

Magdalena JĘCZMYK

## Kasyteryt i inne minerały ciężkie w aluwiach potoku Brusznik

### WSTĘP

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki badań mineralogicznych utworów aluwialnych potoku Brusznik, prowadzonych w latach 1968—1969 w Zakładzie Ziół Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych Instytutu Geologicznego.

Obecność kasyterytu i złota rodzimego w aluwiach Brusznika i jego dopływach stwierdzili po raz pierwszy J. Kanasiewicz i H. Sylwestrzak (1968). Teren ten uznano zatem za perspektywiczny z punktu widzenia możliwości znalezienia interesujących koncentracji minerałów ciężkich.

W pracy wykorzystano z materiałów geologicznych uzyskanych z 41 otworów wiertniczych zlokalizowanych na obszarze Leśna — Świecie w trzech profilach oddalonych od siebie o 800 m i przecinających dolinę Brusznika.

Celem badań było wglębne rozpoznanie utworów aluwialnych w profilu podłużnym doliny, jak również określenie zawartości i składu mineralnego frakcji ciężkiej. Szczegółowe badania mineralogiczne przeprowadzono na próbkach pobranych z trzech otworów: K-21 zlokalizowanym na profilu I, K-5 — na profilu II i K-35 — na profilu III. Uzupełniono je analizami chemicznymi Sn, Ti, Zr,  $TR_2O_3$ ,  $P_2O_5$ , Zn, W,  $ThO_2$ ,  $Li_2O$  i  $Nb_2O_5$ , które wykonał zespół w składzie A. Jęczalik, T. Morawska, B. Lisowa, R. Płoński i E. Przeniosło z Pracowni Analitycznej Zakładu Ziół Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych. Spektralne oznaczenie pierwiastków śladowych w kasyterytycie przeprowadził J. W. Szczepanowski z Zakładu Geochemii IG.

### BUDOWA GEOLOGICZNA DOLINY POTOKU BRUSZNIK

Teren badań leży na obszarze Podgórze Izerskiego (Leśna — Świecie, fig. 1). Potok Brusznik, płynący doliną o przebiegu południkowym, wpada do Kwisy poniżej leśniańskiego jeziora zaporowego. Brusznik wraz z licznymi dopływami wcina się w utwory metamorficzne, reprezentowane głównie przez słojuowo-oczkowe, jasnoszare granitognejsy, złożone z pla-

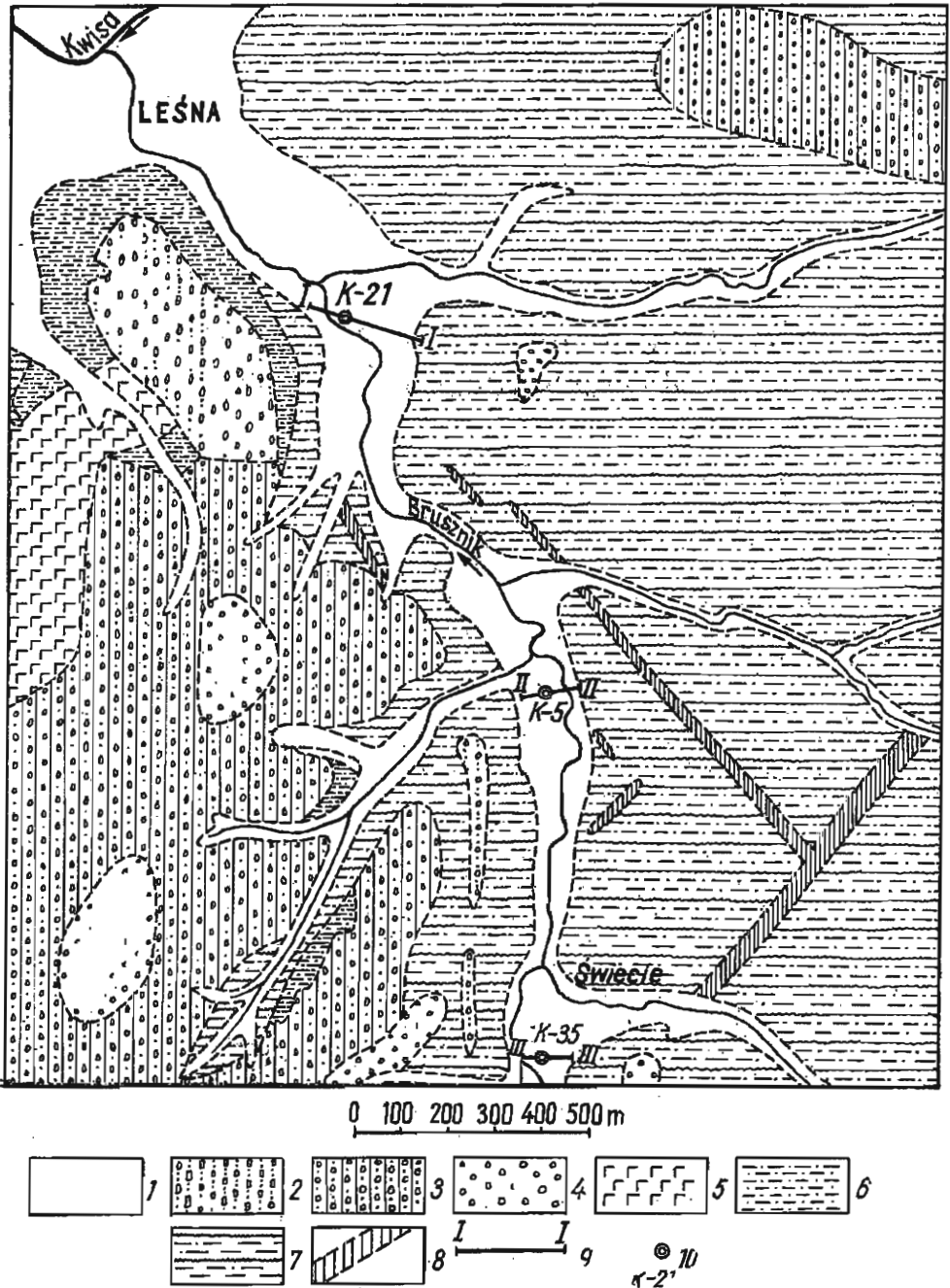


Fig. 1. Mapa geologiczna rejonu Leśna — Świecie wg G. Berga, 1925 (powiększona)  
 Geologic map of the region Leśna — Świecie, according to G. Berg, 1925 →  
 (enlarged)

gioklazów, kwarcu, skalenia alkalicznego i łyszczyków. Według K. Smulikowskiego (1958) granitognejsy są prekaledońska intruzją granitu rumburskiego, która w czasie fałdowań kaledońskich uległa zgnejsowaniu. W okresie późniejszym granitognejsy pod wpływem wglębnych emanacji boronośnych i fluoronośnych uległy w pewnych partiach metasomatozie dając leukogranity, które w postaci okruchów i głazów występują w aluwiałach potoku. W obrębie granitognejsów występują soczewki ciemnozielonych łupków chlorytowych.

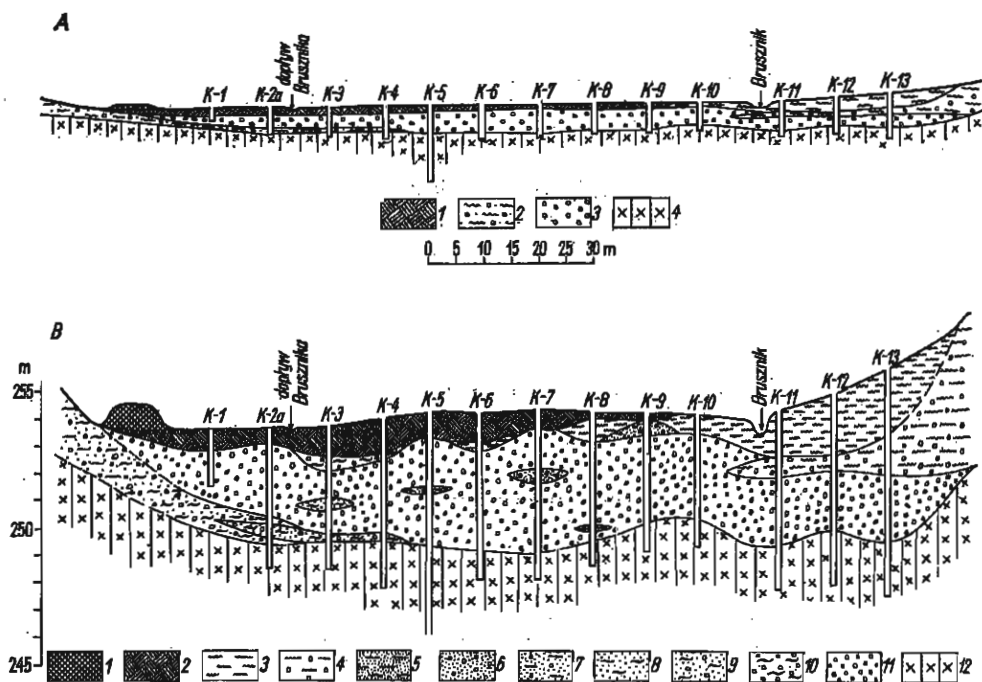


Fig. 2. Przekrój geologiczny (III) przez dolinę potoku Brusznik

Geological cross section (III) through the Brusznik stream valley

A — w skali 1:500: 1 — gleba i mulki rzeczne, 2 — żwiry, 3 — deluwia, 4 — granitognejsy zwietrzałe; B — przekrój przewyższony: 1 — nasyp; czwartorzęd: 2 — gleba zagliniona z otoczkami, 3 — mułek rzeczny, 4 — mułek z rumoszem; 5 — piasek drobnoziarnisty, zamulony, 6 — piasek różnoziarnisty ze żwirem, 7 — piasek ze żwirem zagliniony, 8 — glina piaszczysta, 9 — glina piaszczysta ze żwirem, 10 — żwir zagliniony, 11 — żwir; prekambryj: 12 — zwietrzeliina granitognejsów

A — on a scale 1:500: 1 — soil and river muds, 2 — gravels, 3 — talus deposits, 4 — weathered gneissose granites; B — enlarged cross section: 1 — embankment; Quaternary: 2 — loamy soil with pebbles, 3 — river mud, 4 — mud with rock debris, 5 — muddy fine-grained sand, 6 — variously grained sand with gravel, 7 — loamy sand with gravel, 8 — sandy loam, 9 — sandy loam with gravel, 10 — loamy gravel, 11 — gravel; Pre-Cambrian: 12 — weathered gneissose granites

Czwartorzęd: 1 — aluwia, 2 — żwiry wyższego tarasu, 3 — glina piaszczysta, 4 — żwiry fluwioglacjalne; trzeciorzęd: 5 — bazalty, 6 — łyły i płaski drobnoziarniste; prekambryj: 7 — granitognejsy, 8 — żyły kwarcowe; 9 — przekrój przez dolinę Brusznika; 10 — otwór wiertniczy wytypowany do badań mineralogicznych

Quaternary: 1 — alluvial deposits, 2 — gravels of higher terrace, 3 — sandy loam, 4 — fluvioglacial gravels; Tertiary: 5 — basalts, 6 — clays and fine-grained sands; Pre-Cambrian: 7 — gneissose granites, 8 — quartz veins; 9 — cross section through the Brusznik stream valley; 10 — bore hole selected for mineralogic investigations

W górnej części badanego odcinka dolinę podścielają zwietrzałe granitognejsy, na których leżą nieciągłą warstwą szarobrazowe lub stalowoszare ily. Podobne ciemnozabarwione ily, nawiercone w otworach usytuowanych na wschodnim zboczu doliny Brusznika, zostały oznaczone palynologicznie jako utwory trzeciorzędowe. W dolnym odcinku doliny potoku (profil I) na głębokości ok. 10 m występują bazalty przykryte cienką, około 4-metrową warstwą tufów bazaltowych. Świadczyłyby to o trzeciorzędowym tektonicznym założeniu doliny.

Na tufach bazaltowych leży kilkumetrowa warstwa rumoszu granitognejsowego, przemieszanego z ilami powstałymi z przemycia zwietrzliny granitognejsów.

Właściwa dolina potoku ukształtowała się w czwartorzędzie. Wypełniają ją żwiry, w których skład wchodzi słaboobtoczone okruchy skał miejscowych: granitognejsów, łupków chlorytowych, gnejsów, kwarcu żyłowego i bazaltów oraz otoczaki piaskowców kwarcytowych, porfirów, granitów skandynawskich, lidyków, łupków kwarcytowych pochodzenia lodowcowego. W poziomie żwirowym występują soczewki mułków laminowanych, piaszczystych, ciemnoszarych, które zawierają dobrze zachowane szczątki organiczne. Żwiry pokryte są warstwą piaszczystych mułków szarordzawych z wkładkami piasków różnoziarnistych i łąw zastoiszkowych z torfem. Miąższość warstwy żwirowej w profilu I wynosi około 7 m, a w górę potoku zmniejsza się do 4 m (w profilu II — fig. 2), w otworach profilu III nie przekracza już 3 m.

Szczegółowy profil doliny Brusznika na odcinku od Leśnej do Świecia w otworach K-21, K-5 i K-35 przedstawia się następująco:

Głębokość w m

Opis litologiczny

Otwór K-21 (profil I)

Czwartorzęd

- |         |   |
|---------|---|
| 0,0÷0,2 | Gleba ciemnobrazowa, piaszczysta.   |
| 0,2÷1,0 | Mułek piaszczysty, półzwarty, rdzawobrazowy.  |
| 1,0÷7,5 | Żwir różnoziarnisty, lekko zagliniony, brązowoszary z otoczkami granitognejsów i bazaltów. W materiale żwirowym występują ponadto łupki chlorytowe, kwarc mleczny, czerwone piaskowce kwarcytowe, lidyty i granity skandynawskie. |

Trzeciorzęd

- |          |   |
|----------|---|
| 7,5÷10,0 | szarobrazowy, półzwarty z drobnymi okruchami kwarcu, zwietrzałych skałeni i okruchami granitognejsów; na głębokości 7,80÷8,30 m zmienia barwę na ciemnostalową. |
|----------|---|

Otwór K-5 (profil III)

Czwartorzęd

- |            |   |
|------------|---|
| 0,0 ÷ 0,25 | Gleba ciemnobrazowa, pylasta.   |
| 0,25 ÷ 0,8 | Żwir zagliniony, jasnobrazowy.  |
| 0,8 ÷ 1,4  | Żwir drobny zagliniony, jasnobrunatny z ostrokrawędzistymi okruchami kwarcu i granitognejsów. |
| 1,4 ÷ 2,2  | Żwir drobny zagliniony, jasnobrazowy z otoczkami granitognejsów i bazaltów.                   |

- 2,2 ÷ 2,6 Żwir drobny, szarobrazowy.  
 2,6 ÷ 2,8 Mulek piaszczysty, jasnobrazowy.  
 2,8 ÷ 3,1 Żwir drobny, szarobrazowy.  
 3,1 ÷ 4,1 Żwir gruboziarnisty szary z otoczkami granitognejsów.  
 4,1 ÷ 4,7 Żwir drobny, szarobrazowy, w spągu zagliniony.

## Prekambr

- 4,7 ÷ 5,1 Zwiertzelina gnejsów przemieszana ze żwirem, barwy jasnobrazowej.  
 5,1 ÷ 7,0 Zwiertzelina granitognejsów, silnie skaolinizowana, barwy jasnoszarej.  
 7,0 ÷ 12,0 Zwiertzelina granitognejsów słabo zwięzła, brązowa z szarymi plamami.  
 12,0 ÷ 14,0 Zwiertzelina granitognejsów o zmiennej barwie — od brunatnej z odcieniem żółtawym i czerwonym do szarej. Skała bardziej zwięzła ku spągowi przechodząca w zwiertzały granitognejs.

## Otwór K-35 (profil III)

## Czwartorzęd

- 0,0 ÷ 0,4 Gleba piaszczysta, brązowa.  
 0,4 ÷ 1,4 Gлина piaszczysta, szarobrazowa z głazami i otoczkami granitognejsów, bazaltów oraz ostrokrawędzistymi okruchami kwarcu.  
 1,4 ÷ 2,4 Gлина piaszczysta, jasnobrazowa, z rumoszem gnejsów.  
 2,4 ÷ 4,4 Żwir różnoziarnisty, szarozółty z dużą ilością ostrokrawędzistych okruchów mlecznego kwarcu i otoczkami granitognejsów, bazaltów, łupków, krystalicznych porfirów, gabra, litytów i kwarcytów.  
 4,4 ÷ 5,4 Mulek piaszczysty, jasnobezowy z drobnym, ostrokrawędzistym żwirkiem kwarcowym i pojedynczymi otoczkami gnejsów.  
 5,4 ÷ 5,9 Drobny żwirek kwarcowy, szarozółty, z domieszką okruchów skał krystalicznych.  
 5,9 ÷ 6,5 Mulek jasnoszarozółty, z wkładkami piasków różnoziarnistych i ostrokrawędzistymi okruchami mlecznego kwarcu.  
 6,5 ÷ 7,0 Kaolin o barwie białej z jasnoszarym odcieniem, przewarstwieniami piasku i żwirku kwarcowego.  
 7,0 ÷ 7,3 Piasek gruboziarnisty z drobnym żwirkiem, szarozółty, lekko zailony.

## Prekambr

- 7,3 ÷ 8,1 Zwiertzelina łupków chlorytowych o barwie zielonkawo-brązowej.

## METODA BADAŃ

Próbki z serii piaszczysto-żwirowej aluwialów (o objętości 0,05 m<sup>3</sup>) pobierane były z odcinków 0,5 m rdzenia świdrem łyżkowym. Po odszlammowaniu próbki przesiewano przez sito o średnicy oczek 2,5 mm, nadziarno odrzucano, frakcję piaszczystą kilkakrotnie kwartowano, pobierano próbkę dwukilogramową, którą przekazywano do laboratorium chemicznego, resztę przemywano do szarego szlichu. Szlich suszono i odsiewano frakcją powyżej 1 mm, w której, jak wykazały obserwacje pod lupą binokularną, minerały ciężkie stanowiły nieznaczny procent. Pozostałą część szlichu rozdzielano w bromoformie o ciężarze właściwym 2,8. Frakcję ciężką (szlich czarny) ważono z dokładnością do 0,1 g,

a następnie przy pomocy ręcznego magnesu wydzielono z niej frakcję magnetyczną. Frakcję niemagnetyczną wazono, przeliczano jej zawartość na  $g/m^3$ . Mówiąc o szlichu czarnym lub frakcji ciężkiej mam na myśli tylko część niemagnetyczną o wielkości ziarn nie przekraczającej 1 mm. Szlichy poddano analizie granulometrycznej, przesiewając je przez zestaw 5 sit o wymiarach oczek: 0,385, 0,30, 0,25, 0,20 i 0,15 mm. Zawartości poszczególnych minerałów w próbkach określono metodą objętościową. W poszczególnych klasach ziarnowych (6 dla każdej próbki) oznaczono od 300 do 500 ziarn i obliczono udział poszczególnych składników w procentach. Znając procentową zawartość każdej klasy granulometrycznej, przeliczano wyniki dla całego szlichu.

### ZAWARTOŚĆ I ROZKŁAD FRAKCJI MINERAŁÓW CIĘŻKICH

Frakcja magnetyczna jest w zasadzie bezużyteczną częścią szlichu, reprezentowaną głównie przez opiłki żelaza z nieznaczną tylko domieszką magnetytu. W otworach K-21 i K-35 stanowi ona od kilku do kilkunastu procent szlichu czarnego, natomiast w profilu II (otwór K-5) jej zawartość waha się od 25 do 57%.

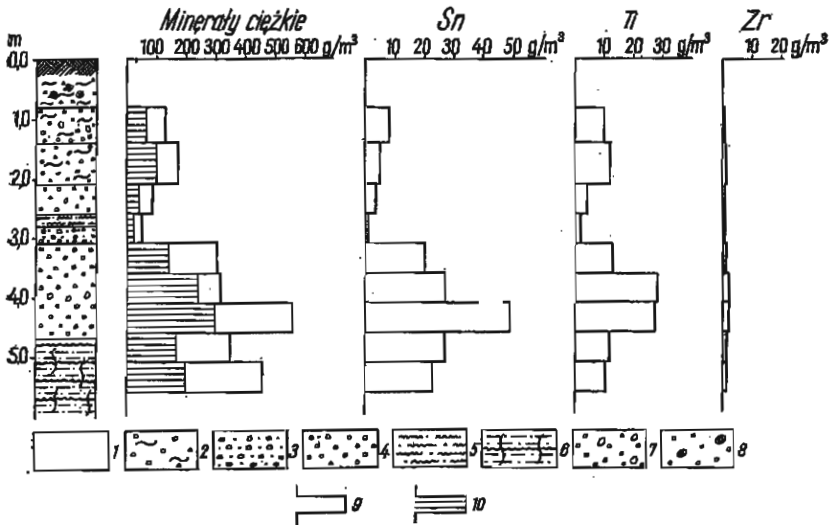


Fig. 3. Wykresy zawartości frakcji minerałów ciężkich oraz Sn, Ti i Zr w otworze K-5 (profil III)

Diagram of content of heavy mineral fraction and of Sn, Ti and Zr in bore hole K-5 (section III)

1 — gleba; 2 — żwir zgliniiony; 3 — żwir drobny z piaskiem; 4 — żwir; 5 — mułek piaszczysty; 6 — zwietrzały granitognejs; 7 — otoczaki; 8 — głazy; 9 — szlich czarny; 10 — frakcja niemagnetyczna szlichu. Zawartość Sn, Ti i Zr obliczono na podstawie wyników analiz chemicznych we frakcji niemagnetycznej szlichu

1 — soil; 2 — loamy gravel; 3 — fine gravel with sand; 4 — gravel; 5 — sandy silt; 6 — weathered gneissic granite; 7 — pebbles; 8 — boulders; 9 — black schlich; 10 — non-magnetic fraction of schlich. Sn, Ti and Zr content calculated on the results of chemical analyses of the non-magnetic fraction of schlich

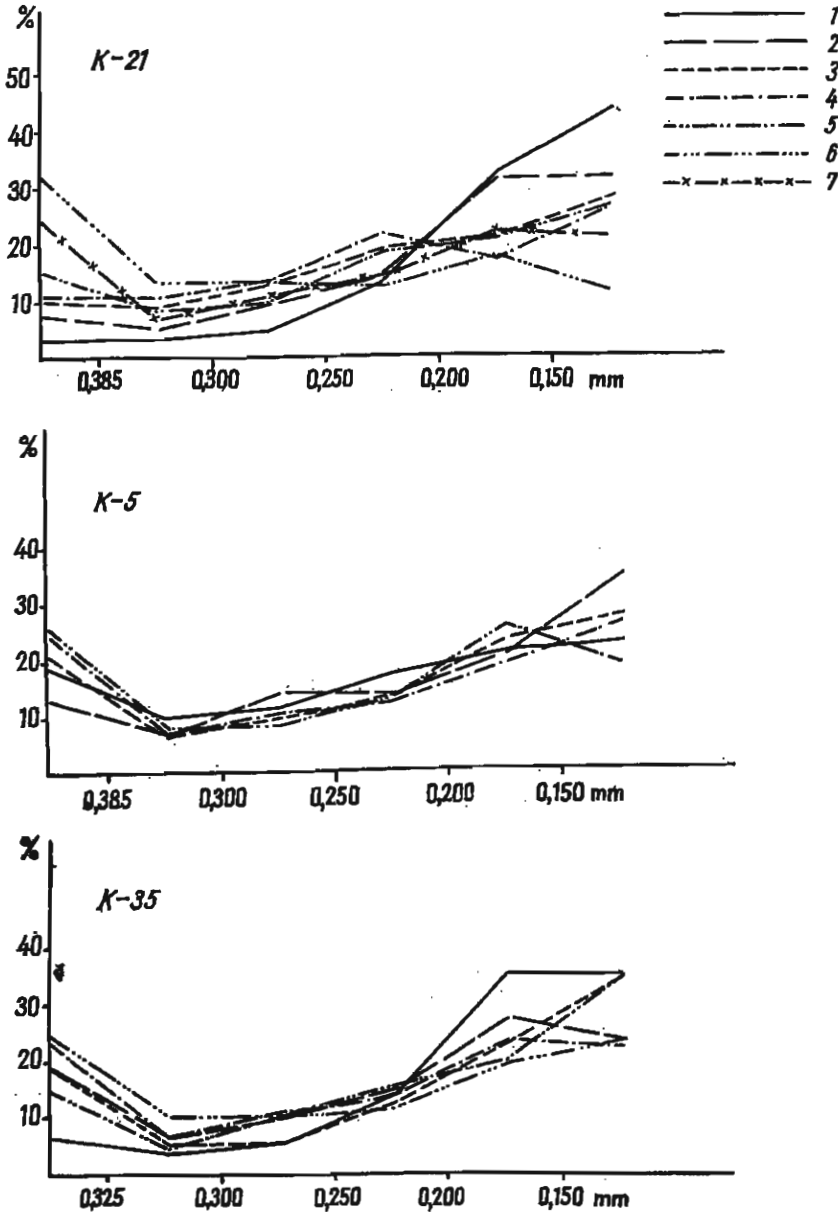


Fig. 4. Rozkład uziarnienia szliczu czarnego w aluwialach potoku Brusznik (w % wagowych)

Grain size distribution of black schlich in the alluvial deposits of the Brusznik stream (in weight percentages)

1 — próbka 1; 2 — próbka 3; 3 — próbka 5; 4 — próbka 7; 5 — próbka 9; 6 — próbka 11; 7 — próbka 14  
 1 — sample 1; 2 — sample 3; 3 — sample 5; 4 — sample 7; 5 — sample 9; 6 — sample 11; 7 — sample 14

Srednie zawartości niemagnetycznej frakcji szlichu w próbkach z serii żwirowo-piaszczystej przedstawiają się następująco: w otworze K-21 — 115 g/m<sup>3</sup>, w otworze K-5 — 140 g/m<sup>3</sup>, w otworze K-35 — 76 g/m<sup>3</sup>. Dane dotyczące otworu K-5 podano w tabeli 1, przedstawiono je również graficznie na fig. 3, nakładając na wykres całkowitej wagi szlichu czarnego diagram zawartości frakcji niemagnetycznej.

W profilach pionowych badanych trzech otworów obserwuje się zużożenie we frakcję ciężką przewarstwień piaszczystych, mułkowych i ilastych, przy równoczesnym wzbogaceniu w nią spagowej warstwy żwirów aluwialnych. Wzbogacenie to jest prawdopodobnie częściowo wynikiem grawitacyjnego przemieszczenia się w dół minerałów ciężkich. O pionowym ruchu minerałów ciężkich w profilu doliny świadczy obecność znacznej ilości szlichu czarnego w stropie luźnej zwietrzliny gnejsowej, podścielającej żwiry aluwialne (np. w otworze K-5). Skład mineralny szlichu oraz jego ilość wskazują jednoznacznie, że pochodzi on z aluwów potoku.

Rozkład uziarnienia frakcji ciężkiej w profilach pionowych badanych otworów zestawiono w tabeli 1, przedstawiono graficznie na fig. 4. Krzywe rozkładu wykreślono dla co drugiej próbki, aby uniknąć zbytniego zagęszczenia linii, tym bardziej, że wszystkie one mają przebieg zbliżony do siebie. Najliczniej reprezentowane w szlichu są klasy 0,20÷0,15 mm i poniżej 0,15 mm, najmniejszy udział ma klasa 0,385÷0,300 mm. Wzdłuż badanego odcinka potoku nie obserwuje się zmian w rozkładzie uziarnienia szlichu, a powyższe dane są charakterystyczne dla wszystkich próbek z trzech badanych otworów.

### SKŁAD MINERALNY FRAKCJI CIĘŻKIEJ

Badania mineralogiczne frakcji ciężkiej osadów aluwialnych potoku Brusznik przeprowadzono na podstawie 34 próbek szlichowych pobranych z trzech otworów zlokalizowanych w osi doliny. Z otworu K-21 zanalizowano 13 próbek, z otworu K-5 — 9 próbek, z otworu K-35 — 12 próbek. Mułków i gliny piaszczystej leżącej w stropie aluwów nie opróbowano; z serii żwirowo-piaszczystej pobrano 30 próbek oraz 4 próbki z otworów podścielających aluwia: K-5/8 i K-5/9 ze zwietrzliny granitognejsów, K-21/14 z ilu zwietrzelinowego i K-35/12 z mułku piaszczystego. Szlichy rozsiano na 6 klas ziarnowych, zatem ogółem zbadano 204 próbki, wydzielając w nich 9 lub 10 składników.

W tabeli 2 zestawiono wyniki analizy mineralogicznej podając zawartości badanych minerałów w procentach objętościowych. W zespole minerałów najliczniej występujących znalazły się: ilmenit, granaty, topaz, tlenki żelaza, kasyteryt, cyrkon i turmalin. W próbkach z otworu K-5 liczono rutil, charakterystyczny składnik szlichu, aczkolwiek występujący w niewielkich ilościach, a w otworze K-35 ziarna stopu Pb—Sn—Sb, który w spagowej warstwie żwirów stanowi główny składnik gruboziarnistych frakcji szlichów. Skład mineralogiczny frakcji ciężkiej aluwów Brusznika na 1,6 km długości od Leśnej do Świecia, zarówno w profilach pionowych otworów, jak i wzdłuż doliny nie wykazuje bardziej istotnych zmian.

W otworze K-21 reprezentującym profil I liczone minerały układają się w następującej kolejności: ilmenit — 30,9%, kasyteryt — 9,3%, gra-



Rozkład uziarnienia frakcji minerałów ciężkich w aluwialach potoku Brusznik

Nr profilu	Nr otworu	Nr próbki	Stratygrafia	Opis litologiczny	Odcinek oprobowany w m	Koncentrat minerałów ciężkich (frakcja niemagnetyczna)			Udział klas ziarnowych we frakcji minerałów ciężkich (w% wagowych)						
						g	g/m <sup>3</sup>	%	powyżej 0,385 mm	0,385 ÷ 0,300 mm	0,300 ÷ 0,250 mm	0,250 ÷ 0,200 mm	0,200 ÷ 0,150 mm	poniżej 0,150 mm	
I	K-21	1	Czwartorzęd	żwir gruboziarnisty z otoczkami	1,00 ÷ 1,50	6,2	111	0,007	3,2	3,2	4,8	13,0	32,3	43,5	
		2			1,50 ÷ 2,00	5,7	81	0,005	7,0	5,2	7,0	2,3	28,1	40,4	
		3			2,00 ÷ 2,50	4,1	59	0,004	7,3	4,9	9,8	14,6	31,7	31,7	
		4			2,50 ÷ 3,00	5,7	81	0,005	7,0	5,2	8,8	7,6	29,8	31,6	
		5			3,00 ÷ 3,50	5,7	81	0,005	10,5	8,8	12,3	19,3	21,0	28,1	
		6			3,50 ÷ 4,00	9,2	131	0,008	10,9	18,5	9,8	18,5	28,2	14,1	
		7			4,00 ÷ 4,50	11,9	199	0,012	10,9	10,1	13,4	21,9	17,6	26,1	
		8			4,50 ÷ 5,00	4,7	67	0,004	10,6	8,5	8,5	17,0	29,8	25,6	
		9			5,00 ÷ 5,50	7,1	101	0,006	15,5	8,4	9,9	18,3	21,1	26,8	
		10			5,50 ÷ 6,00	7,4	106	0,007	14,9	8,1	14,9	20,3	21,5	20,3	
		11			6,00 ÷ 6,50	10,7	153	0,010	32,7	13,1	13,1	12,1	17,8	11,2	
		12+13			6,50 ÷ 7,50	30,0	214	0,013	24,7	10,0	12,3	16,3	17,0	19,7	
		14			Trzecio- rzęd	ił półzwarty, piaszczysty	7,50 ÷ 7,80	2,8	50	0,003	25,0	7,1	10,7	14,3	21,4
		II	K-5	1	Czwartorzęd	żwir drobny, zagł- niony z otoczkami	0,8 ÷ 1,4	5,3	62	0,004	18,9	9,4	11,3	17,0	20,7
2	1,4 ÷ 2,1			10,8			97	0,006	15,7	9,3	12,0	20,4	13,9	28,7	
3	żwir drobny			2,1 ÷ 2,6			3,0	37	0,002	13,3	6,8	13,3	13,3	20,0	33,3
4	mułek piaszczysty			2,6 ÷ 3,1			2,1	21	0,001	9,5	4,8	9,5	14,3	23,8	38,1
5	żwir różnoziarnisty			3,1 ÷ 3,6			17,8	142	0,009	21,3	6,7	9,0	13,5	22,5	27,0
6	z otoczkami			3,6 ÷ 4,1			29,2	247	0,015	18,5	6,8	9,2	14,4	25,0	26,0
7	4,1 ÷ 4,6			32,3			291	0,018	24,8	7,1	10,5	12,1	18,6	26,9	
8	Pre- kambr			zwietrzelnina z grani- togniesów silnie skaolinizowanych	4,6 ÷ 5,1	10,0	164	0,010	24,0	10,0	10,0	14,0	21,0	21,0	
9					5,1 ÷ 5,6	14,6	197	0,012	26,0	8,2	8,2	13,7	25,3	18,6	
III	K-35	1	Czwartorzęd	rumosz skalny z gliną piaszczystą	0,4 ÷ 0,9	3,0	58	0,004	6,8	3,4	5,1	13,6	35,6	35,5	
		2			0,9 ÷ 1,4	5,2	92	0,006	13,6	7,8	10,7	17,5	27,2	23,2	
		3		glina piaszczysta z rumoszem	1,4 ÷ 1,9	4,8	78	0,005	18,9	6,3	9,5	14,7	27,4	23,2	
		4			1,9 ÷ 2,4	4,3	70	0,004	16,3	5,8	7,0	14,0	26,7	30,2	
		5		żwir różnoziarnisty	2,4 ÷ 2,9	7,4	144	0,009	18,9	5,4	5,4	12,2	23,0	35,1	
		6			2,9 ÷ 3,4	6,2	120	0,008	8,1	4,9	9,8	19,5	37,4	20,3	
		7			3,4 ÷ 3,9	9,5	154	0,010	23,2	6,3	10,5	14,2	23,2	22,6	
		8			3,9 ÷ 4,4	6,9	122	0,008	24,6	7,2	9,4	12,3	23,2	23,2	
		9		mułek piaszczysty	4,4 ÷ 4,9	2,0	49	0,003	15,0	5,0	10,0	15,0	20,0	35,0	
		10			4,9 ÷ 5,4	2,0	39	0,002	10,3	5,1	5,1	7,7	20,5	51,3	
		11		drobny żwirek kwarcowy	5,4 ÷ 5,9	8,9	144	0,009	24,9	10,2	10,2	11,9	19,2	23,6	
		12		mułek z wkładkami piasków różnoziarnistych	5,9 ÷ 6,5	1,7	33	0,002	6,1	6,1	3,0	12,1	30,3	42,4	

Skład mineralny frakcji ciężkiej o c. wł. 2,8 w aluwach potoku Brusznik (w % obj.)

Numer pro-filu	Numer otwo-ru	Numer prób-ki	Ilmenit	Granat	Turmalin	Topaz	Cyrkon	Tlenki Fe	Kasyteryt	Okruchy skał	Inne	Rutyl	Stop Pb-Sb-Sn	
I	K-21	1	44,9	6,9	1,4	5,5	9,9	2,4	1,5	6,5	20,7			
		2	36,7	6,7	2,6	8,2	8,9	4,0	2,9	7,6	22,4			
		3	27,4	8,8	2,4	8,0	6,2	3,2	2,4	2,4	12,6	29,0		
		4	25,6	9,6	2,2	8,5	2,9	5,9	3,4	3,4	10,2	31,7		
		5	30,0	7,7	2,8	7,8	5,0	2,3	6,9	6,9	10,3	27,2		
		6	27,6	9,4	3,0	8,6	2,6	3,7	5,6	5,6	11,4	28,1		
		7	31,1	10,0	1,5	9,3	3,3	6,3	5,0	5,0	11,1	22,4	—	—
		8	35,1	6,8	3,0	10,8	4,3	4,4	4,3	4,3	8,1	23,1		
		9	27,7	8,0	1,3	8,1	6,2	10,7	6,0	6,0	9,9	22,1		
		10	27,2	7,4	1,4	8,7	3,2	13,0	4,8	4,8	11,6	22,7		
		11	25,9	6,8	1,4	3,8	2,1	9,1	29,8	29,8	7,1	14,0		
		12+13	25,1	6,9	1,6	5,2	5,7	10,4	21,6	21,6	6,7	16,8		
		14	38,1	2,7	1,0	5,2	4,8	9,8	26,9	26,9	3,4	8,1		
		II	K-5	1	33,7	8,8	2,2	2,6	5,7	3,9	12,3	4,5	25,6	0,7
2	25,8			8,7	2,1	6,2	2,1	5,0	3,7	8,6	37,1	0,7		
3	35,3			10,4	5,0	3,2	4,4	5,1	10,9	7,6	16,4	1,7		
4	24,0			7,6	3,7	3,6	5,8	3,9	3,1	13,6	33,2	1,5	—	
5	23,0			8,2	3,8	8,1	1,2	7,2	11,8	18,3	17,2	1,2		
6	24,5			9,7	2,8	9,1	2,8	4,2	5,6	25,0	15,7	0,6		
7	22,3			7,7	2,1	15,5	2,0	5,5	16,2	12,0	16,3	0,4		
8	14,3			4,4	1,1	8,9	1,3	28,9	15,0	9,2	16,4	0,5		
9	10,0			2,6	0,6	6,1	1,1	51,3	11,0	6,4	10,9	n.o.		
III	K-35	1	38,6	7,0	2,2	6,2	3,5	9,9	3,7	7,2	21,3		0,0	
		2	28,8	6,9	1,4	6,8	2,1	7,8	5,1	21,3	19,8		0,0	
		3	21,1	11,5	1,9	5,0	1,2	16,3	8,7	19,0	15,3		0,0	
		4	29,9	10,0	0,9	13,1	3,3	8,5	9,1	10,0	15,2		0,0	
		5	20,0	8,2	1,6	13,3	4,6	14,7	7,6	12,0	18,0		0,0	
		6	16,4	7,4	1,7	28,5	1,9	13,3	5,4	11,7	12,9		0,8	
		7	11,9	6,5	1,4	21,5	3,0	11,9	8,3	10,3	16,5		8,7	
		8	15,8	8,0	0,9	6,9	0,8	15,6	10,0	6,5	14,9		20,6	
		9	23,5	3,1	3,0	4,4	5,5	19,1	4,0	9,1	23,9		4,4	
		10	29,9	1,1	3,2	6,3	7,8	17,5	4,5	5,3	22,4		2,0	
		11	12,3	1,1	6,1	6,8	3,9	9,0	37,2	4,1	18,2		1,3	
		12	27,4	0,2	3,9	4,3	3,1	16,9	5,2	7,7	30,1		1,2	

nat — 7,9%, topaz — 7,5%, tlenki Fe — 6,6%, cyrkon — 5%, turmalin — 2,0%. W grupie określonej jako okruchy skał znalazły się w większości ziarna skał miejscowych: gnejsów, łupków i bazaltów oraz ziarna skał północnych: granitów, piaskowców, wapieni, kwarcytów, melafirów i porfirów. W ostatniej kolumnie tabeli liczono minerały inne, stanowiące od 8 do 32% szliczu. Wśród nich najliczniej występują jasne łyszczyki, w mniejszej ilości hornblenda, diopsyd, oliwin, grammatyt, staurolit, syli-manit, rutyl oraz pojedyncze ziarna dystenu, anatazu, korundu, złota i drobne rozarte okruchy stopu lożyskowego o składzie Pb—Sb—Sn.

W otworze K-5 (profil II) określono średnie zawartości ilmenitu — 22,6%, tlenków żelaza — 12,7%, kasyterytu — 10,0%, granatu — 7,6%, topazu — 7,0%, cyrkonu — 2,9%, turmalinu — 2,6%, rutylu — 0,9%. Grupa „okruchy skał” stanowi od 4,5 do 25%, w jej składzie przeważają bazalty. Wśród innych minerałów, podobnie jak w otworze K-21, dominują jasne łyszczyki, a pozostałe minerały występują w ilościach mniejszych niż 1% szliczu czarnego. Są wśród nich: diopsyd, oliwin, enstatyt, staurolit oraz nieliczne ziarna szelitu, fluorytu, korundu, złota i grubokryształiczne ziarna pirytu o świeżych powierzchniach. Jak wynika z powyższych danych, dominującym składnikiem w aluwiałch Brusznika jest ilmenit stanowiący średnio od 23 do 31% obj. szliczu, w drugiej grupie znajdują się minerały o średnich zawartościach od 6 do 14%. Są to: kasyteryt, tlenki żelaza, topaz i granat. Cyrkon, turmalin i rutyl występują w ilościach nie przekraczających 5% obj. frakcji ciężkiej. Pozostałe minerały stanowią mniej niż 1% bądź występują w postaci pojedynczych ziarn. W profilach pionowych wszystkich trzech otworów, w warstwie spągowej żwirów, notuje się wzrost ilości kasyterytu i tlenków żelaza przy równoczesnym nieznacznym zmniejszeniu się zawartości ilmenitu. W otworze K-35, jak również w sąsiednich otworach zlokalizowanych w profilu III znaczny procent szliczu czarnego stanowią ziarna ciężkiego stopu lożyskowego.

#### OPIS MINERALÓW CIĘŻKICH

K a s y t e r y t reprezentowany jest przez cztery odmiany ziarn:

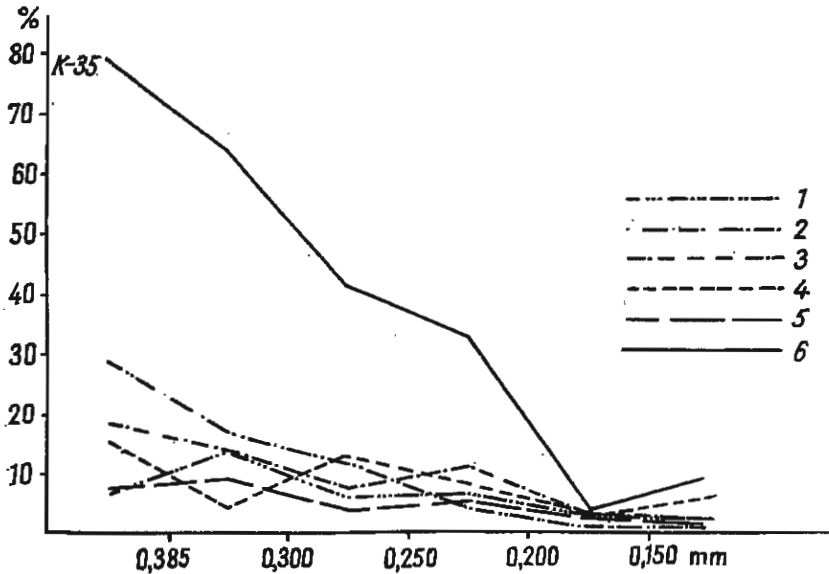
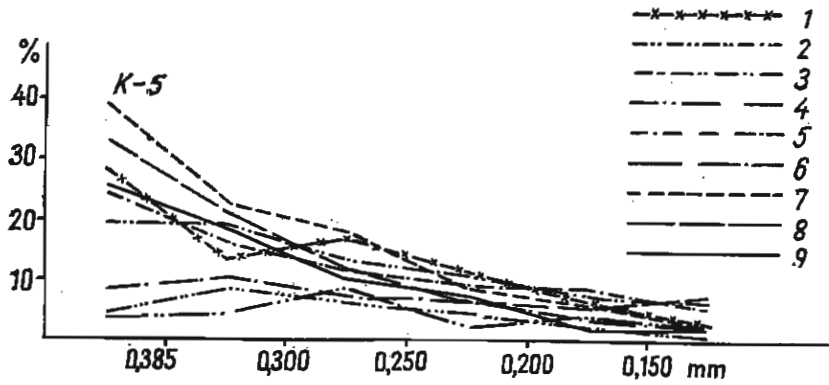
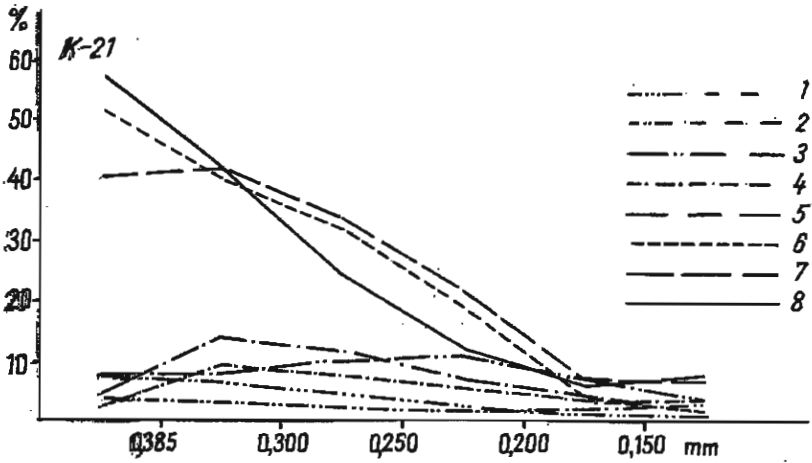
1. Ziarna ciemnobrązowe do prawie czarnych, grubokryształiczne, nieforemne, o połysku tłustym, magnetyczne, słaboobtoczone, z zachowanymi niekiedy fragmentami słupów tetragonalnych,

2. Ziarna grubokryształiczne, brązowe, często z zabarwieniem czerwonym, rozłożonym plamście. Niektóre ziarna kasyterytu posiadają budowę pasową, wówczas centralna część ziarna ma barwę ciemnobrązową, a ku brzegom stopniowo jaśnieje. Kryształy są słaboobtoczone nieregularne, niemagnetyczne, nadzwyczaj rzadko zachowują postacie krystalograficzne słupów i piramid. Jest to odmiana najliczniejsza.

3. Kryształy grubokryształiczne, jasnobrązowe lub jasnożółte do całkowicie bezbarwnych, przeświecających. Ziarna zawsze nieforemne, słaboobtoczone, niemagnetyczne. Odmiana najmniej liczna.

4. Ziarna drobnokryształiczne o barwie brązowej w różnym natężeniu, niemagnetyczne, o połysku matowym. Ziarna nieco lepiej obtoczone od kryształów poprzednich odmian.

Rozkład uziarnienia kasyterytu w aluwiałch Brusznika ilustrują wykresy krzywych przedstawione na fig. 5. Z analizy krzywych wynika, że



ilość tego minerału spada wraz ze zmniejszaniem się granulacji ziarn. Kasyteryt występuje najliczniej we frakcji  $1,0 \div 0,385$  mm; w klasie powyżej 1 mm spotyka się tylko pojedyncze osobniki. Taki rozkład najwyraźniej zaznacza się w próbkach pobranych w spagu aluwiów, gdzie zaobserwowano najwyższe koncentracje tego minerału, np. w próbkach 11, 12, 13 i 14 z otworu K-21 kasyteryt stanowi od 40 do 57% najgrubszej frakcji, a w próbce 11 z otworu K-35 aż 79%.

Kasyteryt o zachowanym pokroju krystalograficznym spotyka się w szlichach bardzo rzadko, są to najczęściej krótkie słupki tetragonalne lub ich fragmenty, niekiedy zakończone jednostronnie piramidą. Formy izometryczne są jeszcze rzadsze (tabl. I, fig. 6). Zrosty kasyterytu z kwarcem są dość powszechne w aluwiach Brusznika (tabl. I, fig. 7).

Odmiany kasyterytu ściśle zależą od genezy złóż cynowych. E. I. Dołomanowa i in. (1969) reprezentują stanowisko, że głównym kryterium pozwalającym na wyróżnienie kasyterytu pochodzącego ze złóż różnych formacji jest ich skład chemiczny. Od składu chemicznego zależą w większym lub mniejszym stopniu cechy fizyczne kasyterytu.

W aluwiach Brusznika wydzielono cztery odmiany kasyterytu różniące się barwą i strukturą. Zawartości pierwiastków śladowych w tych próbkach oznaczono spektralnie i zestawiono w tabeli 3. Łącznie oznaczono 11 pierwiastków typomorficznych dla kasyterytu: Nb, Ta, Zr, Sc, In, Be, W, V, Pb, Mn i Bi. Z innych pierwiastków, aczkolwiek nie oznaczonych ilościowo, stwierdzono obecność Fe, Ti, Ag oraz brak Ge, Ni i Co. Do pierwiastków, które dają pewne wskazówki genetyczne, należą niob i tantal. Obecność niobu w kasyterytych w ilości od 0,004 do 0,015%, przy równoczesnym braku tantalu, sugeruje, że badany kasyteryt pochodzi ze złoża formacji kasyterytowo-kwarcowej (E. I. Dołomanowa i in., 1969). Zawartości innych pierwiastków charakterystyczne dla złóż tego typu przedstawiają się następująco: cyrkon i wolfram 0,0n—0,00n% i notowana prawie zawsze obecność skandiu i arsenu. Poza arsenem, którego nie oznaczono w próbkach, inne pierwiastki występują w podobnych ilościach. Zwraca uwagę stosunkowo wysoka zawartość wolframu (do 0,2%) i manganu (do 0,1%) w kasyterytach ciemnozabarwionych i cyrkonu (ok. 1%) w kasyterytach jasnobrazowych i bezbarwnych.

Cyrkon występuje w dwóch odmianach:

1. Ziarna bezbarwne, żółtawe, pomarańczowe o różnym natężeniu barwy, rzadko jasnioletowe, w większości przezroczyste, nieliczne zmętniałe lub przeświecające. Kryształy zabarwione są zazwyczaj dobrze obtoczone, bezbarwne — nieforemne i ostrokrawędziste. Ziarna tej odmiany spotyka się zazwyczaj w klasach powyżej 0,3 mm.

Fig. 5. Rozkład uziarnienia kasyterytu w aluwiach potoku Brusznik  
Grain size distribution of cassiterite in the aluvial deposits of the Brusznik stream

K-21: 1 — próbka 1, 2 — próbka 3, 3 — próbka 5, 4 — próbka 7, 5 — próbka 9, 6 — próbka 11, 7 — próbka 12 i 13, 8 — próbka 14; K-8: 1 — próbka 1, 2 — próbka 2, 3 — próbka 3, 4 — próbka 4, 5 — próbka 5, 6 — próbka 6, 7 — próbka 7, 8 — próbka 8, 9 — próbka 9; K-35: 1 — próbka 1, 2 — próbka 3, 3 — próbka 5, 4 — próbka 7, 5 — próbka 9, 6 — próbka 11  
K-21: 1 — sample 1, 2 — sample 3, 3 — sample 5, 4 — sample 7, 5 — sample 9, 6 — sample 11, 7 — samples 12 and 13, 8 — sample 14; K-8: 1 — sample 1, 2 — sample 2, 3 — sample 3, 4 — sample 4, 5 — sample 5, 6 — sample 6, 7 — sample 7, 8 — sample 8, 9 — sample 9; K-35: 1 — sample 1, 2 — sample 3, 3 — sample 5, 4 — sample 7, 5 — sample 9, 6 — sample 11

2. Bezbarwne lub jasnoróżowe mikrolity silnie pręcikowo wydłużone, wykształcone w postaci kombinacji słupów i piramid. Cyrkon tej odmiany grupuje się całkowicie w klasie poniżej 0,15 mm.

**Tlenki żelaza** — hematyt i limonit.

Hematyt występuje w postaci zbitych utworów drobnokrystalicznych lub skupieniach blaszkowych i łuskowych. Barwa od żelazistoczarnej do wiśniowobrunatnej. Spotykano również kryształy martytu — pseudomorfozy hematytu po magnetycie.

Limonit tworzy nieforemne, zazwyczaj dobrze obtoczone ziarna. Spotyka się również pseudomorfozy limonitu po pirycie występujące w wielokrotnych zrostach. Tlenki żelaza grupują się w gruboziarnistych klasach szlichu.

**Ilmenit** — czarny, o pokroju płytkowym, rzadziej występuje w nieregularnych, obtoczonych ziarnach o lśniącej powierzchni. Mineral najliczniej reprezentowany w klasach poniżej 0,25 mm.

**Granat glinowy (almandyn)** — różowy lub pomarańczoworóżowy występuje w formie nieregularnych, ostrokrawędzistych lub słaboobtoczonych okruchów. Granat spotyka się we wszystkich badanych klasach ziarnowych.

**Turmalin** występuje w postaci wydłużonych słupów lub dobrze obtoczonych ziarn. Barwa czarna, ciemnobrązowa lub oliwkowozielona. Największy udział turmalinu zaobserwowano w klasie 0,20÷0,15 mm.

**Oliwin** — minerał jasnozielony lub zielonożółty — występuje w nieregularnych okruchach, niekiedy zachowuje pokrój tabliczkowy. Ziarna słaboobtoczone lub ostrokrawędziste o średnicach nie przekraczających 2 mm.

**Diopsyd** spotyka się zawsze w postaci ziarn euhedralnych słupowych i grubotabliczkowych lub ułamkach takich ziarn. Barwa minerału czarna lub zielnawoczarna, powierzchnie ziarn na ogół pokryte są siwym nalotem leukoksenu.

**Staurolit** występuje w formie obtoczonych, okrągłych lub owalnych kryształów o startych i zmatowiałych krawędziach. Ziarna półprzezroczyste, pomarańczowe do prawie brunatnych charakteryzują się bardzo licznymi wrostkami. Staurolitu nie spotyka się we frakcjach drobniejszych od 0,25 mm.

**Szelit** reprezentowny jest przez słaboobtoczone, drobne kryształy barwy mlecznobiałej, żółtawej, rzadko całkowicie przezroczyste, o charakterystycznym jedwabistym połysku. Ziarna nie przekraczają średnicy 1 mm (tabl. II, fig. 8).

**Fluoryt** — minerał miękki, kruchy o barwie fioletowej, rozkładającej się płamście w bezbarwnym tle. Ziarna nieprawidłowe, ostrokrawędziste, nie spotykane we frakcjach grubszych niż 1 mm, na ogół nie przekraczają 0,5 mm średnicy (tabl. II, fig. 9).

**Korund** spotykany jest w dwóch odmianach:

1. Ziarna niebieskie do ciemnoniebieskich, sine, niekiedy brunatne, o pasowej lub plamistej zmienności nasycenia barwy. Korund tej odmiany spotyka się często w formie kryształów o pokroju beczułkowatym lub słupowym, o wielkości 1÷2 mm.

2. Różowe i różowofioletowe nieformne kryształy z czarnymi, blaszkowatymi wrostkami. Jest to odmiana mniej liczna.

Tabela 3

## Wyniki analiz spektralnych różnych odmian kasyterytu\*

Numer próbki	Opis odmiany kasyterytu	Zawartość w %										
		Be	Bi	In	Mn	Nb	Pb	Sc	V	W	Zr	Ta
1	grubokrystaliczna ciemnobrązowa do prawie czarnej	0,0006	0,00009	0,0037	0,0150	0,0110	0,0004	0,0060	0,0017	0,200	0,0035	—
2	grubokrystaliczna brązowa z odcieniem czerwonym	0,0003	0,00003	0,048	0,0014	0,0043	0,0002	0,0034	0,0002	0,075	0,0380	—
3	grubokrystaliczna jasnożółta do bezbarwnej	0,0007	0,00002	0,0008	0,0036	0,0096	0,0003	0,0064	0,0007	—	ok. 1,0	—
4	drobnokrystaliczna o różnym natężeniu barwy brązowej	0,0002	0,00002	0,0038	0,1000	0,0150	0,0003	0,0043	0,0012	0,059	0,0310	—

\* Analizy wykonał W. J. Szczepanowski z Zakładu Geochemii IG.

**A n a t a z** występuje w formie oktaedrow, ułamków takich kryształów oraz czworokątnych płytek. Barwa minerału żółta, żółtobrazowa, niekiedy szaroniebieska, połysk silny, diamentowy. Wielkość ziarn od 0,2 do 0,3 mm, maksymalnie 1 mm.

**D y s t e n** — kryształy w formie spłaszczonej słupów, przezroczyste lub przeświecające, zabarwione niejednolicie na kolor błękitny.

**Z ł o t o** — ziarna owalne, okrągłe, lub strzępiaste, płytkowate o zaokrąglonych brzegach i nierównej powierzchni. Oznaczają się charakterystyczną złocistożółtą barwą, kowalnością i bardzo dobrym przewodnictwem elektrycznym (tabl. III, fig. 10). Poniżej zestawiono wielkości ziarn złota wyseparowanych z próbek szlichowych pobranych z otworu K-11:

Srednica ziarn w mm	Rodzaj ziarn	Liczba
0,8÷1,2	duża	3
0,5÷0,8	średnie	11
0,15÷0,5	małe	53

Taki stosunek ziarn w wydzielonych grupach jest charakterystyczny dla wszystkich otworów, w których liczono złoto.

**P i r y t** wykształcony jest w postaci sześciątów, ich zrostów oraz mniej licznych nieforemnych skupień drobnokrystalicznych, o barwie mosiężnożółtej. Niektóre ziarna pokryte są brunatnym nalotem limonitu. Piryty całkowicie zlimonityzowane liczono w grupie tlenków żelaza. Euhedralne ziarna piryty rzadko grupują się we frakcjach grubszych od 1 mm, piryty w drobnokrystalicznych zrostach osiąga rozmiary do 3 mm.

**R u t y l** występuje w dwóch odmianach:

1. Ziarna grubosłupowe o barwie czarnej, ciemnobrazowej i brązowo-wisniowej. Wielkość kryształów przekracza 1 mm (tabl. III, fig. 11). Jest to odmiana liczniejsza.

2. Ziarna drobne, igiełkowe, o barwie żółtej, pomarańczowej lub pomarańczowoczerwonej, współwystępujące z mikrolitami cyrkonu w klasie poniżej 0,15 mm.

**T o p a z** reprezentują dwie odmiany równorzędne ilościowo (tabl. IV, fig. 12):

1. Ziarna bezbarwne, przezroczyste o lekko zmatowiałych powierzchniach, dobrze obtoczone, nie przekraczające 1 mm średnicy.

2. Kryształy bezbarwne, jasnożółte, winne, półprzezroczyste, ostrokrawędziste lub słaboobtroczone, o zachowanych powierzchniach łupliwości i perłowym połysku. Osobniki tej odmiany grupują się w klasach ziarnowych powyżej 0,30 mm.

**S y l i m a n i t** występuje w dobrze obtoczonych, spłaszczonych ziarnach złożonych z subtelnych włoskowatych agregatów fibrolitowych o barwach mętnożółtej, siwej lub jasnobrazowej.

**G r a m m a t y t** — minerał dość licznie występujący w próbkach z otworu K-21. Jest to częściowo zchlorytowany wapniowo-żelazowy amfibol zbliżony do tremolitu, barwy seledynowo-szarej lub seledynowo-żółtawej, kruchy, o połysku jedwabistym, występujący w postaci cienkopromienistych skupień.

Stwierdzona chemicznie w szlichach czarnych obecność pierwiastków TR i w mniejszym stopniu toru skłoniła mnie do wykonania zdjęć styko-



Tabela 4

Wyniki analiz chemicznych szliczu czarnego w aluwialach potoku Brusznik (w % wagowych)\*

Otwór i nr próbki	Sn	Ti	Zr	W	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ThO <sub>2</sub>
<b>Profil I</b>							
K-21/1	2,6	18,4	2,7	0,05	0,11	0,80	0,010
K-21/2	3,4	13,6	2,4	0,24	0,25	1,52	0,013
K-21/3	3,1	13,2	1,8	0,36	0,21	1,72	0,013
K-21/4	2,7	11,0	1,5	0,20	0,23	1,70	0,014
K-21/5	4,5	12,8	1,3	0,44	0,10	1,78	0,007
K-21/6	5,1	13,2	1,3	0,20	0,27	1,68	0,020
K-21/7	5,7	13,6	1,1	0,18	0,11	1,58	0,010
K-21/8	4,8	12,0	1,4	0,20	0,27	1,60	0,013
K-21/9	6,0	13,2	1,8	0,12	0,13	1,76	0,007
K-21/10	7,6	12,0	1,4	0,08	0,29	1,20	0,021
K-021/11	22,5	9,6	1,2	0,08	0,23	0,80	0,021
K-21/12+13	19,2	9,6	1,3	0,10	0,04	0,94	0,010
K-21/14	22,3	9,6	1,5	0,24		0,40	n.o.
<b>Profil II</b>							
K-5/1	12,6	16,0	0,97	0,200	n.o.	0,60	n.o.
K-5/2	5,2	12,0	0,80	0,120	0,21	1,37	< 0,020
K-5/3	9,3	11,2	1,58	0,007	n.o.	1,50	n.o.
K-5/4	3,0	9,0	0,97	0,005	n.o.	1,62	n.o.
K-5/5	14,2	9,5	0,75	0,008	0,22	0,75	0,027
K-5/6	10,9	11,5	0,82	0,100	0,23	0,78	0,020
K-5/7	16,8	9,5	0,61	0,012	0,25	0,47	0,038
K-5/8	16,3	7,0	0,65	0,008	0,29	0,68	< 0,020
K-5/9	11,8	5,5	0,45	0,004	0,23	0,39	< 0,020
<b>Profil III</b>			Li <sub>2</sub> O	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Zn	
K-35/1	3,3	13,6	n.o.	0,064	0,23	0,018	0,032
K-35/2	5,1	10,0	0,06	0,058	0,19	0,034	0,020
K-35/3	12,6	8,5	0,04	0,058	0,09	0,054	< 0,013
K-35/4	11,3	10,4	n.o.	0,052	0,19	0,200	0,016
K-35/5	10,1	7,0	0,04	0,045	0,09	0,020	< 0,013
K-35/6	8,5	6,0	0,08	0,046	0,16	0,026	0,020
K-35/7	11,0	7,0	0,08	0,033	0,16	0,012	< 0,013
K-35/8	11,6	6,0	0,21	0,037	0,11	0,008	< 0,013
K-35/9	6,2	11,0	n.o.	0,073	0,08	0,026	< 0,013
K-35/10	5,4	17,0	n.o.	0,076	0,05	n.o.	< 0,013
K-35/11	32,6	7,0	0,02	0,055	0,05	0,014	< 0,013
K-35/12	8,7	17,0	n.o.	0,081	0,26	n.o.	< 0,013

\* Analizy wykonali: A. Jęczalik, B. Lisowa, T. Morawska, R. Położński, E. Przeniosło.

wych na kliszach rentgenowskich. Na wszystkich 5 odbitkach stykowych, odpowiadających poszczególnym próbkom, zaobserwowano pojedyncze zaczernione pola. Najprawdopodobniej odpowiadają one ziarnom ortytu, którego obecność w granitognejsach notuje J. Oberc i J. Kotowski (1969).

Obok naturalnych składników mineralnych w szlichu czarnym spotyka się również dość powszechnie ostrokrawędziste okruchy polew oraz stop Pb-Sn-Sb. Stop ten występuje w próbkach z otworu K-35 (np. w próbce 8 na głębokości 3,9÷4,4 m stanowi do 21% szlichu czarnego). Tak znaczne zawartości tego składnika szlichu wymagały dokładnej analizy. Stop tworzy trzy rodzaje ziarn: (tabl. IV, fig. 13): 1 — ciemnoszare, nieregularne, lekko obtoczone, o nierównych matowych powierzchniach, 2 — ziarna spłaszczone, owalne lub okrągłe ciemnoszare, z delikatną siatką srebrnych żyłek (najliczniej występujące), powierzchnia ziarn pofałdowana, 3 — ziarna bardzo nieforemne w skupieniach dendrytowych lub drzewiastych o barwie srebrzystej, stanowiące niewielki procent.

Stop charakteryzuje się dobrą kowalnością, dobrym przewodnictwem elektryczności, twardością poniżej 3, temperaturą topnienia (+205°C), częściową rozpuszczalnością w HNO<sub>3</sub> i HCl. Większość ziarn stopu mieści się we frakcjach gruboziarnistych szlichu (+0,385 + 0,300 mm), drobnych okruchów jest znacznie mniej. Według Z. Nowickiego z Zakładu Badań Konstrukcyjno-Materiałowych Centralnego Ośrodka Badań Rozwoju Kraju i Koordynacji PKP jest to stop łożyskowy Pb-Sb-Sn z cechą L-10 As.

Spośród 20 opisanych minerałów tylko niektóre z nich lub ich odmiany wykazują dobry stopień obtoczenia ziarn. Są to magnetyt, topaz (odmiana bezbarwna, przezroczysta), limonit, staurolit, sylimanit, grammatyt i drobnokrystaliczne odmiany rutylu. Pozostałe minerały występują w formie ułamkowych lub ostrokrawędzistych ziarn, świadczących o krótkotrwałym transporcie materiału. Potwierdza to również obecność w szlichu stosunkowo miękkich i kruchych oraz małoodpornych na czynniki wietrzenia fizyczno-chemicznego minerałów, do których należą: fluoryt, szelit, oliwin, diopsyd i piryt.

Różnorodność minerałów i ich odmian w szlichu aluwium Brusznika jest wynikiem przemieszania się materiału lokalnego i fluwioglacjalnego. Granaty, ilmenit, cyrkon, mikrolity rutylu i dysten są składnikami szlichu, których pochodzenie trudno jest ustalić, natomiast pozostałe minerały można zgrupować w zespoły i podporządkować typom skał występujących na badanym obszarze. Dla granitognejsów i gnejsów, łupków krystalicznych charakterystyczny jest zespół minerałów ciężkich składających się z łuszczaków, staurolitu, anatazu, dystenu, sylimanitu i gruboziarnistej odmiany rutylu. Minerały pneumatolizy magm kwaśnych typomorficzne dla grejzenów to: topaz, fluoryt, kasyteryt, szelit, czarny turmalin (szerlit). Piryt i złoto związane są z kwarcem żyłowym. Trzeciorzędowe bazalty reprezentują w aluwium takie minerały jak: diopsyd, oliwin, magnetyt, oraz globule szkliska i żużla wulkanicznego.

#### WYNIKI ANALIZ CHEMICZNYCH

Badania mineralogiczne uzupełniono analizami chemicznymi frakcji niemagnetycznej koncentratu minerałów ciężkich. W kilkunastu otworach wykonano oznaczenie Sn, Ti, Zr, W, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ThO<sub>2</sub>, TR<sub>2</sub>O<sub>6</sub> oraz poje-

dyncze analizy  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}$  i  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ . Dla otworów K-5, K-21 i K-33 wykonano największą ilość oznaczeń (tab. 4). Wszystkie wyniki zawartości badanych pierwiastków w próbkach szlichowych są oczywiście znacznie zaniżone, co jest spowodowane stratami frakcji ciężkiej w procesie przemywania próbek wynoszącymi średnio 70%. Próbki szlichowe odznaczają się podwyższonymi zawartościami cyny (3–33%), najprawdopodobniej związanej całkowicie z kasyterytem, i tytanu (6–18%) występującego w ilmenicie, rutylu, anatazie, leukoksenie.

Cyrkon (Zr) — oznaczony w ilości 0,5–2,7% — występuje głównie w postaci makroskopowych ziarn pospolitego krzemianu, lecz może również ukrywać się w ciemnych minerałach skałotwórczych (biotyt, piroksen, amfibole).

W szlichach nie znaleziono ziarn apatyty, choć jest to minerał akcesoryczny, typowy dla leukogranitów i granitognejsów izerskich (K. Smulikowski, 1958; M. Kozłowska-Koch, 1965). Oznaczenia  $\text{P}_2\text{O}_5$  w ilości do 1,7% świadczą o obecności tego minerału. Być może, gromadzi się on w najdrobniejszych frakcjach (poniżej 0,15 mm) wśród minerałów trudnych do identyfikacji lub też tworzy mikrowrostki w innych minerałach. Pewien udział w zawartości  $\text{P}_2\text{O}_5$  może mieć również monacyt i ksenotym, którego pojedyncze ziarna zaobserwowano w czarnych szlichach. Pozostałe składniki analizowane chemicznie występują w ilości nie przekraczającej 1% szlichu.

Suma pierwiastków ziem rzadkich ( $\text{TR}_2\text{O}_3$ ) stanowi od 0,1 do 0,3%. Zawartości W od 0,01 do 0,36% są zbyt niskie, aby można było spodziewać się w szlichach ziarn wolframitu. Na ten wynik składa się wolfram zawarty w szelicie (nieliczne ziarna) oraz w ciemnozabarwionych odmianach kasyterytu.

Z jakimi minerałami związany jest tor, trudno ustalić, bowiem ilość  $\text{ThO}_2$  nie przekracza 0,04%.

W próbkach z otworu K-35 (profil III) oznaczono dodatkowo  $\text{Zn}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$  i  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , spodziewając się w szlichu sfalerytu, minerałów litu i niobu. Znikome zawartości  $\text{Zn}$  (poniżej 0,06%),  $\text{Li}_2\text{O}$  (poniżej 0,2%) i  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  (poniżej 0,08%) wskazują, że badane pierwiastki nie tworzą własnych minerałów, lecz najprawdopodobniej są rozproszone w strukturach innych minerałów.

## WNIOSKI

Dolina potoku Brusznik ukształtowała się w czwartorzędzie. Wypełniają ją utwory piaszczysto-żwirowe, których miąższość na badanym odcinku od Świecia do Leśnej rośnie od 3 do 7 m. W pobliżu profilu III utwory aluwialne leżą na granitognejsach, natomiast w dolnym odcinku podłoże doliny stanowią bazalty pokryte 4-metrową warstwą tufów.

W 34 analizowanych próbkach frakcja minerałów ciężkich stanowiła od 20 do 290  $\text{g/m}^3$ . Największy udział posiadają klasy: 0,20–0,15 mm i poniżej 0,15 mm.

Zespół minerałów ciężkich w aluwjach Brusznika składa się z ilmenitu (średnio od 23 do 31% obj. szlichu), w drugiej grupie znajdują się minerały o średnich zawartościach od 6 do 14% obj. — kasyteryt, tlenki żelaza, topaz i granat. Cyrkon, turmalin i rutyl występują w ilościach nie przekraczających 5% obj. Pozostałe minerały stanowią mniej niż 1% obj.

lub spotykane są w szlichu jedynie w pojedynczych ziarnach. W grupie tej oznaczono oliwin, augit, staurolit, piryt, szelit, fluoryt, korund, anataz, dysten, sylimanit, grammatyt i złoto.

Wykonane oznaczenia chemiczne głównych pierwiastków: Sn, Ti i Zr w profilach pionowych otworów pozwoliły na ustalenie pewnych prawidłowości w ich rozmieszczeniu. Ustalono, że spagowa warstwa aluwialów (od 0,5 do 1,5 m miąższości) jest wzbogacona w Sn, w mniejszym stopniu w Ti i nieznacznie w Zr. Przewarstwienia piaszczysto-mułkowe i ilaste zawierają z reguły niższe zawartości badanych pierwiastków niż serie piaszczysto-żwirowe.

W profilu pionowym rzeki na odcinku między Świeciem a Leśną (od profilu III do I) notujemy stopniowy wzrost zawartości Ti i Zr. Najwyższe oznaczenia Sn uzyskano w próbkach pobranych z otworów zlokalizowanych na profilu II.

Wykonane oznaczenia chemiczne i spostrzeżenia mineralogiczne pozwoliły na wstępne ustalenie zespołu minerałów wskaźnikowych towarzyszących kasyterytowi w aluwialach Brusznika. Są to: topaz, tlenki Fe (hematyt i limonit), ilmenit, granaty, cyrkon, grubosłupkowy rutil, fluoryt, szelit i turmalin. Nie stwierdzono natomiast obecności tak typowych minerałów towarzyszących kasyterytowi jak: wolframit, minerały litowe, sfaleryt, kolumbit, apatyt i siarczki (z wyjątkiem pirytu). Skład mineralny aluwialów może być zubożony o minerały mało odporne na transport i łatwo wietrzejące pod wpływem czynników fizykochemicznych. Brak w badanych szlichach stosunkowo odpornego wolframitu i kolumbitu przemawia jednakże za tym, że w strefach okruszczenia, skąd pochodzi materiał okrucowy, minerały niobu i wolframu nie towarzyszą kasyterytowi.

Zespół pierwiastków śladowych oznaczonych w kasyterytycznym oraz ich zawartości sugerują, że badany kasyteryt pochodzi ze złoża formacji kasyterytywo-kwarcowej.

Rozsypiska aluwialne Brusznika bogate w kasyteryt świadczą o występowaniu pierwotnych złóż tego pierwiastka w zlewni potoku. Wykonane badania dają zatem podstawę do kontynuowania poszukiwań w rejonie Świecia.

Zakład Ziół Pierwiastków Rzadkich  
i Promieniotwórczych  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 8 października 1970 r.

#### PISMIENICTWO

- KANASIEWICZ J., SYLWESTRZAK H. (1966) — Występowanie kasyterytu i złota rodzimego w aluwialach potoków w rejonie Leśnej. *Kwart. geol.*, **12**, p. 693—706. nr 3. Warszawa.
- KOZŁOWSKA-KOCH M., (1966) — Granitognejsy Pogórza Izerskiego. *Arch. minier.*, **25**, p. 123—238. nr 1—2. Warszawa.

- OBERC J., KOTOWSKI J. (1969) — Orientacja mezoskopowych enklaw autochtonicznych i struktury szkieletowe w granicie rumburskim. *Biul. Inst. Geol.*, **230**, p. 5—151. Warszawa.
- SMULIKOWSKI K. (1958) — Łupki mikowe i granitognejsy na północnych zboczach Pasma Kamienickiego w Sudetach Zachodnich. *Biul. Inst. Geol.*, **127**, p. 5—31. Warszawa.
- ДОЛОМАНОВА В. И., БОЯРСКАЯ Р. В., РАКЧЕВ А. Д., ЯКОВЛЕВСКАЯ Т. А. (1969) — Касситерит и его топоморфные особенности. Типоморфизм минералов. Изд. Наука. Москва.

Магдалена ЕНЧМЫК

### КАСИТЕРИТ И ДРУГИЕ ТЯЖЕЛЫЕ МИНЕРАЛЫ В АЛЛЮВИИ ПОТОКА БРУШНИК

#### Резюме

В статье представлены результаты исследований, проведенных в 1968—69 годах, в аллювии потока Брушник между Лешна и Швец (Изерские горы — Судеты). Долина Брушника заполнена четвертичным гравием и песком мощностью от 3 до 7 м. Детальные минералогические наблюдения проведены на шлиховых образцах, взятых на буровых скважинах К-5, К-21 и К-35, расположенных на трех профилях.

Группа тяжелых минералов в аллювиях Брушника состоит из ильменита (от 23 до 31% объема шлиха), касситерита, окислов железа, топаза и граната (составляющих от 6 до 14% объема), а также циркона, турмалина и рутила (в количестве не выше 5% объема). Кроме того, имеются и другие минералы, такие как: оливин, ангит, ставролит, силлиманит, графит, пирит, шелит, флюорит, корунд, анатаз, дистен и золото.

Химические обозначения и минералогические наблюдения позволили предварительно установить группу руководящих минералов, сопутствующих касситериту в аллювиях Брушника. К ним относятся: топаз, гематит, лимонит, циркон, крупнокристаллический рутил (нигрин), турмалин, флюорит, шелит и золото. В шлихах не отмечено таких типичных руководящих минералов, как вольфрамит, минералы лития, сфалерит и колумбит.

Выделено четыре разновидности касситерита, отличающиеся цветом, структурой и процентным содержанием. В каждой из разновидностей спектральным путем обозначена группа микроэлементов. Эти данные послужили для получения определенных выводов, относительно генезиса обломочного касситерита, имеющегося в аллювиальных отложениях потока Брушник.

Magdalena JEJCZYK

### CASSITERITE AND OTHER HEAVY MINERALS IN THE ALLUVIAL DEPOSITS OF THE BRUSZNIK ISTREAM

#### Summary

The paper presents the results of the investigations made in 1968—1969 on the alluvial deposits in the Brusznik stream, between Lesna and Swiecie. (Pogórze Izerskie — Sudetes). The Brusznik stream valley is filled in with the Quaternary

gravels and sands, from 3 to 7 m in thickness. Detailed mineralogical examinations have been made on schlich samples taken from bore holes K-5, K-21 and K-35, situated along three drilling sections.

The association of heavy minerals found to occur in the alluvial deposits of the Brusznik stream consists of ilmenite (from 23 to 31% of schlich volume), cassiterite, iron oxides, topaz and garnets (all from 6 to 14% of schlich volume), as well as of zircon, tourmaline, and rutile (not more than 5% of schlich volume). Moreover, other minerals have been distinguished, too, among them: olivine, augite, staurolite, sillimanite, grammatite, pyrite, scheelite, fluorite, corundum, anatase, disthene and gold.

Chemical analyses and mineralogical observations allowed the author to determine preliminarily the association of index minerals that accompany cassiterite in the alluvial deposits of the Brusznik stream. Here belong: topaz, haematite, limonite, zircon, coarse-crystalline rutile (nigrine), tourmaline, fluorite, scheelite and gold. The schlich analysed did not reveal, however, such type index minerals as wolframite lithium minerals, sphalerite and columbite.

Four varieties of cassiterite have been distinguished, characterized by different colour, structure and percentage. Each of the varieties has been spectrally analysed and trace elements have been determined. The data obtained are useful in drawing conclusions concerning the genesis of the clastic cassiterite found in the alluvial deposits of the Brusznik stream.

TABLICA I

Fig. 6. Kasyteryt — ziarna automorficzne; w lewym rogu kryształy izometryczne, pozostałe ziarna w postaci krótkich słupków zakończonych ścianami piramidальnymi. Aluwia potoku Brusznik; pow. około 15 ×

Cassiterite — automorphic grains; in the left corner — isometric crystals; other grains in the shape of short columns terminated with pyramidal walls. Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 15

Fig. 7. Zrosty kasyterytu z kwarcem. Aluwia potoku Brusznik; pow. około 15 ×

Cassiterite intergrowths with quartz. Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 15

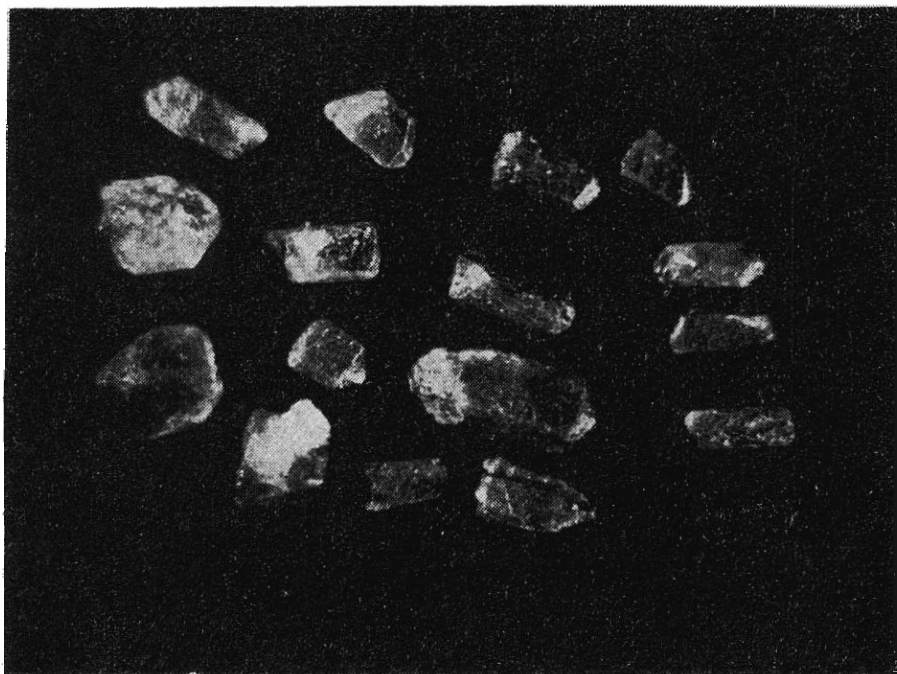


Fig. 6

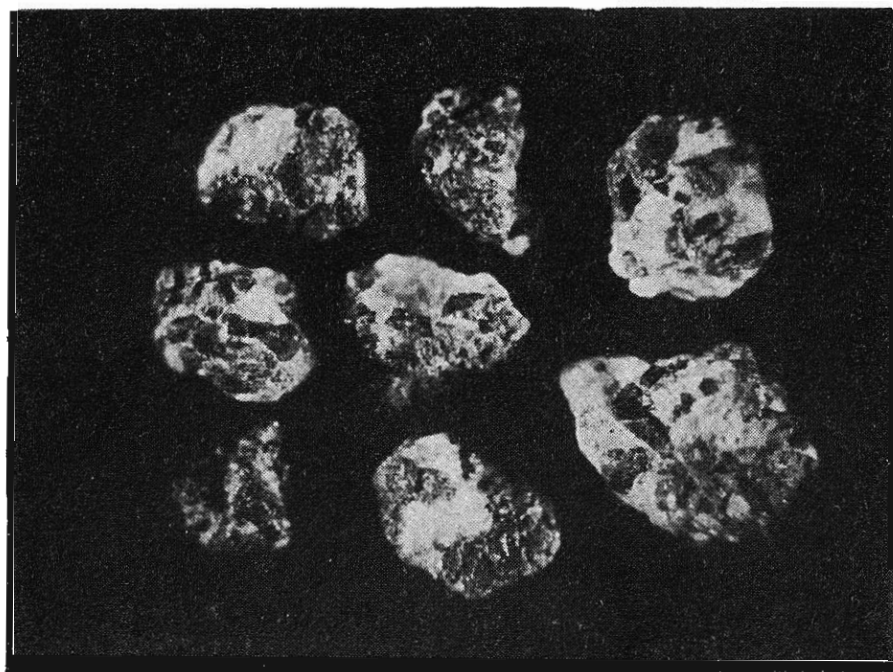


Fig. 7

Magdalena JĘCZMYK — Kasyteryt i inne minerały ciężkie w aluwiach potoku Brusznik



TABLICA III

Fig. 8. Szelit — ziarna mleczne nieprzeźroczyste lub przeświecające, w prawym górnym rogu kryształ całkowicie przeźroczysty. Aluwia potoku Brusznik; pow. około 25 ×

Scheelite — milky grains, opaque or transparent; in the right upper corner — a completely transparent crystal. Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 25

Fig. 9. Fluoryt. Aluwia potoku Brusznik; pow. 20 ×

Fluorite. Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. × 20

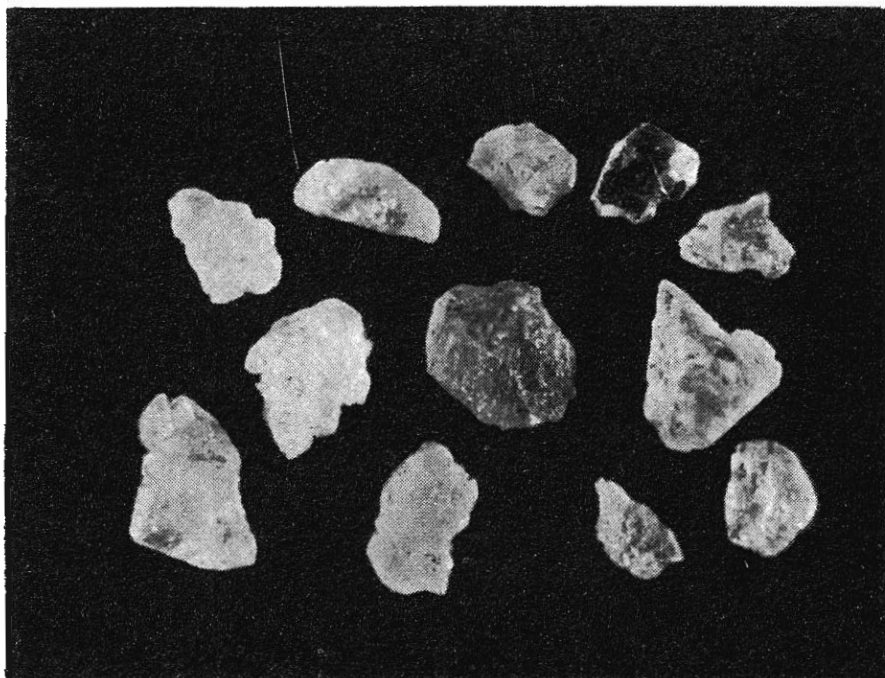


Fig. 8

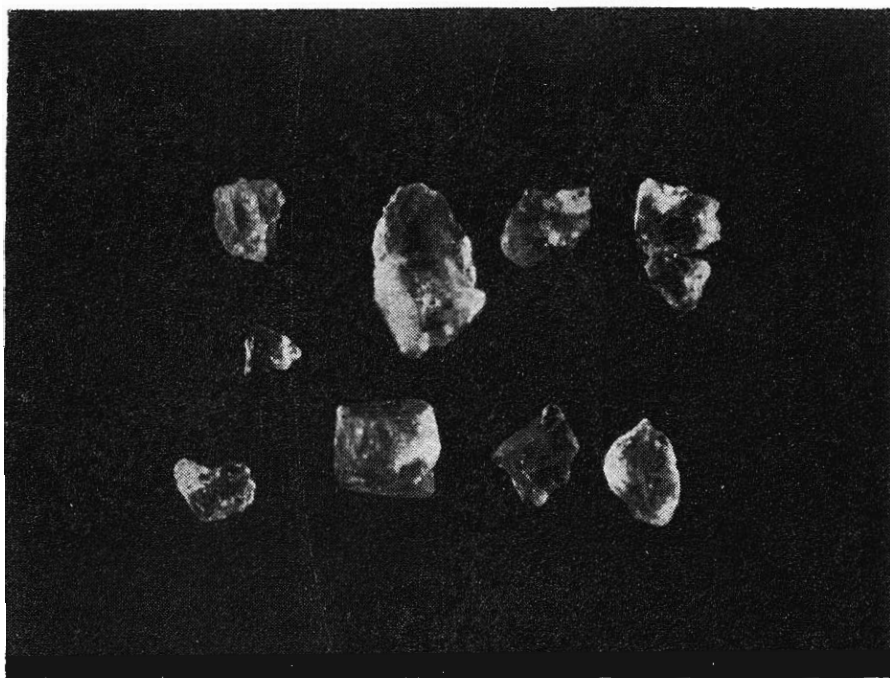


Fig. 9

Magdalena JEŹCZYK — Kasyteryt i inne minerały ciężkie w aluwiach potoku Brusznik

### TABLICA III

**Fig. 10. Złoto** — ziarna małe, średnie, duże wybrane z otworu K-11 (profil III). Aluwia potoku Brusznik; pow. około 25 ×

**Gold** — small, medium and large grains, sampled in bore hole K-11 (section II). Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 25

**Fig. 11. Rutył** — odmiana grubokrystaliczna nieprzeźroczysta, ciemnobrązowa (nigryn). Aluwia potoku Brusznik; pow. około 10 ×

**Rutile** — coarse-crystalline variety, opaque, dark brown in colour (nigrine). Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 10

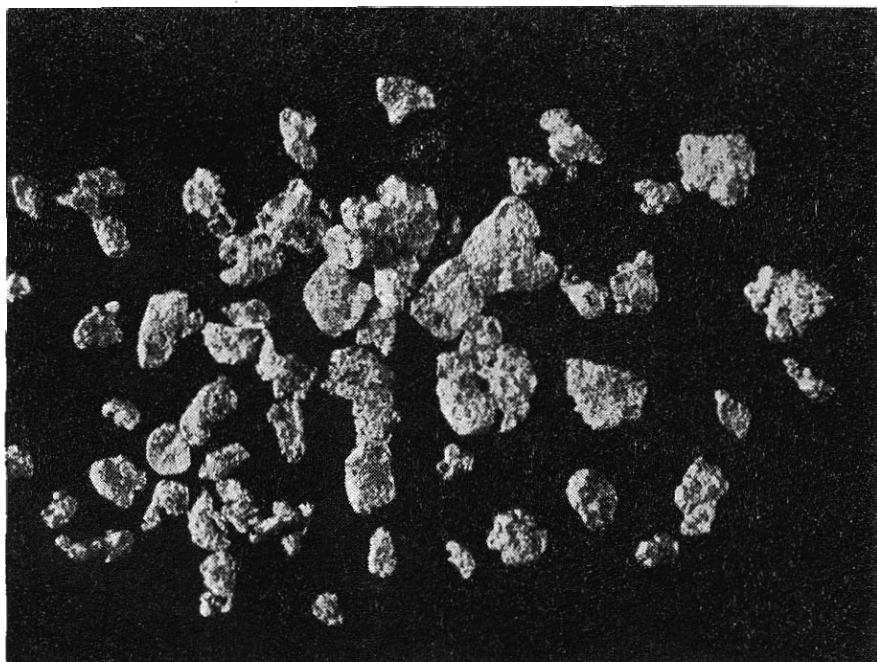


Fig. 10



Fig. 11

Magdalena JĘCZMYK — Kasyteryt i inne minerały ciężkie w aluwiach potoku Brusznik

#### TABLICA IV

Fig. 12. Topaz — z prawej strony zdjęcia zgrupowane kryształy bardzo dobrze obtoczone, przezroczyste, z lewej — ziarna odmiany drugiej, charakteryzujące się większymi rozmiarami, słabym stopniem obtoczenia i mniejszą przezroczystością. Aluwia potoku Brusznik; pow. około 20 ×

Topaz — to the right of the photograph are grouped well rounded, transparent crystals; to the left — grains of other variety, characterized by greater diameters, feeble rounding degree and less transparency. Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 20

Fig. 13. Stop łożyskowy Pb-Sn-Sb — formy występowania ziarn stopu. Aluwia potoku Brusznik; pow. około 15 ×

Ball-bearing alloy Pb-Sn-Sb. Occurrence forms of alloy grains. Alluvial deposits of the Brusznik stream; enl. approximately × 15

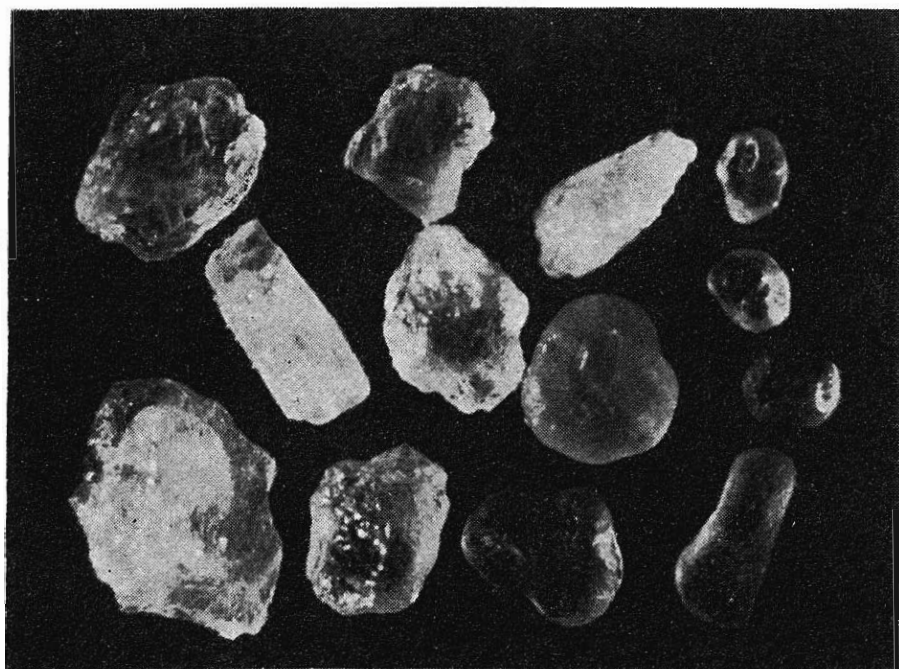


Fig. 12

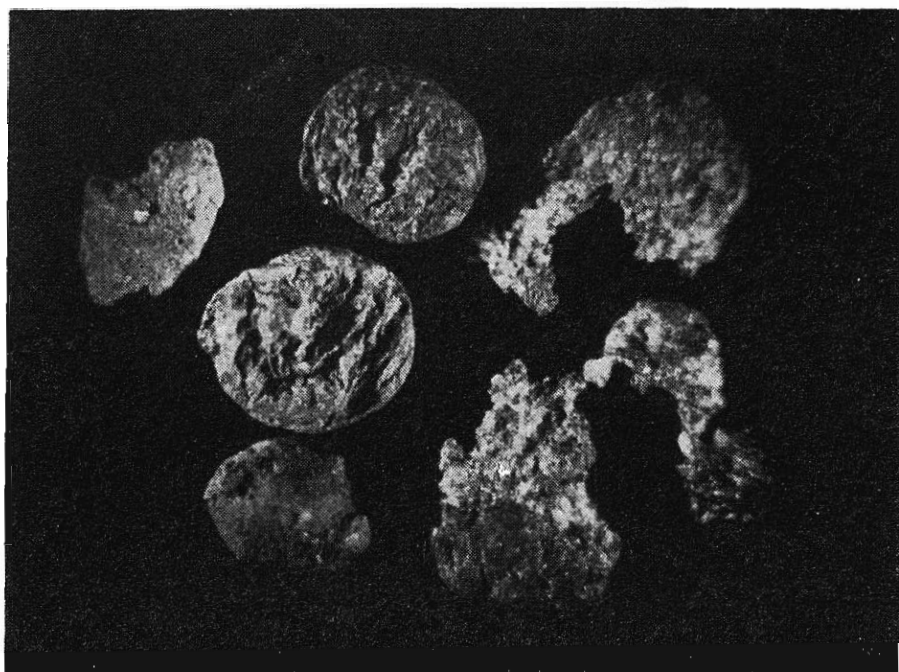


Fig. 13

Magdalena JĘCZMYK — Kasyteryt i inne minerały ciężkie w aluviach potoku Brusznik