18	0,09	0,03	0,15	0,09	0,01	0,11	0,05	0,01	0,20	0,10
Al ₂ O ₃	19,59	21,36	20,46	20,27	20,70	20,53	19,90	20,89	20,50	20,25	21,08	20,62
FeOT	26,64	41,58	33,80	29,80	41,30	35,30	39,04	41,96	40,39	23,43	42,02	33,86
MnO	0,13	6,29	3,88	0,11	4,50	2,88	0,09	1,87	1,10	0,05	8,48	3,56

MgO	0,26	1,13	0,56	0,33	1,24	0,63	0,69	1,17	0,88	0,22	1,24	0,60
CaO	0,36	9,07	4,59	0,26	7,86	4,08	0,32	1,81	1,17	0,31	10,38	5,00
Suma			99,68			100,05			100,22			100,39
kationy przeliczone na 6 O												
Si	3,17	2,69	2,97	3,14	2,74	2,98	2,94	2,90	2,97	3,21	2,62	2,98
Al IV	0,00	0,31	0,03	0,00	0,26	0,02	0,06	0,10	0,03	0,00	0,38	0,02
Σ			3,00			3,00			3,00			3,00
Al VI	2,17	1,53	1,95	2,14	1,58	1,96	2,01	1,86	1,96	2,24	1,40	1,96
Ti	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,00	0,63	0,05	0,00	0,56	0,04	0,00	0,18	0,05	0,00	0,80	0,05
Σ			2,01			2,01			2,01			2,01
Fe ²⁺	2,55	2,12	2,28	2,61	2,23	2,38	2,89	2,68	2,74	2,44	1,98	2,27
Mn	0,01	0,39	0,27	0,01	0,29	0,20	0,01	0,13	0,08	0,00	0,51	0,25
Mg	0,04	0,12	0,07	0,04	0,14	0,08	0,09	0,14	0,11	0,03	0,13	0,07
Ca	0,03	0,70	0,40	0,02	0,63	0,36	0,03	0,15	0,10	0,03	0,78	0,43
Σ			3,03			3,02			3,03			3,02
suma			8,04			8,03			8,04			8,03
Alm	0,82	0,50	0,74	0,84	0,56	0,78	0,94	0,83	0,89	0,78	0,40	0,74
Andr	0,00	0,20	0,02	0,00	0,18	0,01	0,00	0,05	0,02	0,00	0,26	0,02
Gross	0,01	0,03	0,12	0,01	0,03	0,10	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,13
Py	0,01	0,04	0,02	0,01	0,05	0,03	0,03	0,05	0,04	0,01	0,04	0,02
Spess	0,00	0,13	0,09	0,00	0,09	0,07	0,00	0,04	0,03	0,00	0,17	0,08
Uv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe/(Fe+Mg)	0,99	0,95	0,97	0,98	0,94	0,97	0,97	0,95	0,96	0,99	0,94	0,97

Tab. 10. Skład chemiczny granatu IV7372. Przedstawiono wartości minimalne, maksymalne i średnią dla 37 analiz.

	min	max	śr
MnO	27,74	29,95	28,74
FeO	11,31	13,69	12,90
Y ₂ O ₃	0,36	2,18	1,30
CaO	0,15	0,31	0,23
Sc ₂ O ₃	0,03	0,28	0,18
TiO ₂	0,00	0,43	0,24
P ₂ O ₅	0,00	0,05	0,02
Lu ₂ O ₃	0,00	0,29	0,10
Ho ₂ O ₃	0,00	0,14	0,04
Yb ₂ O ₃	0,00	1,07	0,51
Dy ₂ O ₃	0,00	0,24	0,06
Er ₂ O ₃	0,00	0,26	0,13
Sm ₂ O ₃	0,00	0,20	0,03
Gd ₂ O ₃	0,00	0,09	0,01
Nd ₂ O ₃	0,00	0,15	0,03
Pr ₂ O ₃	0,00	0,23	0,05
UO ₂	0,00	0,18	0,05
La ₂ O ₃	0,00	0,06	0,02
Ce ₂ O ₃	0,00	0,09	0,03
SiO ₂	33,78	35,50	34,64
Al ₂ O ₃	18,72	20,26	19,45
MgO	0,06	0,12	0,09

Na ₂ O	0,01	0,08	0,04
Suma			98,86

Tab. 11. Uproszczony skład chemiczny granatu IV7372 w oparciu o który dokonano klasyfikacji. Przedstawiono wartości minimalne, maksymalne i średnią dla 37 analiz.

	min	max	średnia
SiO ₂	33,78	35,50	34,64
TiO ₂	0,00	0,43	0,24
Al ₂ O ₃	18,72	20,26	19,45
FeOT	11,31	13,69	12,92
MnO	27,74	29,95	28,73
MgO	0,06	0,12	0,09
CaO	0,15	0,31	0,23
Suma			96,30
kationy przeliczone na 6 O			
Si	3,03	2,94	2,97
Al IV	0,00	0,06	0,03
Σ			3,00
Al VI	1,98	1,92	1,95
Ti	0,00	0,03	0,02
Cr	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,00	0,08	0,05
Σ			2,01
Fe ²⁺	0,85	0,90	0,89
Mn	2,11	2,10	2,09
Mg	0,01	0,01	0,01
Ca	0,01	0,03	0,02
Σ			3,02
suma			8,03
Alm	0,28	0,27	0,28
Andr	0,00	0,01	0,01
Gross	0,00	0,00	0,00
Py	0,00	0,00	0,00
Spess	0,70	0,70	0,70
Uv	0,00	0,00	0,00
Fe/(Fe+Mg)	0,99	0,98	0,99

Tab. 12. Skład chemiczny skalenia potasowego współwystępującego z granatem IV7372.

SiO ₂	65,25	65,20
Al ₂ O ₃	18,47	18,84
CaO	0,00	0,00
FeO	0,00	0,11
BaO	0,16	0,00
Na ₂ O	1,51	0,25
K ₂ O	14,65	16,42
suma	100,04	100,82
kationy przeliczone na 8 O		
Si	3,00	2,99
Al	1,00	1,02

Ca	0,00	0,00
Fe	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00
Rb	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00
Na	0,13	0,02
K	0,86	0,96
suma	5,00	4,99
Ab	13,51	2,29
An	0,00	0,00
Or	86,21	97,71
Cs	0,28	0,00

Tab. 13. Skład chemiczny skalenia sodowego współwystępującego z granatem IV7372.

SiO ₂	68,66	68,15
Al ₂ O ₃	20,04	19,68
MgO	0,01	0,01
CaO	0,35	0,32
FeO	0,11	0,09
Na ₂ O	11,36	11,64
K ₂ O	0,22	0,14
suma	100,75	100,02
kationy przeliczone na 8 O		
Si	2,98	2,98
Al	1,03	1,02
Mg	0,00	0,00
Ca	0,02	0,02
Fe	0,00	0,00
Na	0,96	0,99
K	0,01	0,01
suma	4,99	5,01

Tab. 14. Skład chemiczny gadolinitu współwystępującego z granatem IV7372

FeO	11,538
MnO	1,051
Y ₂ O ₃	31,525
CaO	0,968
TiO ₂	0,009
P ₂ O ₅	0,028
Lu ₂ O ₃	1,301
Ho ₂ O ₃	0,457
Yb ₂ O ₃	8,427
Dy ₂ O ₃	2,195
Tm ₂ O ₃	0,733
Er ₂ O ₃	3,095
Sm ₂ O ₃	0,087
Gd ₂ O ₃	0,466
Nd ₂ O ₃	0,25

Pr ₂ O ₃	0,287
PbO	0,206
ThO ₂	
UO ₂	0,017
La ₂ O ₃	0,243
Ce ₂ O ₃	0,81
SiO ₂	23,673
Al ₂ O ₃	
MgO	
Na ₂ O	0,031
suma	87,397

Tab. 15. Skład chemiczny oliwinu z bazaltu BM1.

SiO ₂	39,55	39,67
TiO ₂	0,03	0,09
Al ₂ O ₃	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	0,02	0,01
MgO	41,85	43,09
CaO	0,42	0,41
MnO	0,32	0,28
FeO	16,71	15,51
NiO	0,19	0,18
Na ₂ O	0,00	0,01
K ₂ O	0,00	0,00
suma	99,09	99,27
kationy przeliczone na 4 O		
Si	1,01	1,01
Ti	0,00	0,00
Al	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00
Mg	1,60	1,63
Ca	0,01	0,01
Mn	0,01	0,01
Fe	0,36	0,33
Ni	0,00	0,00
Na	0,00	0,00
K	0,00	0,00
suma	2,99	2,99
mo:	0,6	0,6
fo:	81,9	83,4
fa:	18,3	16,8
li:	0,2	0,2
te:	0,4	0,3

Tab. 16. Skład chemiczny skalenia potasowego z bazaltu BM1.

SiO ₂	64,75	65,19	64,82	66,58	66,18
Al ₂ O ₃	19,61	19,38	19,54	14,61	13,61
CaO	0,39	0,25	0,44	0,06	0,00

FeO	0,51	0,63	0,42	4,47	4,89
BaO	0,28	0,12	0,35	0,00	0,00
Na ₂ O	3,79	3,09	3,47	2,37	2,49
K ₂ O	10,79	12,29	11,70	12,53	11,99
suma	100,12	100,96	100,74	100,63	99,15
kationy przeliczone na 8 O					
Si	2,95	2,96	2,95	3,08	3,10
Al	1,05	1,04	1,05	0,80	0,75
Ca	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00
Fe	0,02	0,02	0,02	0,17	0,19
Ba	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Na	0,33	0,27	0,31	0,21	0,23
K	0,63	0,71	0,68	0,74	0,72
suma	5,01	5,02	5,02	5,00	4,99
ab:	33,9	27,3	30,2	22,2	24,0
or:	63,6	71,3	67,0	77,4	76,0
an:	1,9	1,2	2,1	0,3	0,0
cs:	0,5	0,2	0,6	0,0	0,0

Tab. 17. Skład chemiczny skaleniowca z bazaltu BM1.

SiO ₂	51,582
TiO ₂	0,043
Al ₂ O ₃	30,816
Fe ₂ O ₃	0,498
MgO	0,015
CaO	0,069
MnO	0,022
Na ₂ O	16,765
K ₂ O	2,321
Cl	0
suma	102,131
kationy przeliczone na 32	
O	
Si	9,372
Ti	0,006
Al	6,599
Fe	0,068
Mg	0,004
Ca	0,013
Mn	0,003
Na	5,906
K	0,538
Cl	0
suma	22,509

Tab. 18. Skład chemiczny spinelu z bazaltu BM1.

V ₂ O ₅	0,26	0,33
Nb ₂ O ₅	0,01	0,00
Ta ₂ O ₅	0,00	0,04

SiO ₂	0,05	0,13
TiO ₂	21,04	19,19
ZrO ₂	0,06	0,03
Al ₂ O ₃	4,59	5,37
Cr ₂ O ₃	0,11	0,12
Fe ₂ O ₃	42,48	44,40
MgO	0,93	1,49
CaO	0,20	0,17
MnO	1,12	1,16
FeO	28,86	28,62
NiO	0,00	0,00
ZnO	0,12	0,00
suma	99,83	101,05
kationy przeliczone na 32 O		
V	0,05	0,06
Nb	0,00	0,00
Ta	0,00	0,00
Si	0,02	0,04
Ti	4,40	3,95
Zr	0,01	0,00
Al	1,50	1,74
Cr	0,02	0,03
Fe	8,88	9,15
Mg	0,38	0,61
Ca	0,06	0,05
Mn	0,26	0,27
Fe	6,70	6,56
Ni	0,00	0,00
Zn	0,03	0,00
suma	22,31	22,45

Tab. 19. Skład chemiczny piroksenu z bazaltu BM1.

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12
SiO ₂	48,08	40,89	40,96	48,17	41,66	53,30	51,84	52,98	50,69	52,60	51,56	50,78
TiO ₂	1,90	4,96	4,56	1,95	4,60	0,24	2,89	0,22	1,03	3,01	3,51	1,20
Al ₂ O ₃	5,42	10,55	10,63	5,83	10,21	0,06	0,08	0,04	0,09	0,10	0,08	0,04
V ₂ O ₃	0,03	0,02	0,15	0,00	0,07	0,04	0,00	0,06	0,01	0,04	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,32	0,03	0,02	0,49	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ₂ O ₃	2,91	5,36	5,78	2,76	4,62	0,89	24,67	0,57	5,41	25,05	10,50	5,39
MgO	13,67	10,19	10,33	13,37	10,45	13,42	0,72	12,43	4,30	0,77	2,00	4,41
CaO	22,89	22,84	22,92	23,12	22,69	23,39	2,27	23,36	17,52	1,94	8,78	18,50
MnO	0,19	0,08	0,12	0,10	0,10	0,16	0,17	0,27	0,30	0,14	0,30	0,51
FeO	3,28	3,63	3,19	3,32	3,82	8,10	4,92	9,27	16,33	4,34	14,69	16,42
NiO	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,44	0,47	0,43	0,53	0,50	0,38	11,92	0,40	3,17	12,33	7,55	2,85
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,04	0,00	0,04
						100,0				100,3		100,1
suma	99,13	99,05	99,08	99,66	98,72	3	99,50	99,65	98,88	4	98,95	4
kationy przeliczone na 6 O												
Si	1,80	1,56	1,56	1,79	1,59	1,99	2,00	2,00	2,01	2,01	2,03	1,99
Ti	0,05	0,14	0,13	0,06	0,13	0,01	0,08	0,01	0,03	0,09	0,10	0,04
Al	0,24	0,47	0,48	0,26	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,08	0,15	0,17	0,08	0,13	0,03	0,72	0,02	0,16	0,72	0,31	0,16
Mg	0,76	0,58	0,59	0,74	0,60	0,75	0,04	0,70	0,25	0,04	0,12	0,26
Ca	0,92	0,93	0,94	0,92	0,93	0,94	0,09	0,94	0,74	0,08	0,37	0,78
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
Fe	0,10	0,12	0,10	0,10	0,12	0,25	0,16	0,29	0,54	0,14	0,48	0,54
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,89	0,03	0,24	0,91	0,58	0,22
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Si	1,80	1,56	1,56	1,79	1,59	1,99	2,00	2,00	2,01	2,01	2,03	1,99
Al	0,20	0,44	0,44	0,21	0,41	0,00						0,00
suma T	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,01	2,01	2,03	2,00
Ti	0,05	0,14	0,13	0,05	0,13	0,01	0,08	0,01	0,03	0,09	0,10	0,04
Al	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,08	0,15	0,17	0,08	0,13	0,03	0,72	0,02	0,16	0,72	0,31	0,16
Fe2+	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12	0,25	0,15	0,29	0,54	0,14	0,45	0,54
Mg	0,72	0,56	0,56	0,71	0,57	0,73	0,04	0,69	0,25	0,04	0,11	0,26
suma M1												
(VI)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,97	1,00
Fe2+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02
Mg	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Ca	0,92	0,93	0,94	0,92	0,93	0,94	0,09	0,94	0,74	0,08	0,37	0,78
Na	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,89	0,03	0,24	0,91	0,58	0,22
suma M2												
(VI)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01

Tab. 20. Skład chemiczny oliwinu z bazaltu BR2.

SiO ₂	39,12	40,15
TiO ₂	0,04	0,01
Al ₂ O ₃	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00
MgO	42,62	45,33
CaO	0,22	0,08
MnO	0,30	0,26
FeO	15,51	13,05
NiO	0,25	0,29
Na ₂ O	0,01	0,00
K ₂ O	0,00	0,02
suma	98,08	99,19
kationy przeliczone na 4 O		
Si	1,01	1,01
Ti	0,00	0,00
Al	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00
Mg	1,63	1,70
Ca	0,01	0,00

Mn	0,01	0,01
Fe	0,33	0,27
Ni	0,01	0,01
Na	0,00	0,00
K	0,00	0,00
suma	2,99	2,99
mo:	0,3	0,1
fo:	83,0	85,9
fa:	17,0	13,9
li:	0,3	0,3
te:	0,3	0,3

Tab. 21. Skład chemiczny skalenia potasowego z bazaltu BR2.

SiO ₂	63,99	65,50	64,43	63,47	62,33	62,07
Al ₂ O ₃	19,98	19,96	18,54	20,34	20,32	20,44
CaO	0,29	0,10	0,02	0,24	0,29	0,29
FeO	1,29	0,67	0,52	1,85	2,18	2,20
BaO	0,04	0,00	0,06	0,10	0,09	0,13
Na ₂ O	0,94	0,89	0,29	1,07	0,75	0,77
K ₂ O	13,68	14,59	15,83	13,31	12,71	12,54
suma	100,20	101,71	99,69	100,37	98,67	98,44
kationy przeliczone na 8 O						
Si	2,94	2,96	2,99	2,91	2,91	2,90
Al	1,08	1,06	1,01	1,10	1,12	1,13
Ca	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
Fe	0,05	0,03	0,02	0,07	0,09	0,09
Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,08	0,08	0,03	0,10	0,07	0,07
K	0,80	0,84	0,94	0,78	0,76	0,75
suma	4,97	4,97	4,99	4,97	4,95	4,95
ab:	9,3	8,5	2,7	10,7	8,1	8,4
or:	89,1	91,0	97,1	87,8	90,0	89,6
an:	1,6	0,5	0,1	1,3	1,7	1,8
cs:	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3

Tab. 22. Skład chemiczny skaleniowca z bazaltu BR2.

	#2	#3	#4	#5	#6	#7
SiO ₂	48,277	45,912	46,641	47,552	47,692	46,953
TiO ₂	0,061	0	0,115	0,051	0,083	0,035
Al ₂ O ₃	31,557	32,513	31,542	31,629	31,898	31,94
Fe ₂ O ₃	0,894	0,859	0,947	0,88	0,81	0,823
MgO	0,091	0,061	0,046	0,051	0,233	0,063
CaO	0,763	1,019	0,835	0,908	0,761	0,937
MnO	0,053	0	0,005	0,082	0,073	0,025
Na ₂ O	15,695	16,104	15,799	15,777	15,678	15,776
K ₂ O	3,461	4,112	4,064	3,351	3,321	3,655
Cl	0	0,026	0	0,009	0	0
suma	100,852	100,606	99,994	100,29	100,549	100,207
kationy przeliczone na 32 O						
Si	8,989	8,657	8,823	8,917	8,906	8,833

Ti	0,009	0	0,016	0,007	0,012	0,005
Al	6,925	7,225	7,032	6,99	7,021	7,082
Fe	0,125	0,122	0,135	0,124	0,114	0,116
Mg	0,025	0,017	0,013	0,014	0,065	0,018
Ca	0,152	0,206	0,169	0,182	0,152	0,189
Mn	0,008	0	0,001	0,013	0,012	0,004
Na	5,666	5,887	5,795	5,736	5,677	5,754
K	0,822	0,989	0,981	0,802	0,791	0,877
Cl	0	-0,006	0	-0,002	0	0
suma	22,721	23,097	22,965	22,783	22,75	22,878

Tab. 23. Skład chemiczny spinelu z bazaltu BR2.

V ₂ O ₅	0,20	0,29	0,30	0,14	0,27	0,09
Nb ₂ O ₅	0,03	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta ₂ O ₅	0,02	0,01	0,01	0,00	0,06	0,06
SiO ₂	0,24	0,20	0,03	0,45	0,05	0,11
TiO ₂	15,08	16,58	15,97	2,03	15,79	1,63
ZrO ₂	0,00	0,01	0,00	0,00	0,10	0,00
Al ₂ O ₃	7,99	6,58	7,14	31,86	6,84	32,25
Cr ₂ O ₃	2,37	0,50	0,81	21,74	0,76	24,89
Fe ₂ O ₃	44,06	44,92	45,44	11,76	45,45	10,39
MgO	3,21	1,87	2,88	11,91	2,20	11,37
CaO	0,19	0,29	0,17	0,15	0,10	0,07
MnO	0,98	0,92	0,84	0,37	1,01	0,32
FeO	26,51	27,95	26,82	17,11	27,78	19,08
NiO	0,02	0,09	0,00	0,33	0,00	0,15
ZnO	0,11	0,15	0,17	0,04	0,05	0,13
suma	101,02	100,42	100,59	97,89	100,45	100,52
kationy przeliczone na 32 O						
V	0,04	0,05	0,05	0,02	0,05	0,01
Nb	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si	0,07	0,06	0,01	0,11	0,01	0,03
Ti	3,07	3,43	3,28	0,37	3,27	0,29
Zr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al	2,55	2,14	2,30	9,07	2,22	9,04
Cr	0,51	0,11	0,17	4,15	0,17	4,68
Fe	8,97	9,30	9,34	2,14	9,42	1,86
Mg	1,30	0,77	1,17	4,29	0,90	4,03
Ca	0,06	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02
Mn	0,23	0,21	0,19	0,08	0,24	0,06
Fe	6,00	6,43	6,12	3,46	6,40	3,79
Ni	0,01	0,02	0,00	0,06	0,00	0,03
Zn	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02
suma	22,80	22,64	22,73	23,80	22,72	23,87

Tab. 24. Skład chemiczny piroksenu z bazaltu BR2.

SiO ₂	46,28	40,65	43,49	44,49	45,21	45,19	47,77	46,65
TiO ₂	2,65	3,79	3,47	3,31	3,02	3,18	2,05	2,51
Al ₂ O ₃	6,23	11,34	8,62	7,76	6,89	6,84	6,09	6,05
V ₂ O ₃	0,04	0,11	0,07	0,01	0,11	0,07	0,06	0,01
Cr ₂ O ₃	0,06	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03	0,15
Fe ₂ O ₃	3,05	7,44	5,45	4,68	4,38	4,11	1,77	3,38
MgO	12,44	9,47	11,32	11,84	12,07	12,05	11,76	12,75
CaO	23,24	22,83	23,29	23,34	23,24	23,09	23,10	23,18
MnO	0,10	0,11	0,12	0,14	0,10	0,11	0,16	0,11
FeO	4,00	3,05	3,18	3,19	3,67	3,96	5,68	3,83
NiO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,36	0,59	0,39	0,40	0,37	0,38	0,55	0,36
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
suma	98,46	99,40	99,42	99,15	99,06	98,97	99,02	98,97
kationy przeliczone na 6 O								
Si	1,75	1,55	1,65	1,68	1,71	1,71	1,80	1,76
Ti	0,08	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,06	0,07
Al	0,28	0,51	0,38	0,35	0,31	0,31	0,27	0,27
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	0,09	0,21	0,16	0,13	0,13	0,12	0,05	0,10
Mg	0,70	0,54	0,64	0,67	0,68	0,68	0,66	0,72
Ca	0,94	0,93	0,94	0,95	0,94	0,94	0,93	0,94
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe	0,13	0,10	0,10	0,10	0,12	0,13	0,18	0,12
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
suma	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Si	1,75	1,55	1,65	1,68	1,71	1,71	1,80	1,76
Al	0,25	0,45	0,35	0,32	0,29	0,29	0,20	0,24
suma T	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ti	0,08	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,06	0,07
Al	0,03	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,07	0,03
Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ³⁺	0,09	0,21	0,16	0,13	0,12	0,12	0,05	0,10
Fe ²⁺	0,12	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,17	0,12
Mg	0,68	0,52	0,62	0,65	0,66	0,65	0,64	0,69
suma M1 (VI)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fe ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mg	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
Ca	0,94	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,94
Na	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
suma M2 (VI)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

III.4. Identyfikacja skał przy pomocy analiz geochemicznych

Do analiz geochemicznych zostało wytypowanych 9 prób:

- H1 hornfels-Wołek - E osłona granitu karkonoskiego
- H2 hornfels – W osłona granitu karkonoskiego
- SD1 łupek z granatami – Skalny Stół
- SD2 łupek z granatami - Sowią Dolina - aluwia
- SS1 łupek z granatami - Skalny Stół
- SS2 łupek z granatami - Skalny Stół
- LG1 leptynit z granatami - bloczki na żółtym szlaku, powyżej Budnik
- BM1 bazalt - Mały Śnieżny Kocioł
- BR2 bazalt – Rudzianki

Wyniki analiz zostały przedstawione w tabeli 1.

Hornfelsy H1, H2

Są to skały o zawierające od 66 do 70% SiO_2 oraz 15-16% Al_2O_3 (Tab. 1). Na diagramie normalizacyjnym REE (Fig. 1) względem chondrytu (Nakamura 1974) obie próbki wykazują zbliżony przebieg krzywych. W zakresie LREE wykazują średnie nachylenie krzywych, co jest odzwierciedleniem procesu dyferencjacji. W obrębie HREE widoczny jest prawie poziomy przebieg linii o koncentracji składników rzędu kilkudziesięciu razy większej niż w chondrytach, co wskazuje praktycznie na brak procesu frakcjonacji w obrębie HREE. Na diagramie widoczna jest również wyraźna ujemna anomalia europowa, co prawdopodobnie wskazuje, że pierwotnie plagioklaz ulegał frakcjonacji. Obserwowalna jest również niewielka dodatnia anomalia Tm. Na diagramie pajęczym (Fig. 2) względem górnej skorupy (Taylor i McLennan 1985) hornfelsy mają zbliżone koncentracje pierwiastków niekompatybilnych do 1, co potwierdza, że powstały one z materiału charakterystycznego dla średniego składu górnej skorupy. Koncentracje w obrębie LIL, które są pierwiastkami bardziej mobilnymi, nie odbiegają od wzorca. W obrębie HFS można zaobserwować ujemne anomalie dla Nb, Sr i Tb. Oba typy hornfelsów są bardzo podobne pod względem składu chemicznego i powstały w wyniku metamorfizmu materiału skorupowego.

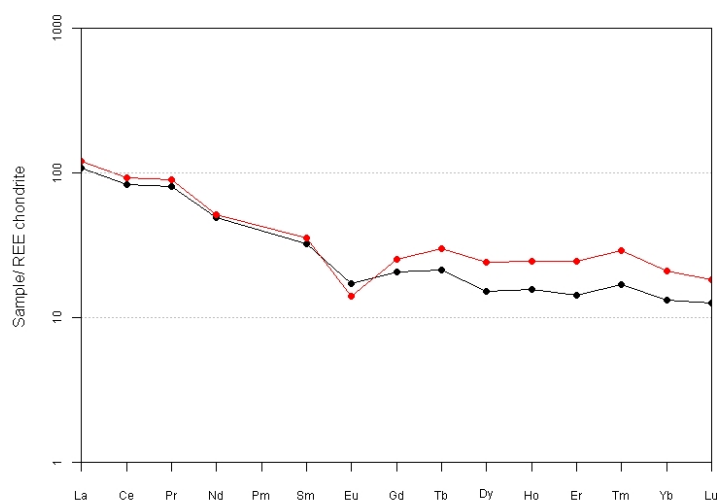


Fig. 1. Diagram normalizacyjny względem chondrytu dla próbek H1 (czarny) i H2 (czerwony).

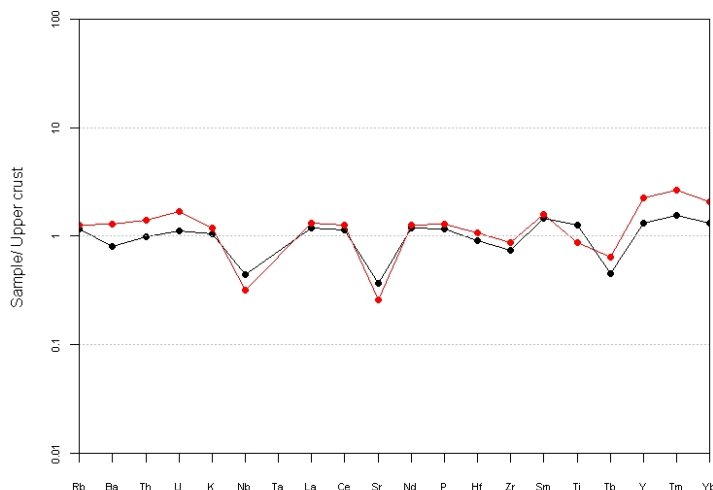


Fig. 2. Diagram pajączy względem górnej skorupy dla próbek H1 (czarny) i H2 (czerwony).

Łupki z granatami SD1, SD2, SS1, SS2

Są to skały o zawierające od 30 do 42% SiO_2 , 20-22% Al_2O_3 oraz 32-38% Fe_2O_3 z wyjątkiem próbki SS1 – 19% (Tab. 1). Na diagramie normalizacyjnym REE (Fig. 3) względem chondrytu (Nakamura 1974) próbki wykazują zbliżony przebieg krzywych z wyjątkiem SD2. W zakresie LREE wykazują średnie nachylenie krzywych, co jest wskaźnikiem zaawansowanego procesu dyferencjacji. W obrębie HREE widoczny jest prawie poziomy przebieg linii (z wyjątkiem próbki SD2) o koncentracji składników rzędu 10-20 razy większej niż w chondrytach, co wskazuje praktycznie na brak procesu frakcjonacji w obrębie HREE. Na diagramie widoczna jest również wyraźna ujemna anomalia europowa oraz niewielka dodatnia anomalia Tm. Próbką SD2 posiada mniejsze koncentracje LREE i w części HREE w stosunku do pozostałych (Fig. 3). Na diagramie pajączym (Fig. 4) względem górnej skorupy (Taylor i McLennan 1985) łupki z granatami mają zbliżone koncentracje pierwiastków niekompatybilnych, z tendencją do nieco niższych zawartości w stosunku do górnej skorupy. Próbki SD1, SS1 i SS2 mają zbliżony przebieg krzywych, natomiast próbka SD2 ma wyraźne ujemne anomalie Rb, Ba, K. Tego typu pierwiastki kumulują się w skaleniach oraz biotycie. Opisywana skała składa się głównie z chlorytu i granatu, co mogłoby tłumaczyć zubożenie w wyżej wymienione pierwiastki. Widoczna jest również silna, ujemna anomalia strontowa w próbce SD1, co może wskazywać na kumulację Sr w plagioklazach na etapie krystalizacji i zubożenie w stront materiału źródłowego dla łupków z granatami. Łupki łuszczkowe z granatami powstały z materiału zbliżonego swoim składem do górnej skorupy. Próbki skorupowego z niewielką domieszką materiału charakterystycznego dla górnego płaszczka SS1, SS2 i SD1 są podobne pod względem składu chemicznego. Próbka SD2 wykazuje odstępstwo od pozostałych.

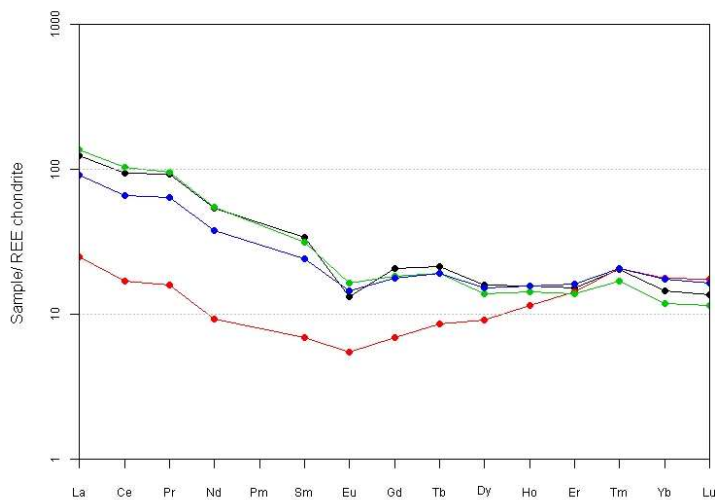


Fig. 3. Diagram normalizacyjny względem chondrytu dla prób SD1(czarny), SD2(czerwony), SS1(zielony) i SS2(niebieski).

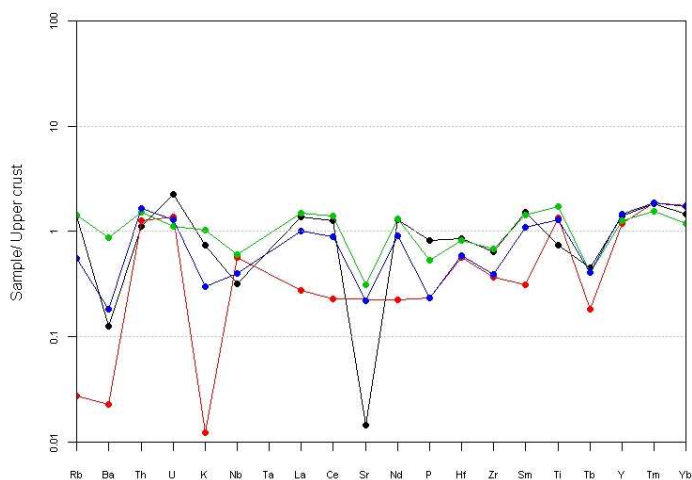


Fig. 4. Diagram pajęczy względem górnej skorupy dla prób SD1(czarny), SD2(czerwony), SS1(zielony) i SS2(niebieski).

Skąła kwarcowo skalenkowa (leptynit) z granatami

Jest to skała zawierająca 73% SiO_2 , 14% Al_2O_3 oraz 5% Na_2O (Tab. 1). Na diagramie normalizacyjnym REE (Fig. 5) względem chondrytu (Nakamura 1974) próbka w zakresie LREE wykazuje średnie nachylenie krzywej, co oddaje stopień zaawansowania procesu dyferencjacji. W obrębie HREE widoczny jest prawie poziomy przebieg linii o koncentracji składników rzędu kilkudziesięciu razy większej niż w chondrytach, co wskazuje praktycznie na brak procesu frakcjonacji w obrębie HREE. Na diagramie widoczna jest również wyraźna ujemna anomalia europowa i bardzo słaba dodatnia anomalia tulowa. Na diagramie pajęczym (Fig. 6) względem górnej skorupy (Taylor i McLennan 1985) skała kwarcowo-skaleniowa ma koncentracje zbliżone do średniego składu górnej skorupy, co może wskazywać na potencjalny protolit. Najprawdopodobniej skały te powstały ze zmetamorfizowania kwaśnych wulkanitów (tufy) odpowiadających swoim składem ryolitoidom (Fig. 7).

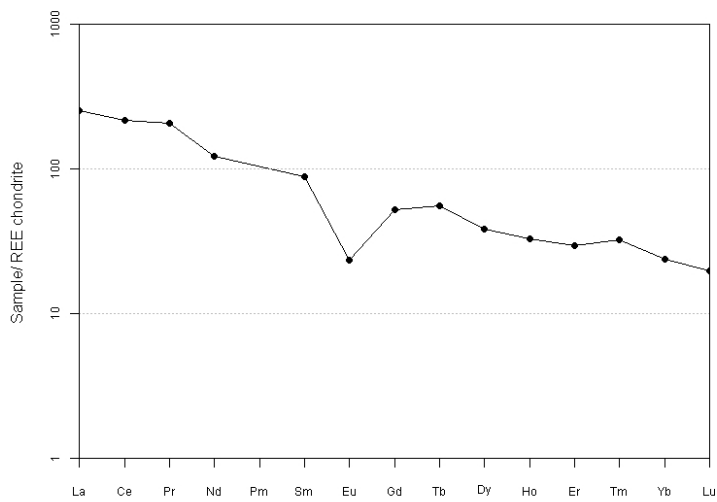


Fig. 5. Diagram normalizacyjny względem chondrytu dla próby LG1.

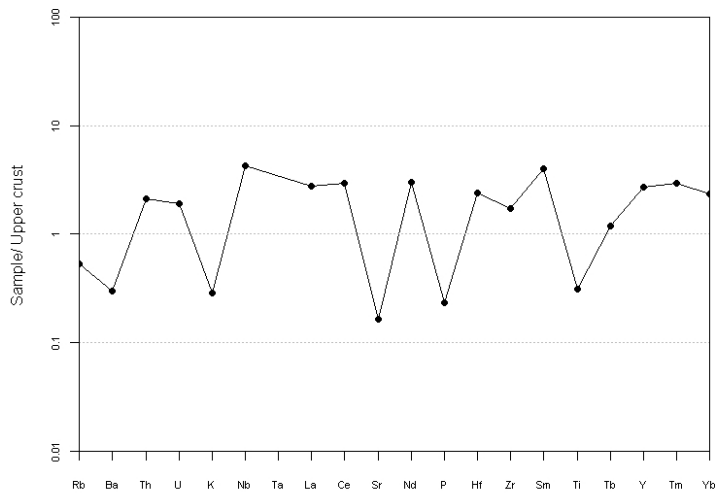


Fig. 6. Diagram pajęczy względem górnej skorupy dla próby LG1.

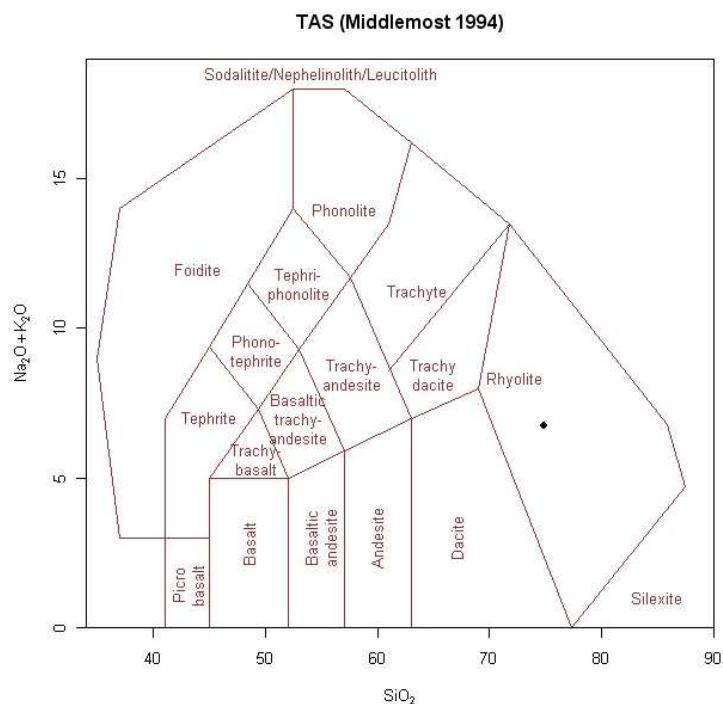


Fig. 7. Diagram klasyfikacyjny TAS (Middlemost 1994) dla próby LG1.

Bazalty BM1 i BM2

Są to skały o zawierające około 40% SiO_2 , 11% Al_2O_3 , 12% Fe_2O_3 , 11% MgO i 12% CaO (Tab. 1). Na diagramach klasyfikacyjnych Nb/Y versus Zr/TiO₂ - Winchester i Floyd 1977 (Fig. 8) oraz TAS – LeBas et al.1986 (Fig. 9) punkty projekcyjne lokują się odpowiednio w polu bazaltów alkalicznych i bazanitów oraz pikrobazaltów i bazanitów. Na diagramie normalizacyjnym REE (Fig. 10) względem chondrytu (Nakamura 1974) obie próbki wykazują zbliżony przebieg krzywych. W zakresie LREE i HREE uwidacznia się wyraźne frakcjonowanie. Krzywe są średnio nachylone. Nie obserwuje się anomalii europej. Wykresy mają przebieg najbardziej zbliżony do skał typu bazaltów kontynentalnych. Na diagramie pajęczym (Fig. 11) obserwuje się wzbogacenie bazaltów w materiał skorupowy, co prawdopodobnie jest wynikiem kontaminacji. Do opisu bazaltów zastosowano również diagram przedstawiający środowiska geotektoniczne Zr/4 versus 2xNb versus Y - Meschede 1986 (Fig.12). Przebadane próbki lokują się w polu wewnątrz płytowych bazaltów alkalicznych. Skały BM1 i BM2 można zaklasyfikować jako bazanity, których powstanie było związane z wulkanizmem wewnątrzkontynentalnym z przełomu paleogenu i neogenu.

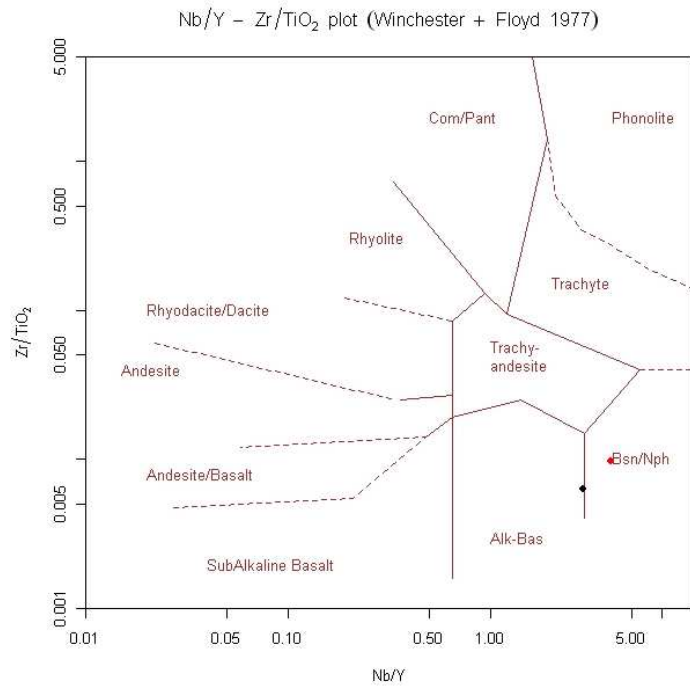


Fig. 8. Diagram klasyfikacyjny Nb/Y versus Zr/TiO₂ (Winchester i Floyd 1977) dla prób BM1 (czarny) i BM2 (czerwony)

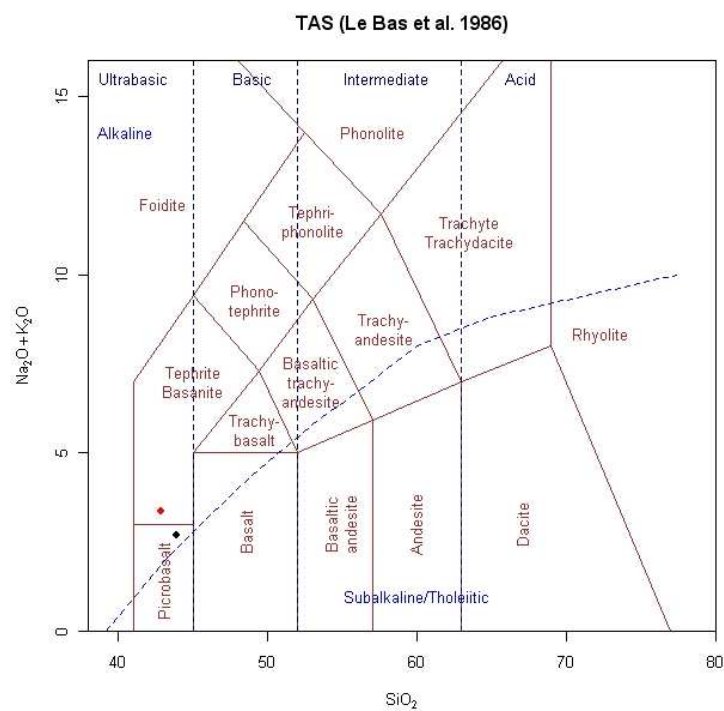


Fig. 9. Diagram klasyfikacyjny 9 TAS (LeBas et al.1986) dla prób BM1 (czarny) i BM2 (czerwony).

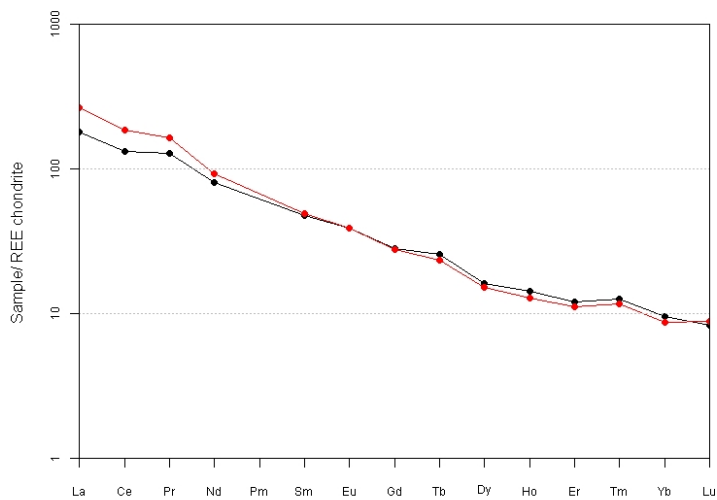


Fig. 10. Diagram normalizacyjny względem chondrytu dla próby prób BM1 (czarny) i BM2 (czerwony).

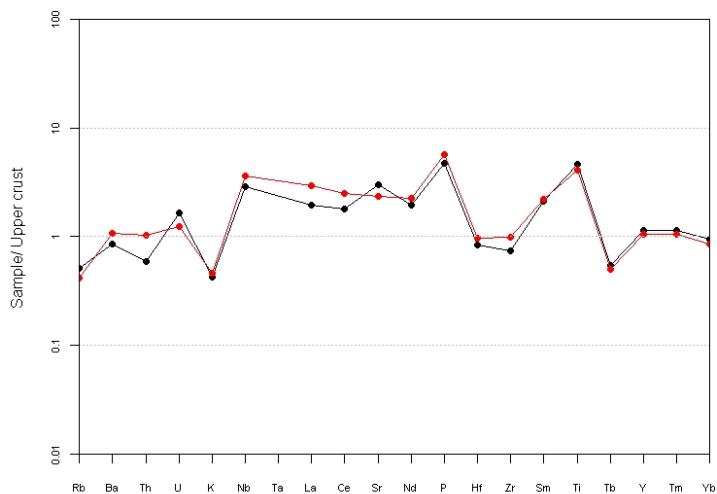


Fig. 11. Diagram pajęczy względem górnej skorupy dla prób BM1 (czarny) i BM2 (czerwony).

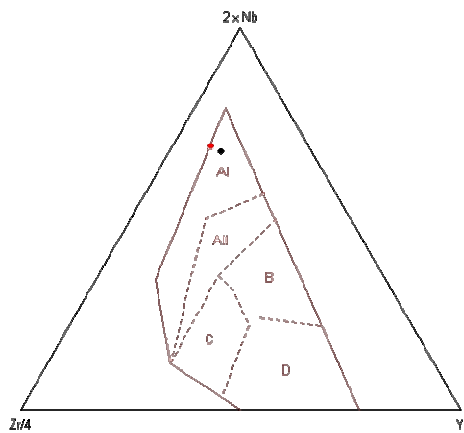


Fig. 12. diagram przedstawiający środowiska geotektoniczne Zr/4 versus 2xNb versus Y (Meschede 1986) prób BM1 (czarny) i BM2 (czerwony).

Symbol próbki	SiO2	Al2O3	Fe2O3(T)	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Razem	Sc	Be	V	Ba	Sr	Y	Zr
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
H1	66,6	16,15	6,42	0,143	2,47	1,16	2,36	3,45	0,755	0,2	0,96	100,7	15	3	93	559	129	29	176
H2	70,72	15,2	3,76	0,108	1,48	0,71	1,75	3,94	0,521	0,22	2,2	100,6	7	4	53	905	90	50	208
SD1	33,91	20,3	36,62	0,979	4,32	1	0,09	2,42	0,446	0,14	0,63	100,9	9	< 1	49	87	5	31	154
SD2	29,74	20,71	38,64	0,924	4,82	1,09	0,01	0,04	0,804	0,04	3,15	99,97	17	< 1	108	16	< 2	26	88
SS1	42,07	22,62	19,33	0,25	3,35	2,33	0,85	3,4	1,037	0,09	3,27	98,59	18	2	131	607	109	28	163
SS2	34,77	22,01	32,05	0,599	3,57	3,12	0,69	0,99	0,774	0,04	1,87	100,5	20	2	100	127	76	32	93
LG1	73,3	14,01	2,48	0,03	0,25	0,97	5,66	0,95	0,186	0,04	0,67	98,56	3	4	< 5	210	57	60	416
BM1	41,58	11,88	12,04	0,205	10,94	11,89	1,14	1,39	2,799	0,8	5,7	100,4	23	3	271	597	1057	25	176
BR2	40,16	11,07	11,67	0,188	12,37	11,73	1,61	1,53	2,437	0,98	4,62	98,35	23	2	241	754	829	23	235
	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Rb	Nb	Mo	Ag	In	Sn	Sb	Cs	La	Ce	Pr
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
H1	70	68	30	30	30	20	2	< 5	129	11	< 2	< 0,5	< 0,2	1	0,9	10,5	35,7	72,3	9
H2	30	68	< 20	40	100	19	1	6	138	8	< 2	< 0,5	0,2	< 1	< 0,5	4,2	39,9	80,5	10
SD1	30	151	< 20	60	160	25	5	9	153	8	15	< 0,5	0,2	6	1,5	26,9	41,2	81,5	10,3
SD2	90	94	50	50	120	40	2	266	3	14	< 2	< 0,5	0,3	< 1	1,8	< 0,5	8,2	14,7	1,78
SS1	100	77	60	60	80	31	5	8	159	15	< 2	< 0,5	0,3	3	0,8	7,7	44,8	89,4	10,7
SS2	90	167	50	180	70	19	8	10	61	10	< 2	< 0,5	< 0,2	< 1	47,6	5,7	30	56,6	7,2
LG1	< 20	80	< 20	< 10	< 30	32	1	< 5	58	107	< 2	< 0,5	< 0,2	2	< 0,5	1,7	83	188	23,1
BM1	390	59	180	150	100	17	1	8	56	72	< 2	< 0,5	< 0,2	< 1	2,5	1,2	59	115	14,4
BR2	380	58	260	60	100	17	1	6	46	91	3	< 0,5	< 0,2	< 1	0,8	13,2	88	161	18,5
	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Th	U
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
H1	30,9	6,6	1,31	5,7	1	5,2	1,1	3,2	0,51	2,9	0,43	5,3	1	358	0,2	< 5	< 0,4	10,3	2,8
H2	32,6	7,2	1,08	7	1,4	8,2	1,7	5,5	0,87	4,6	0,62	6,2	0,7	470	0,8	14	< 0,4	14,8	4,2
SD1	33,8	6,9	1,02	5,7	1	5,4	1,1	3,4	0,61	3,2	0,46	5	1	625	0,9	< 5	< 0,4	11,8	5,6
SD2	5,8	1,4	0,42	1,9	0,4	3,1	0,8	3,2	0,62	3,9	0,59	3,3	1,4	287	< 0,1	< 5	< 0,4	13,2	3,4
SS1	34,2	6,4	1,26	5	0,9	4,7	1	3,1	0,51	2,6	0,39	4,8	1,4	224	0,9	7	0,5	16	2,8
SS2	23,7	4,9	1,11	4,9	0,9	5,2	1,1	3,6	0,62	3,8	0,56	3,4	1,2	389	0,2	< 5	< 0,4	17,2	3,2
LG1	77,6	18	1,8	14,4	2,6	13,2	2,3	6,6	0,97	5,2	0,67	13,9	8,3	487	0,3	5	0,7	22,3	4,8
BM1	50,8	9,6	3	7,8	1,2	5,5	1	2,7	0,38	2,1	0,28	4,9	5,9	67	< 0,1	< 5	< 0,4	6,2	4,1
BR2	58,3	9,9	2,98	7,6	1,1	5,2	0,9	2,5	0,35	1,9	0,3	5,6	6,2	71	0,2	7	< 0,4	10,8	3,1

Tabela 1. Wyniki analiz chemicznych

IV. OCENA MERYTORYCZNA DOKUMENTACJI ZWIĄZANEJ Z INWENTARYZACJĄ I WALORYZACJĄ GEOSTANOWISK KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO I JEGO OTULINY (M.Krapiec)

Oceniane opracowanie zespołowe autorstwa: P. Aleksandrowski, R. Knapik, P. Migoń, A. Sobczyk i A. Szuszkiewicz, zostało wykonane na zlecenie Ministerstwa Środowiska a realizowane było ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Oceniana praca jest obszernym opracowaniem liczącym w sumie 424 strony tekstu oraz dwa załączniki w postaci: tabeli na 41 stronach, a także zestawu 425 fotografii dokumentujących geostanowiska. Składa się ona z dwóch części:

- opisu 134 geostanowisk leżących zarówno w Karkonoskim Parku Narodowym (65 sztuk) jak i poza jego granicami (69 sztuk),
- waloryzacji geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny.

Jej celem było zinwentaryzowanie stanowisk (obiektów) mających znaczenie dla przedstawienia procesów geologicznych i ich skutków, a w przyszłości przybliżenie zainteresowanym turystom zdarzeń z historii Ziemi w tym niezwykle ciekawym nie tylko geologicznie rejonie naszego kraju w ramach geoparku.

Ocena opracowania

Dokonana przez autorów inwentaryzacja w terenie pozwoliła na aktualizację stanu zachowania stanowisk i wstępną ocenę ich geoturystycznej przydatności. Została ona przeprowadzona rzetelnie i wszechstronnie, obejmując wszystkie niezbędne zagadnienia od opisów geomorfologii i geologii, mineralogii, petrografii, historii a także aktualnego stanu zachowania i stanu zagospodarowania.

Warty podkreślenia jest fakt, równomiernego rozmieszczenia opisywanych geostanowisk, zarówno w Karkonoskim Parku Narodowym (od hali Szrenickiej po Kowarski Grzbiet), jak i w enklawach Parku (odpowiednio 2 stanowiska w enklawie Wodospad Szklarki i 4 w enklawie Góra Chojnik) a także w otulinie KPN.

Przedstawione geostanowiska reprezentują szeroki wachlarz zagadnień od geomorfologicznych, poprzez mineralogiczne, petrograficzne, tektoniczne i geologiczno-strukturalne aż po trochę niezręcznie nazwane geologiczno-historyczne, czyli związane z dawną eksploatacją i poszukiwaniami. Te ostatnie przedstawiające problematykę górniczo-poszukiwawczą i eksploatacyjną grupują się głównie w obrębie otuliny parku. Wśród opisanych geostanowisk dominują te, w których prezentować można treści geomorfologiczne, w tym formy skałkowe oraz dobrze zachowane elementy rzeźby polodowcowej i fluwialnej.

Zwraca uwagę dokładne przeprowadzenie obserwacji terenowych obejmujących różne aspekty opisywanych geostanowisk. Opracowanie jest napisane poprawnym językiem, a nieliczne usterki redakcyjno-terminologiczne, których część podano poniżej nie wpływają na ogólną wysoką ocenę. *(Wszystkie dostrzeżone usterki zostały zgodnie z sugestiami oceniającego usunięte – przyp. R. Knapik)*

Przygotowana komputerowa baza geostanowisk ułatwi zapewne jej transfer do CBDG, jednakże w stosunku do aktualnej propozycji karty geostanowisk ze stycznia 2009 brak jest w niej niektórych informacji, m.in. lokalizacyjnych z podaniem punktów orientacyjnych. Obok współrzędnych WGS84 powinny znaleźć się tam również współrzędne w układzie 1992 *(zostały umieszczone – przyp. R. Knapik)*, a także informacje o formie własności terenu, krainie geograficznej itd.

Za mocną stroną opracowania uważam waloryzację geostanowisk zgodnie z ideą autorów przeprowadzoną na przejrzystych zasadach, mającą na celu zminimalizowanie subiektywności ocen. Wybrane kryteria: dostępność, stopień zachowania, wartość naukowa i dydaktyczna, były powszechnie stosowane w tego typu kwantyfikacjach. Przy ocenie wartości edukacyjnej obok klasyfikacji typologicznej geostanowisk, w której wydzielono 15 zagadnień z zakresu nauk geologicznych brano również pod uwagę walory estetyczne obiektu. We wcześniej wspomnianej karcie dokumentacyjnej geostanowiska atrakcyjność estetyczną (turystyczną) potraktowano jako odrębną kategorię oceny. Biorąc pod uwagę założenie autorów ich decyzja wydaje się uzasadniona.

Za bardzo trafne uważam zastosowane przez autorów 2 wariantów z różnymi wagami ocen a także przeprowadzenie symulacji pozwalających na wybór wariantu lepiej odzwierciedlającego realną wartość obiektu jako atrakcji geoturystycznej.

Podsumowanie

Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny jest opracowaniem bardzo dobrze uzasadniającym z punktu widzenia nauk o Ziemi potrzebę utworzenia geoparku Karkonosze. Opisy geostanowisk i zdjęcia zawarte w pierwszej części pracy mają istotną wartość dokumentacyjną, stwarzając solidną faktograficzną podstawę opracowania dokumentacji geoparku, a także punkt wyjścia do uzupełniających, niekiedy potrzebnych badań naukowych.

Ważnym argumentem dla podjęcia starań o ustanowienie i późniejsze wpisanie Geoparku Karkonosze na listę geoparków UNESCO jest fakt występowania obiektów (stanowisk) o ponad przeciętnych walorach, takich jak: skałki Pielgrzymy, Końskie Łby czy stanowiska prezentujące rzeźbę glacialną i peryglacialną: Łapski Szczyt, Mały i Wielki Kocioł Śnieżny, Kocioł Małego stawu, Czarny Grzbiet, Śnieżka a także lodowce gruzowe w pobliżu Śnieżnych Kotłów czy Sowią Dolina. Przeprowadzona waloryzacja pokazała, że najbardziej ciekawe geoturystycznie stanowiska znajdują się w większości w obrębie Karkonoskiego Parku Narodowego. Z punktu widzenia organizacji geoparku jest to wbrew pozorom dobra wiadomość, gdyż w znacznej części są one już włączone w działalność edukacyjną Parku. Reasumując należy stwierdzić, że opracowanie w całości spełnia cele przed nim postawione.

V. PLAN PRAC NAD UTWORZENIEM GEOPARKU KARKONOSZE (R. Knapik)

Wykonane opracowanie „Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz wykonanie mapy geologicznej tego obszaru” jest pierwszym etapem prac nad utworzeniem geoparku w Karkonoszach. Wysoki poziom merytoryczny, rzetelność i staranność tego opracowania podkreślają m.in. ocena merytoryczna wykonana również w ramach zadania przez prof. Marka Krapca z AGH (jej treść w rozdziale powyżej) oraz uchwała z posiedzenia Zespołu Komisji Opracowań Kartograficznych przy Ministrze Środowiska z dnia 24 listopada 2009 roku, która zdecydowała o wyróżnieniu opracowania.

Wyniki wykonanego opracowania potwierdzają oczywisty fakt, że Karkonoski Park Narodowy, ze swoim bogactwem geologicznym i unikatową rzeźbą, jednoznacznie zasługuje na uzyskanie statusu geoparku. Osobliwością tego obszaru jest różnorodność rodzajów i form skał oraz typów krajobrazu, a także wyraźnie wykształcone piętra roślinne, zaznaczające się na małym obszarze. Zachodnia i środkowa część Parku zbudowane są z kilku odmian karbońskich granitów (sprzed ok. 330-310 mln. lat). W granitach obecne są szliry biotytowe, gniazda pegmatytów z rzadkimi mineralizacjami, żyły kwarcowe oraz dajki takich skał, jak aplity, lamprofiry i bazalty. Najwyższy szczyt Karkonoszy, Śnieżka (1602 m n.p.m.), zbudowany jest z hornfelsów – przeobrażonych termicznie na kontakcie z intruzją granitu starszych od niego łupków łuszczycowych. Na wschód od Śnieżki występują na powierzchni prekambryjskie i staropaleozoiczne skały metamorficzne osłony granitu Karkonoszy – łupki łuszczycowe, amfibolity i gnejsy. O dzisiejszym kształcie głównego grzbietu Karkonoszy stanowi zrównana przez procesy erozji i denudacji wierzchowina, ponad którą wznoszą się pojedyncze wierzchołki i liczne skałki. Pozostałością po lokalnych zlodowaceniach górskich są kotły polodowcowe, a poniżej nich wały moren bocznych i czołowych. Pozostałością po zimnym klimacie plejstocenu są także rozległe pokrywy blokowe z charakterystycznymi formami peryglacialnymi (np. tzw. grunty strukturalne). W holocenie, na wierzchowinie i w obrębie spłaszczeń śródstokowych, rozwinęły się rozległe torfowiska. Geoturystyczną atrakcją Karkonoszy są również liczne wodospady, których geneza wiązana jest z ruchami geotektonicznymi.

Wykonane opracowanie „Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz wykonanie mapy geologicznej tego obszaru” stanowi doskonały materiał wyjściowy do rozpoczęcia prac nad utworzeniem GEOPARKU w Karkonoszach. W najbliższym czasie Karkonoski Park Narodowy podejmie starania o utworzenie GEOPARKU KRAJOWEGO na terenie Karkonoskiego PN i jego otuliny. Szczególne znaczenie będzie miało to dla obszaru otuliny Parku, który dzięki temu otrzyma możliwość promocji. Tym samym zostanie podniesiona ranga otuliny KPN, a rozwijanie geoturystyki na jej obszarze odciążą być może teren samego Parku, który obecnie jest już przeciążony ruchem turystycznym.

Zarówno inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk jak i mapa geologiczna zostaną wykorzystane przez Karkonoski Park Narodowy do opracowania wydawnictw promujących georóżnorodność Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny. Park wydał w z końcem 2008 roku „Przewodnik geoturystyczny po Karkonoskim Parku Narodowym”, który spotkał się z bardzo dobrym przyjęciem. Wśród nowych wydawnictw planowane są m.in. mapa geoturystyczna KPN i jego otuliny, a także przewodniki po nowo wytyczonych ścieżkach dydaktycznych o tematyce geologicznej.

Docelowo planowane jest utworzenie GEOPARKU, który objąłby całe – polskie i czeskie - Karkonosze. W tej sprawie Karkonoski Park Narodowy podjął rozmowy z Dyrekcją Krkonošského národního parku ve Vrchlabí, która zobowiązała się do przeprowadzenia inwentaryzacji i waloryzacji geostanowisk po czeskiej stronie Karkonoszy wg opracowanej w niniejszym projekcie metodyki. Prace te mają być prowadzone we współpracy z Czeską Służbą Geologiczną. Należy również dodać, że w innym transgranicznym projekcie

zaplanowanym do realizacji w 2010 roku zostanie opracowana wspólna mapa geologiczna – polskiej i czeskiej strony gór – w wersji wektorowej.

Do największych korzyści wynikających z utworzenia GEOPARKU w Karkonoszach należy zaliczyć szeroką promocję geologicznego dziedzictwa tego regionu, co z pewnością przełoży się na podniesienie społecznej świadomości proekologicznej w skali kraju, oraz spodziewany rozwój geoturystyki, która stanowić będzie cenną alternatywę dla turystyki masowej w Karkonoszach.

Karkonoski Park Narodowy oraz autorzy opracowania „Inwentaryzacja i waloryzacja geostanowisk Karkonoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz wykonanie mapy geologicznej tego obszaru” pragną podziękować Podsekretarzowi Stanu Głównemu Geologowi Kraju Panu dr Jackowi Henrykowi Jezierskiemu oraz pracownikom Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych w Ministerstwie Środowiska i Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie za umożliwienie wykonania tego projektu i pomoc w jego realizacji.