

*Maria Korotaj*

## **PRZEKSZTAŁCENIA OSADU STOKOWEGO W ŚWIETLE ZMIAN UZIARNIENIA I STOPNIA OBŹOCZENIA ZIARN KWARCOWYCH**

Przemieszczanie materiału po stoku, charakter procesu, tempo i głębokość przekształceń są to zagadnienia wielokrotnie i pod różnym kątem analizowane. Badania dotyczące tego tematu prowadzono również na stoku wysoczyzny w okolicach Murzynowa koło Płocka, a analizę zmian oparto przede wszystkim na przekształceniach, jakie zostały zaobserwowane w osadzie stokowym. Do badań wybrano dwa stoki (fig. 1). Długość profilu założonego na stoku pierwszym wynosi około 700 m — poczynając od wysoczyzny, kończąc na wyższym tarasie Wisły (fig. 2). Jest to stok zbudowany z utworów piaszczystych. Profil jego jest niewyrównany, w części górnej jest wyraźne załamanie profilu. Poszczególne odcinki stoku charakteryzują się zmiennym nachyleniem od 3 do 14°. Najbardziej stroma jest część dolna profilu (14°), w części górnej natomiast nachylenia są rzędu 3°—6°. Stok jest wykorzystywany rolniczo — uprawia się tutaj jęczmień i żyto (jedynie na odcinku, na którym występuje załamanie profilu, jest nieużytkiem porośniętym trawą).

Stok drugi charakteryzuje się profilem wklęsłym (fig. 3). Jest znacznie krótszy od poprzedniego, długość jego wynosi 330 m, ma też większe nachylenia (2°—28°). Maksymalne wartości kąta spadku przypadają na część środkową stoku i wynoszą od 12° do 28°, najniższe wartości występują u podnóża i kształtują się w granicach od 2° do 7°. Stok ten również jest zbudowany z utworów piaszczystych, w części środkowej wzbogaconych w głązy, natomiast u podnóża piaski są podścielone gliną zwałową. Wykorzystanie gospodarcze tego stoku jest inne niż w przypadku stoku pierwszego. Wysoczyzna i część górna stoku jest porośnięta lasem, poniżej znajduje się łąka (częściowo na terenach o najwyższych spadkach). Podnóże stoku jest wykorzystane pod sad owocowy, częściowo zaś stanowi pole uprawne (uprawia się tu owies i jęczmień).

Przemieszczenia materiału po stoku zostały stwierdzone na podstawie

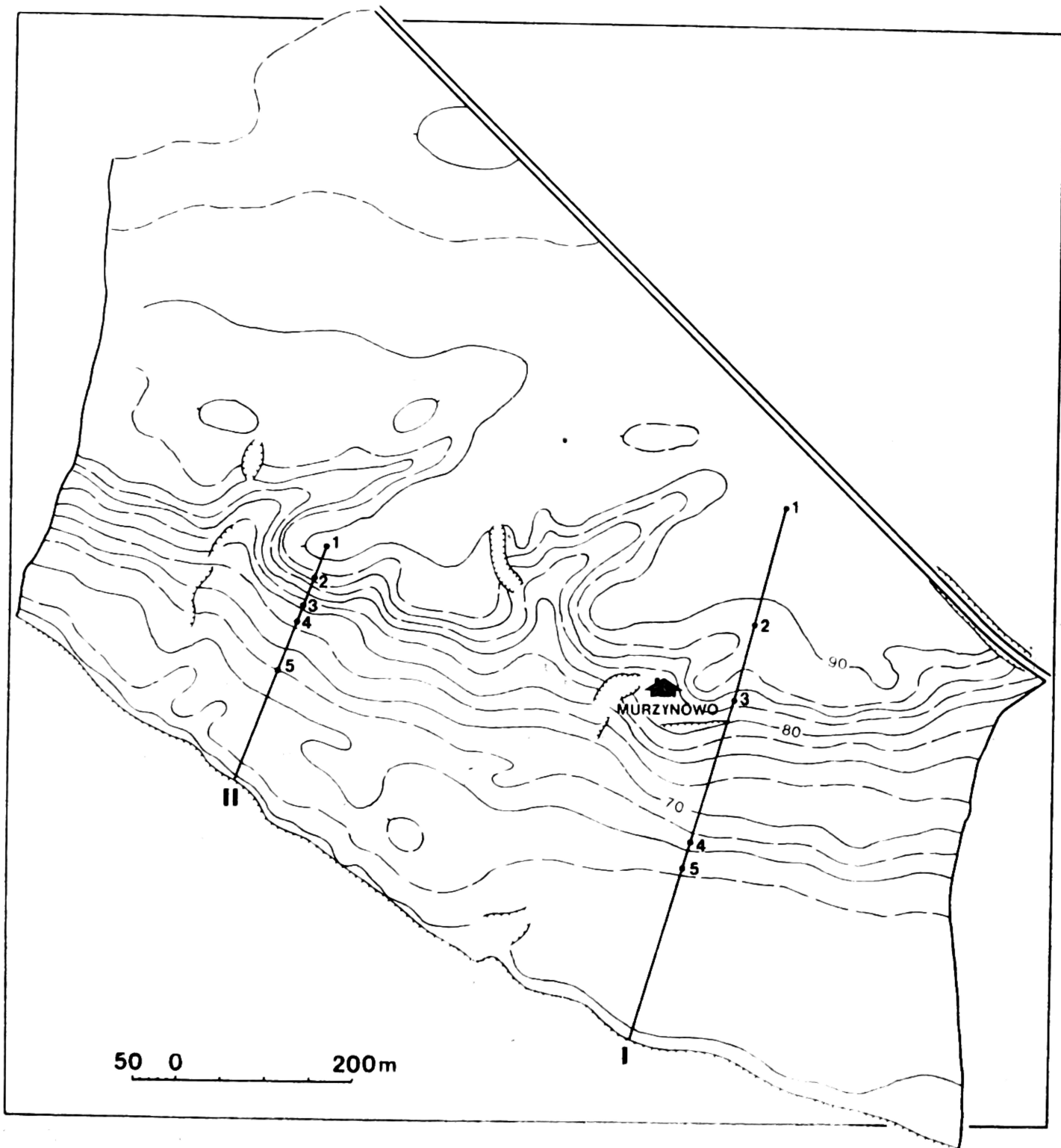


Fig. 1

Lokalizacja terenu badań: I, II — linie profili, 1, 2, 3, 4, 5 — wkopy

Location of investigated area: I, II — lines of profiles; 1, 2, 3, 4, 5 — diggings

zmian uziarnienia osadu i stopnia obtoczenia ziarn kwarcowych frakcji piaszczystej. Próbkę do analiz były pobierane w sposób następujący: na każdym stoku wykonano po pięć wkopów, z których pobrano próbki z głębokości 0,1 m, 0,3 m, 0,5 m, 0,7 m. Wkopy były zlokalizowane w ten sposób, aby były reprezentatywne dla poszczególnych odcinków stoku (fig. 1, 2, 3). Po pobraniu prób wykonano analizę uziarnienia i stopnia obtoczenia osadu.

Na podstawie wskaźników R. L. Folka i W. Warda (1957) można określić

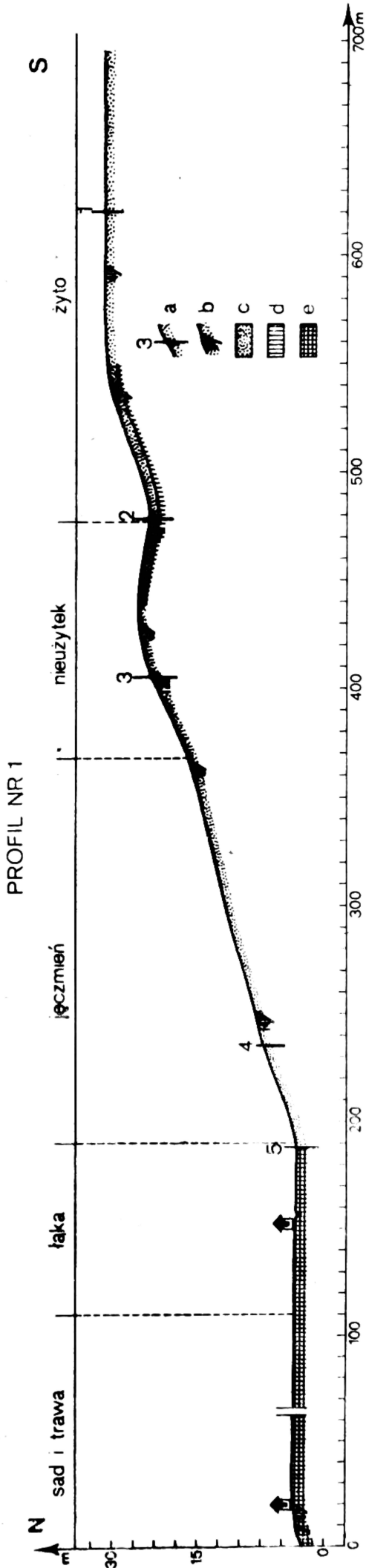


Fig. 2  
 Profil stoku nr I: a — lokalizacja wkopów, b — wartość kąta nachylenia zbocza, c — piaski drobnoziarniste, d — materiał organiczny, e — glina  
 Profile of hill-side No I: a — situation of diggings, b — the value of the slope gradient, c — fine-grained sand, d — organic material, e — clay



stopień wysortowania osadu, średnią średnicę ziarn oraz skośność. Generalnie w profilu pierwszym przeważa osad średnio i słabo wysortowany. Analizując zmiany wskaźnika wysortowania  $\delta_1$  w poszczególnych wkopach (tab. 1), można zauważyć, iż stopień wysortowania maleje wraz ze wzrostem głębokości. Na głębokości 0,1 m np. we wkopie 1 występuje osad średnio wysortowany, a na głębokości 0,7 m już słabo wysortowany. Ta sama prawidłowość pojawia się, gdy jest analizowany osad w dół

Tabela 1

Zestawienie wartości stopnia wysortowania  $\delta_1$  dla wkopów z profilu I i IIValues of the sorting degree  $\delta_1$  in the exposures of profiles I and II

m głębokość nr wkopu	Profil I					Profil II				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0,1	0,79	0,89	1,50	1,21	1,38	0,62	0,87	1,24	1,15	1,55
0,3	0,80	0,78	1,88	1,51	1,66	0,85	0,46	5,55	1,50	2,31
0,5	0,88	1,21	1,29	1,46	1,47	0,31	0,31	1,64	1,55	2,47
0,7	1,43	1,52	2,48	4,85	—	0,25	—	2,96	—	1,55

Tabela 2

Zestawienie wartości skośności  $S_k$  dla wkopów z profilu I i IIValues of skewness  $S_k$  in the diggings of profiles I and II

m głębokość nr wkopu	Profil I					Profil II				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0,1	0,20	-0,07	-0,47	-0,53	0,01	-0,59	-0,56	-0,50	-0,69	-0,33
0,3	-0,08	0,22	1,95	-0,28	-0,5	-0,46	-0,59	1,22	-0,52	2,17
0,5	0,10	-0,18	-0,21	-0,37	-0,02	-0,28	-0,25	-0,19	-0,49	1,10
0,7	-0,50	0,03	1,43	—	—	-0,09	—	0,3	—	-0,18

stoku. W niższych partiach stoku występuje osad gorzej wysortowany. Świadczy to o dość znacznej zmienności dynamiki transportu materiału. Jedyne zachwianie tej prawidłowości występuje we wkopie 3, który był wykonany na załamaniu profilu nr 2. Wskaźnik skośności  $S_k$  w przeważającej części ma wartości ujemne (tab. 2). Świadczy to o dominacji frakcji gruboziarnistej nad frakcją o maksymalnej częstotliwości. Wskaźnik  $M_z$  (średnia średnica ziarn wyrażona jak i poprzednie wskaźniki w skali  $\Phi$ ) maleje

wraz z głębokością, a także maleje w dół stoku. Świadczyłoby to o zmieniającej się sile środowiska transportującego materiał po stoku. Im głębiej i niżej na stoku — tym ziarno robi się coraz grubsze. Po zestawieniu wskaźnika  $M_z$  ze wskaźnikiem  $\delta_1$  obserwuje się następującą prawidłowość: wzrastającej średnicy ziarn (malejące wartości  $M_z$ ) towarzyszy spadek stopnia wysortowania osadu (wzrasta wartość  $\delta_1$ ). Prawidłowość ta zachodzi zarówno, gdy są analizowane utwory w poszczególnych wkopach — w głąb, jak również gdy analizujemy osad w dół stoku (na różnych głębokościach).

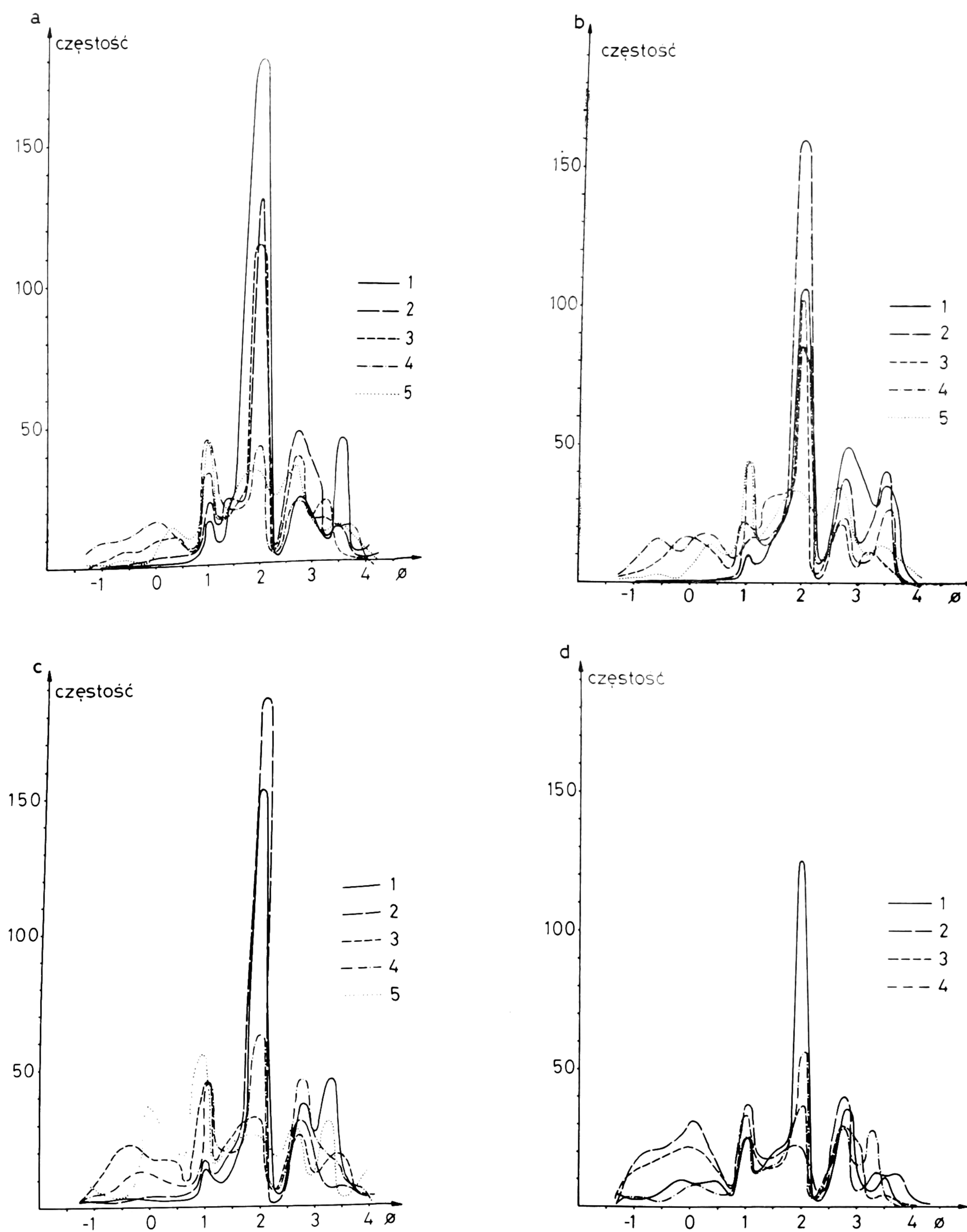
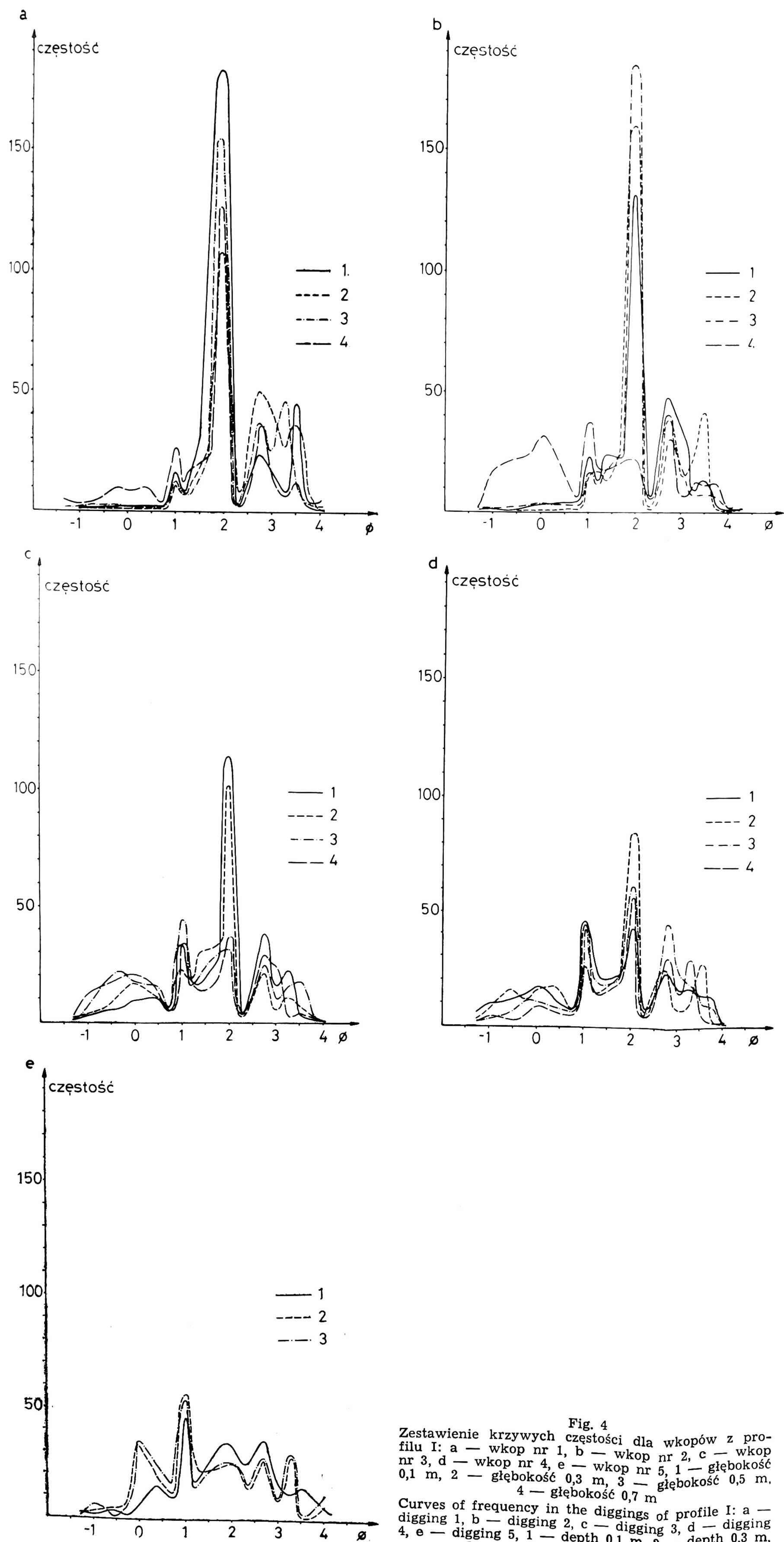
W górnej części profilu stoku przeważa materiał podlegający sortowaniu, natomiast w partiach dolnych występuje gorzej wysortowany osad deluwialny. Ta sama prawidłowość występuje, gdy jest analizowana zmiana osadów wraz z głębokością. W części przypowierzchniowej osad jest znacznie lepiej wysortowany niż w głębszych partiach. Wszelkie zmiany w składzie granulometrycznym najlepiej są widoczne na krzywych częstości. Z interpretacji tych krzywych można wnioskować o przekształcaniach postępujących zarówno w głąb, jak również w dół stoku. Dla profilu pierwszego są charakterystyczne wielomodalne krzywe częstości (fig.

Tabela 3

Zestawienie wartości średniej średnicy ziarn  $M_z$  dla wkopów z profilu I i II  
Mean values of grain diameter  $M_z$  in the diggings of profiles I and II

m głębokość nr wkopu	Profil I					Profil II				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0,1	2,03	1,83	1,30	0,88	1,80	1,15	1,30	0,50	1,05	1,50
0,3	2,27	2,02	0,77	1,10	1,08	3,23	1,42	—	1,02	—
0,5	2,10	1,75	1,08	1,38	1,27	1,50	1,50	1,28	0,6	—
0,7	1,27	0,97	—	—	—	1,93	—	—	—	1,13

4a, b, c, d, e) z jedną dominującą modą. Przy analizie krzywych częstości dla osadów z poszczególnych wkopów zauważyć można dużą zmienność, np. na głębokości 0,1 m krzywa częstości dla osadów z wkopu 1 (fig. 4a) ma cztery mody. Dominuje frakcja o wartości 1,5—2,2  $\Phi$ , ale już na głębokości 0,7 m, chociaż nadal zaznacza się przewaga frakcji 1,5—2,2  $\Phi$ , to trzy pozostałe mody obejmujące frakcje 0,75—1,25  $\Phi$  i 2,5—4,0  $\Phi$  są znacznie wyraźniejsze niż na głębokości 0,1 m. Jeżeli przeanalizuje się zmiany wykresów krzywych częstości w dół stoku (fig. 5a, b, c, d), to zauważyć można, iż chociaż mamy do czynienia w większości wypadków z układem wielomodalnym, to w dolnej części profilu (wkop 4 i 5) jest



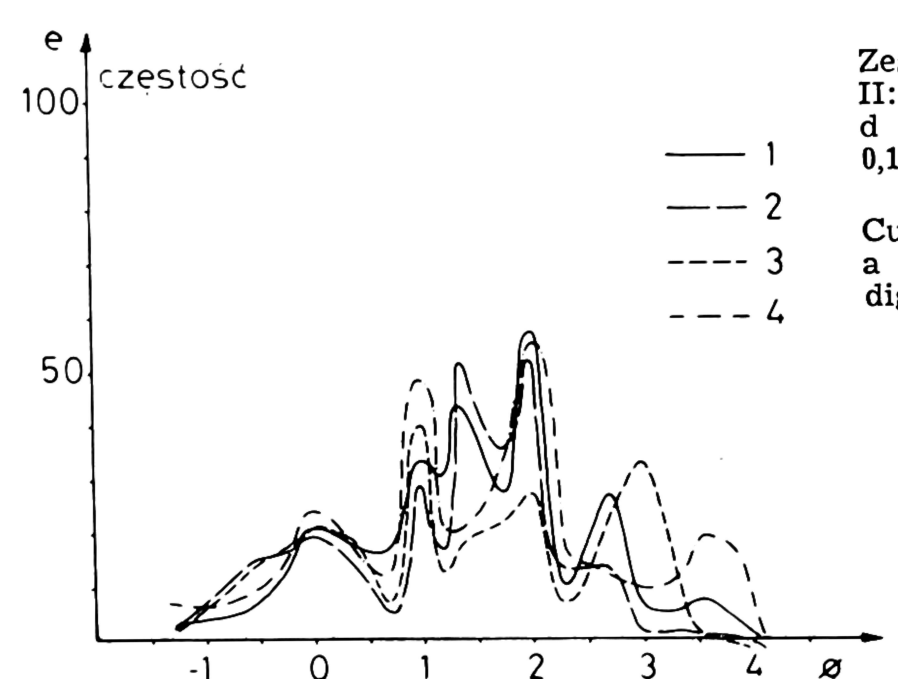
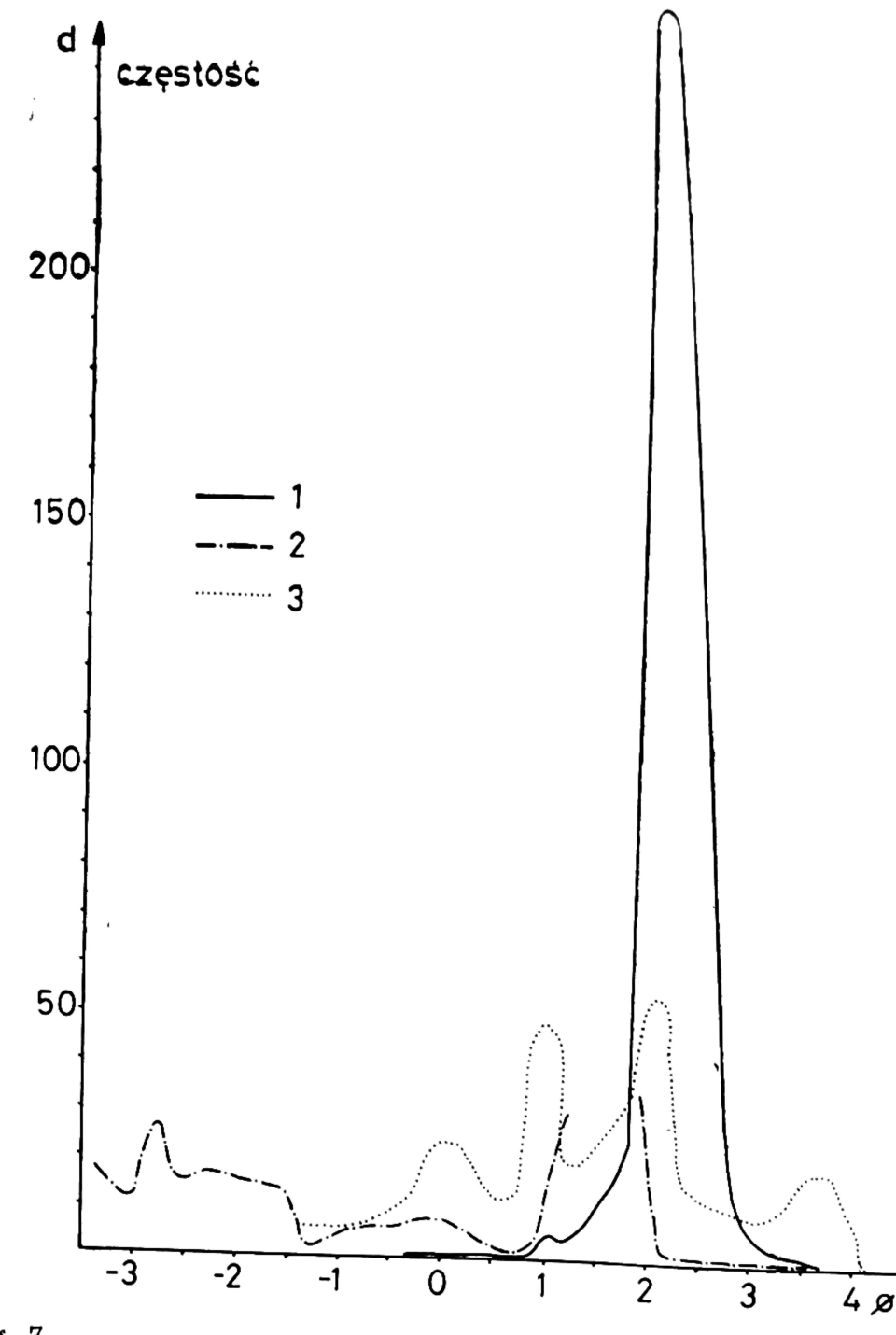
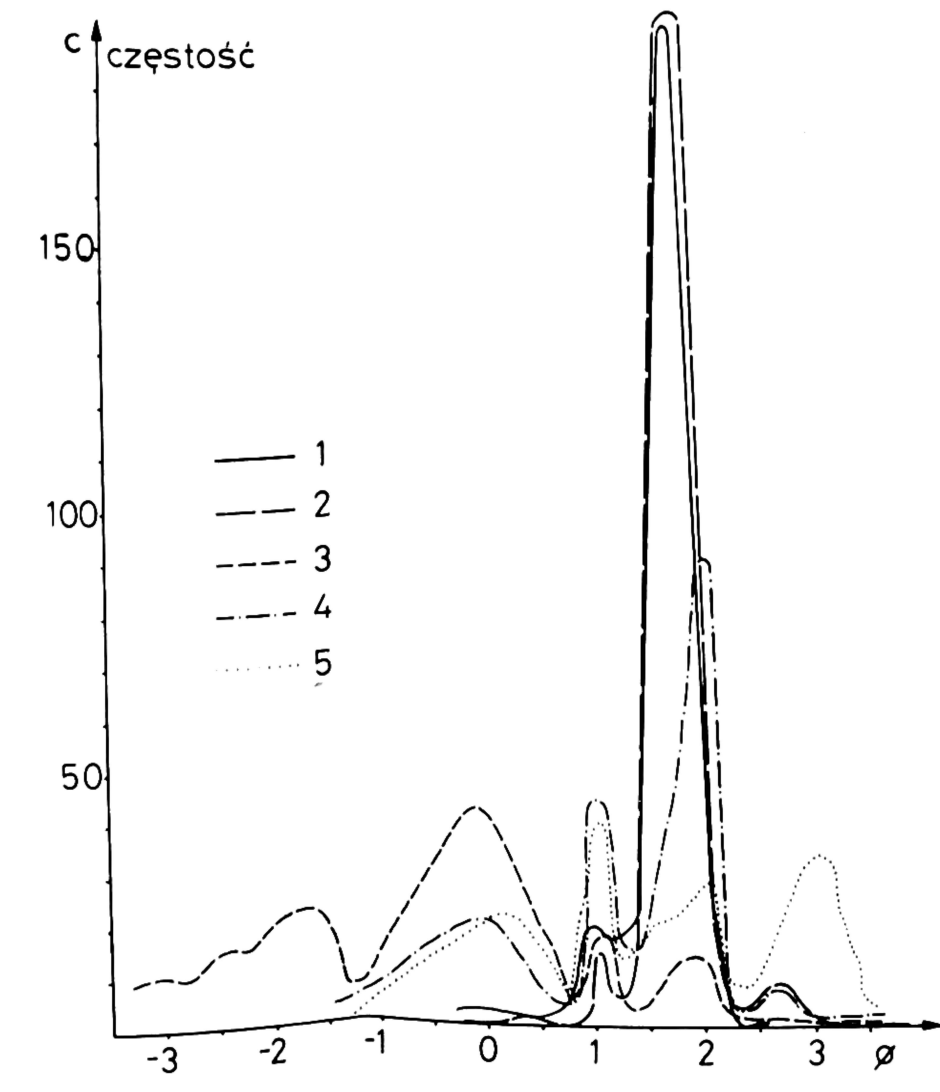
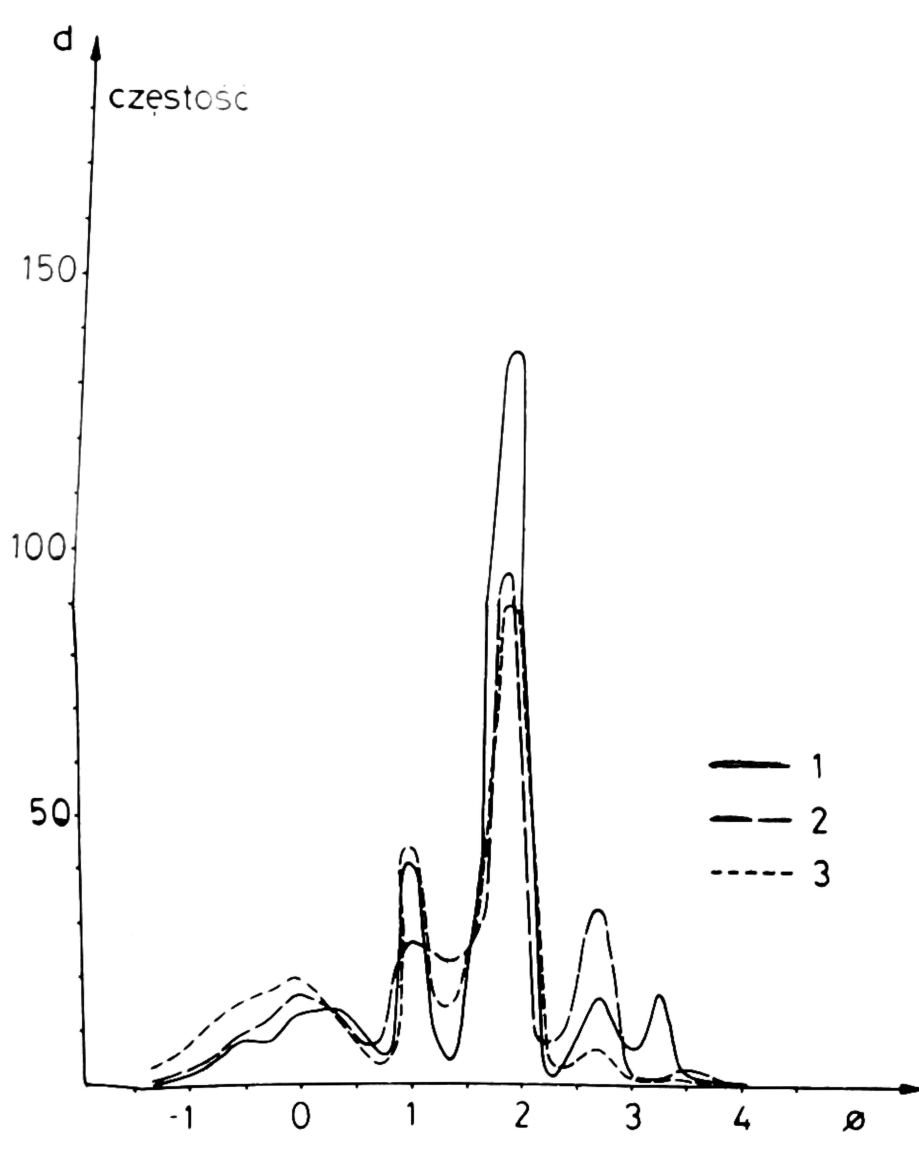
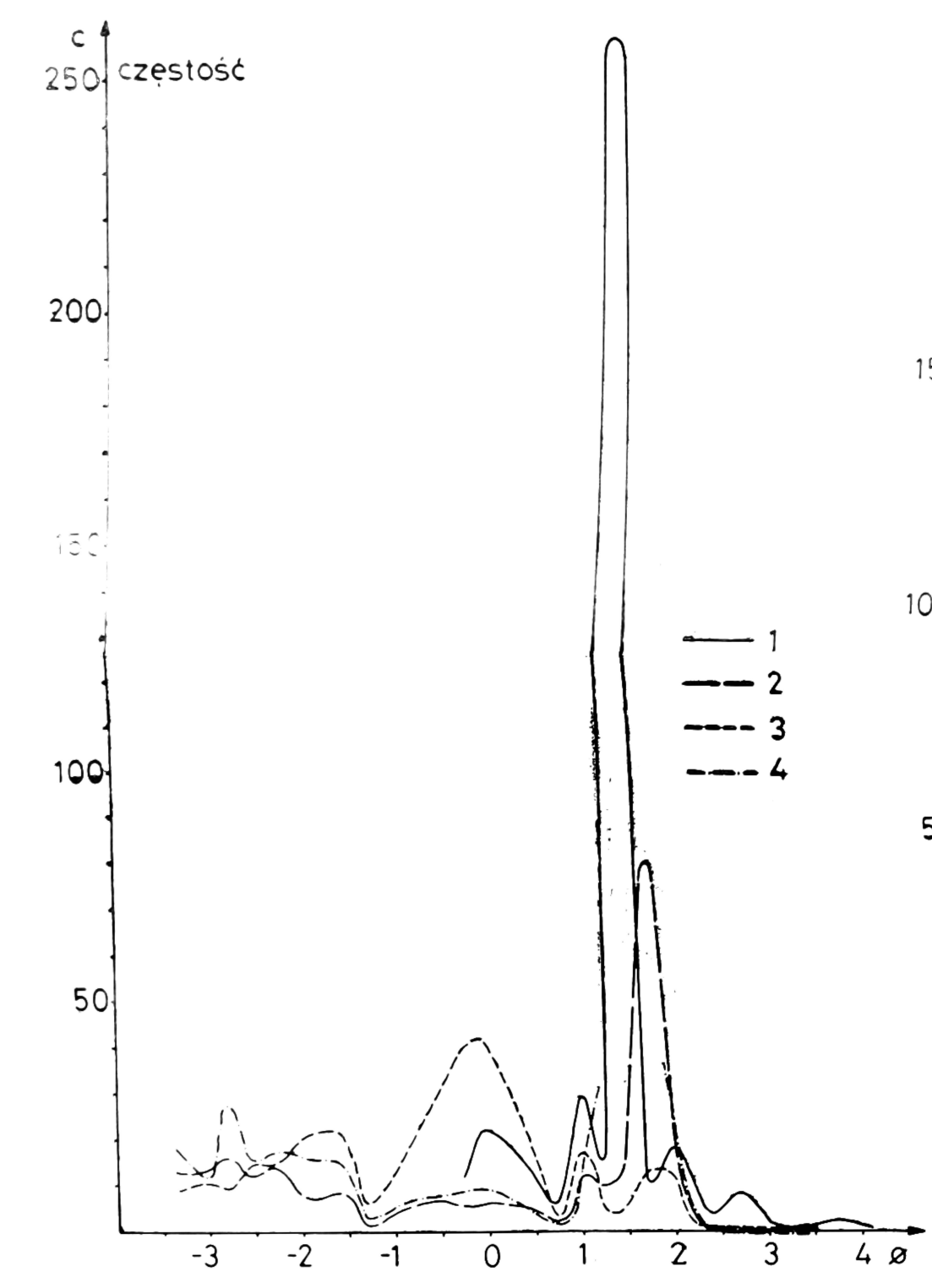
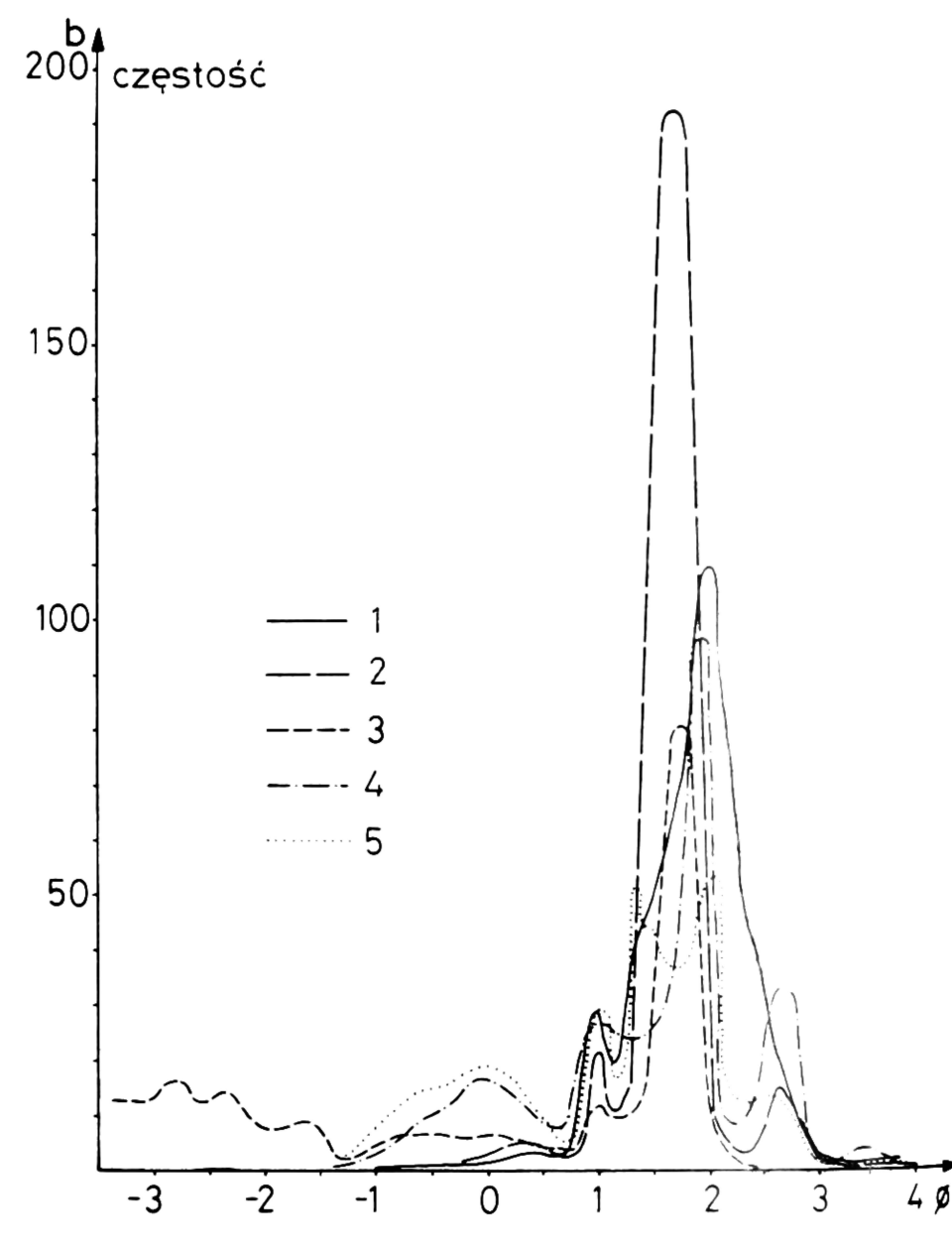
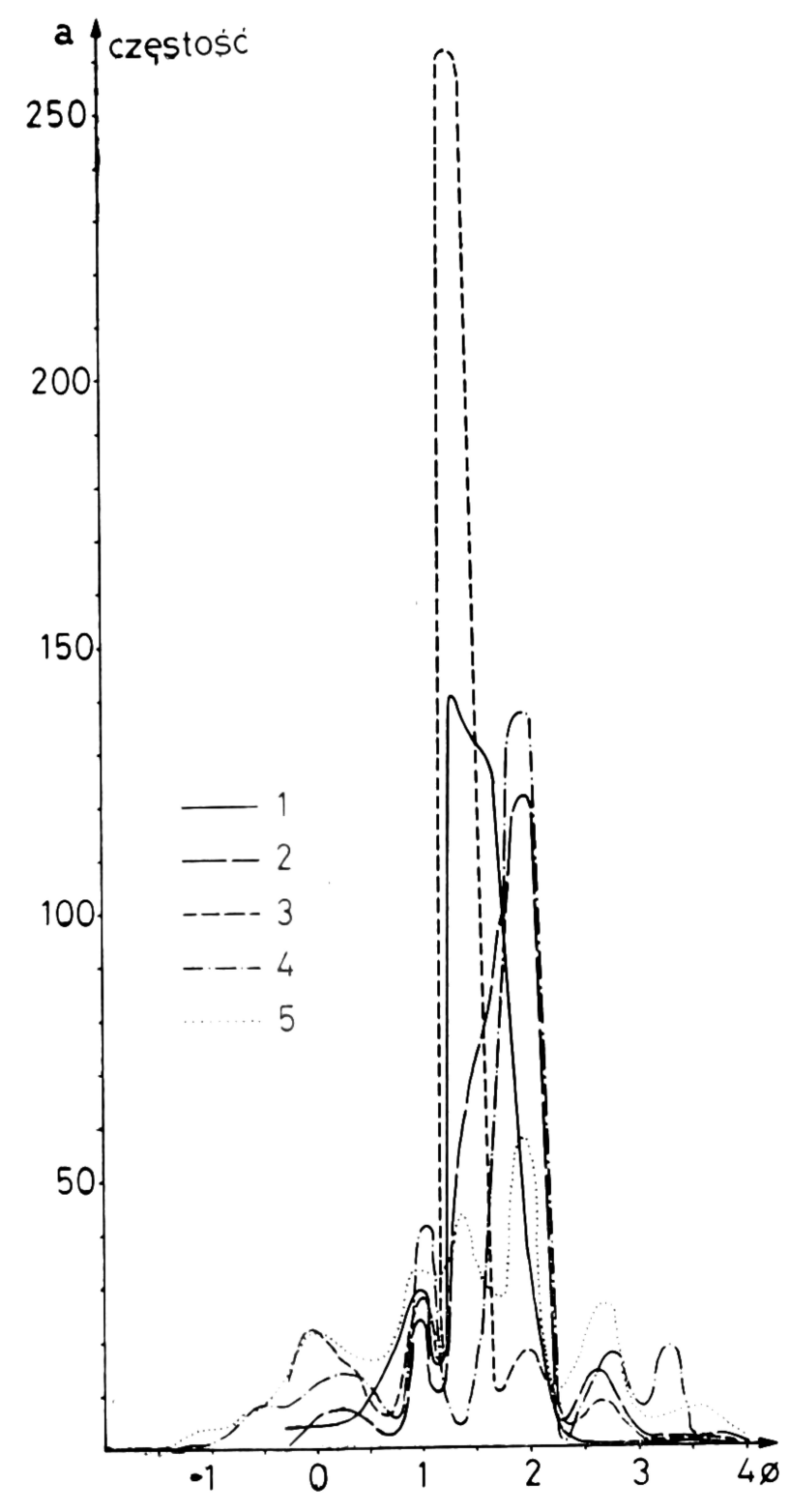
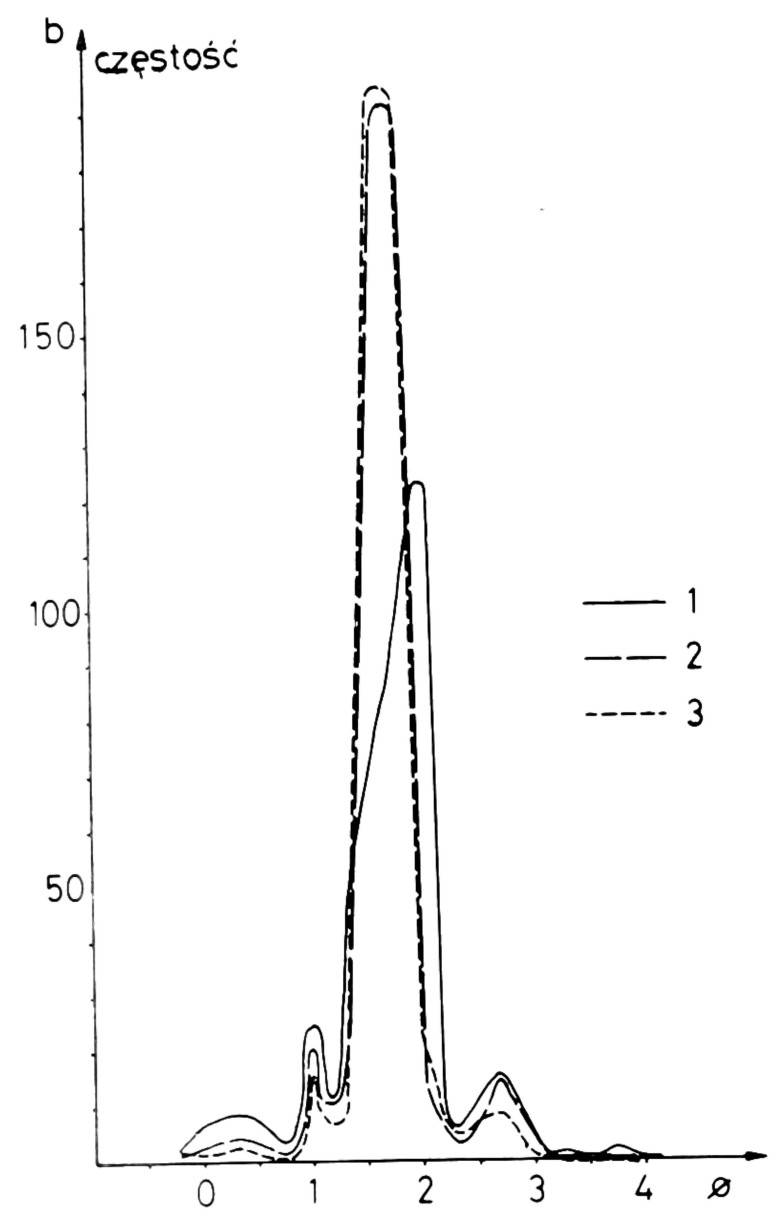
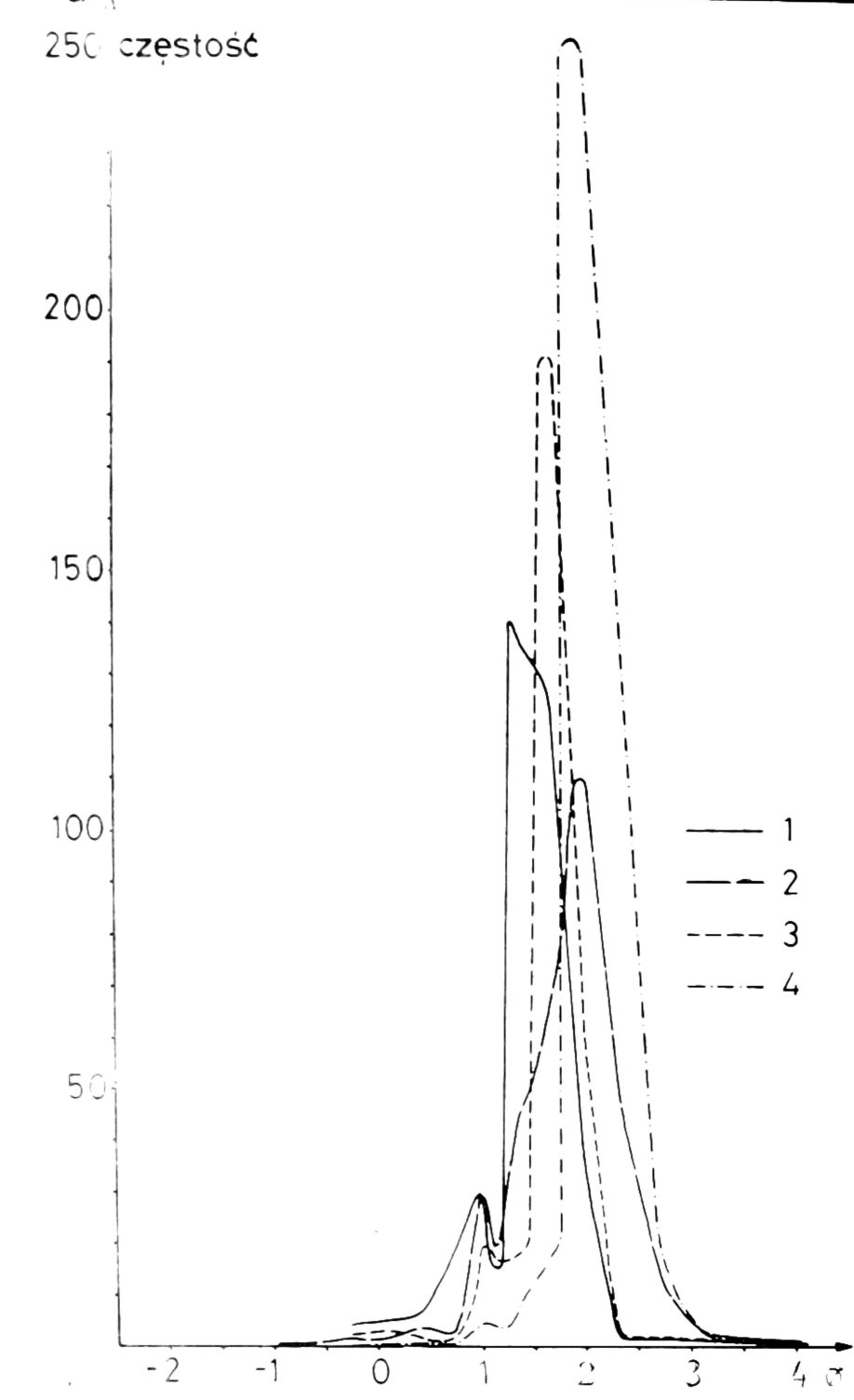


Fig. 6  
Zestawienie krzywych częstosci dla wkopów z profilu II: a — wkop nr 1, b — wkop nr 2, c — wkop nr 3, d — wkop nr 4, e — wkop nr 5, 1 — głębokość 0,1 m, 2 — głębokość 0,3 m, 3 — głębokość 0,5 m, 4 — głębokość 0,7 m  
Curves of frequency in the diggings of profile II: a — digging 1, b — digging 2, c — digging 3, d — digging 4, e — digging 5, 1 — depth 0.1 m, 2 — depth 0.3 m, 3 — depth 0.5 m, 4 — depth 0.7 m

Fig. 7  
Zestawienie krzywych częstosci dla wkopów z profilu II: a — z głębokości 0,1 m, b — z głębokości 0,3 m, c — z głębokości 0,5 m, d — z głębokości 0,7 m, 1 — wkop nr 1, 2 — wkop nr 2, 3 — wkop nr 3, 4 — wkop nr 4, 5 — wkop nr 5  
Curves of frequency in the diggings of profile II: a — at the depth of 0.1 m, b — at the depth of 0.3 m, c — at the depth of 0.5 m, d — at the depth of 0.7 m, 1 — digging 1, 2 — digging 2, 3 — digging 3, 4 — digging 4, 5 — digging 5



to układ wielomodalny, ale bez wyraźnej dominacji jakiejkolwiek frakcji. I ta prawidłowość występuje zarówno na głębokości 0,1 m, jak i 0,7 m. Stąd wniosek, iż materiał pochodzący z wkopu 5 jest różny od materiału występującego w częściach wyższych stoku. Przy porównaniu materiału pochodzącego z górnej części stoku (wkop 1) i najniższej (wkop 5) widać więc wyraźnie różnice. W dole stoku dominuje materiał mający rozkład wielomodalny, ale bez dominacji jakiejkolwiek frakcji. Natomiast w części górnej występuje rozkład z dominacją jednej mody, czyli że są to podobne zmiany, jakie zachodzą, gdy analizuje się osad w głąb jednego wkopu.

Z analizy wskaźników uziarnienia dla profilu drugiego widać, iż występują tu takie same zależności jak na omówionym profilu pierwszym. Też jest to osad średnio i słabo wysortowany, o ujemnej skośności i zmieniającym się wskaźniku  $M_z$  (tab. 1, 2, 3). Natomiast z analizy krzywych częstości widać, iż w górnej części stoku dominują właściwie układy jedno- i dwumodalne (fig. 6a, b), a dopiero w części środkowej stoku (do wkopu 3) pojawia się układ wielomodalny (fig. 6c, d). Natomiast jeżeli chodzi o wkop 5, na samym dole profilu, jest to przypadek taki sam, jaki wystąpił w profilu pierwszym — rozkład wielomodalny bez wyraźnie zaznaczonej mody (fig. 6e). W części górnej dominacja jednej mody przypada we wkopie 1 na frakcję 1,2—2,8  $\Phi$  (w zależności od głębokości), we wkopie 2 na frakcję 1,2—2,2, czyli podobnie jak w profilu pierwszym (fig. 7).

Poza analizą uziarnienia została przeprowadzona także analiza stopnia obtoczenia ziarn kwarcu we frakcji 0,5  $\Phi$ —0,75  $\Phi$  przy użyciu graniformametry spychaczowego wg Krygowskiego. Wskaźnik obtoczenia waha się w granicach 554—1150. Generalnie w górnej części profilu osad prezentuje graniasty typ obróbki ( $W_o = 554—687,5$ ), w dolnej typ pośredni ze śladami obróbki ( $W_o = 858—1150$ ). Jest to więc osad należący do typu młodocianego (część górna profilu) i dojrzałego (część dolna). Po zestawieniu wskaźnika obtoczenia i stopnia wysortowania otrzymano wykres zbliżony swoim układem do wykresu charakterystycznego dla osadów deluwialnych (fig. 8).

Na podstawie analizy granulometrycznej i stopnia obtoczenia można wnioskować o przekształceniach osadu zachodzących na stoku. Pierwsza wyraźnie zaznaczająca się prawidłowość to zmiana stopnia wysortowania osadu. Stopień wysortowania materiału rośnie od spągu wkopów ku stropowi, czyli że utwór wyjściowy (źródłowy) jest słabiej wysortowany niż pokrywowy. W materiale pokrywowym zachodzące procesy splukiwania sortują osad, zwiększając tym samym jego stopień wysortowania w stosunku do osadu źródłowego.

Druga prawidłowość to wzbogacenie materiału w dolnej części stoku

we frakcję grubą. W dół stoku zmniejsza się wysortowanie osadu i rośnie średnica ziarn. Na tych odcinkach stoku, gdzie to zjawisko zachodzi, można mówić o przewadze akumulacji (zbliżonej do akumulacji, jaką można obserwować w stożkach napływowych), natomiast w strefie przędzającej zaznacza się przewaga denudacji.

Trzecia prawidłowość to zmiana wskaźnika obtoczenia. Wskaźnik ten przede wszystkim informuje, iż jest to osad prawie wcale nie obtoczony, a jedynie w najniższych częściach stoku pojawia się materiał ze śladami obróbki. Z zestawienia wskaźnika wysortowania i obróbki widać, że ge-

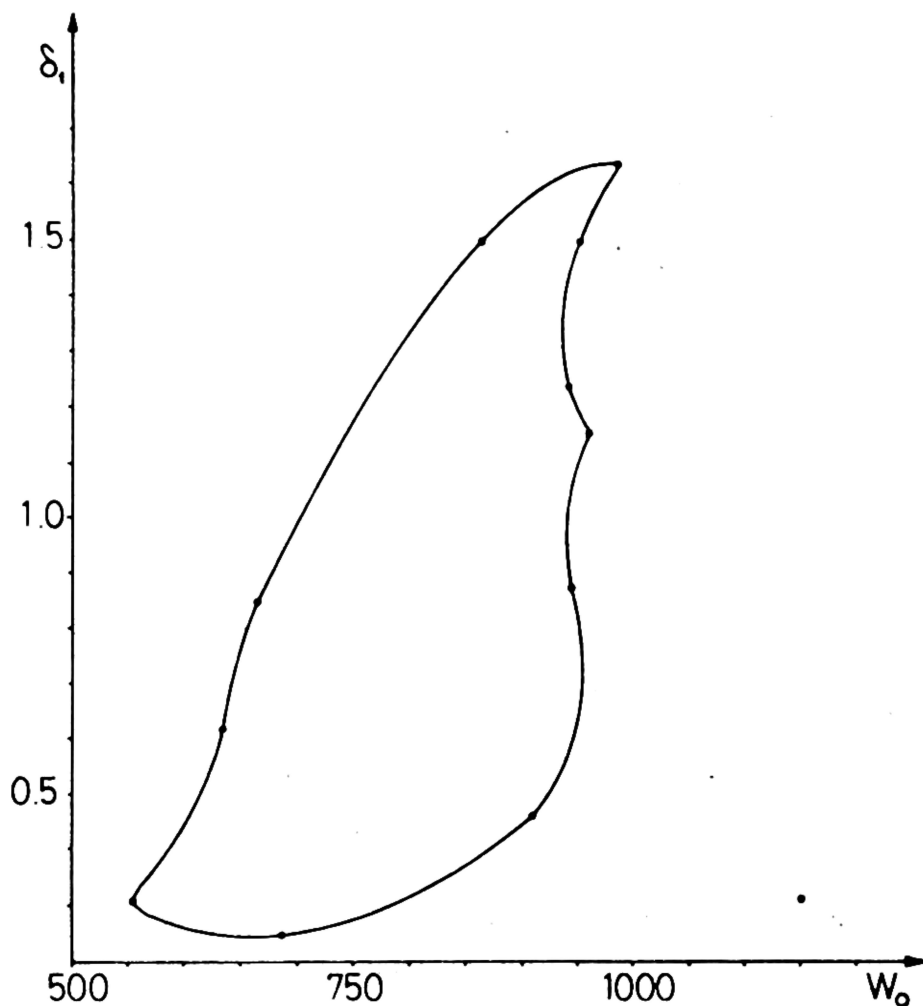


Fig. 8

Zestawienie wskaźników stopnia wysortowania  $\delta_1$  i obtoczenia  $W_0$  ziarn kwarcu

Indices of the sorting degree  $\delta_1$  and rounding degree  $W_0$  of quartz grains

neralnie wraz ze wzrostem wysortowania maleje obtoczenie ziarn kwarcowych. Świadczyć to może o zachodzącym procesie sortowania. Ziarna słabiej obtoczone w momencie zachodzenia splukiwania zachowują się bardziej stabilnie — są „nieruchliwe”. W związku z tym można obserwować w osadach stoku denudacyjnego w materiale lepiej wysortowanym przewagę ziarn słabiej obtoczonych (niskie wskaźniki wysortowania). Natomiast na odcinkach stoku z przewagą akumulacji w materiale wystę-

pują ziarna lepiej obtoczone, które mogą w większym stopniu podlegać przemieszczeniom.

Analizowany osad znajduje się pod wpływem zarówno procesów stokowych (spłukiwanie), jak i procesów glebowych (stąd zmiany w głąb i w dół). Opracowane zostały jedynie dwa profile, ale wydaje się, iż analiza wskaźników uziarnienia i obtoczenia może być stosowana przy badaniach przekształceń stoków w celu wykazania mikrozmian zachodzących na powierzchni nachylonej.

#### LITERATURA

- Mycielska-Dowgiało E., 1961, *Najnowsze metody badań granulometrycznych na Węgrzech*, Czasop. Geogr. 32.
- Mycielska-Dowgiało E., 1963, *Pomiary stopnia obtoczenia ziarn piasku i zastosowanie ich do badań geomorfologicznych*, Przegl. Geogr. 35.
- Mycielska-Dogwiało E., 1980, *Wstęp do sedimentologii (dla geografów)*, WSP, Kielce.

*Maria Korotaj*

#### TRANSFORMATION OF HILL-SIDE DEPOSITS IN THE LIGHT OF CHANGES IN THE GRANULATION AND ABRASION DEGREE OF QUARTZ GRAINS

##### Summary

Basing on two profiles an analysis of hill-side material was carried out. The shift of the deposit along the hill-side was stated on the grounds of changes in granulation and in the degree of abrasion of quartz grains of the sandy fraction. Changes occurring in the degree of sorting and abrasion of the material are connected with the washing process and with the type of the section of the hill-side where the process occurs. The degree of material sorting rises from the bottom of the diggings toward their roof. That means that the source formation is worse sorted than the covering in which the washing process occurs. In the part of the hill-side where accumulation prevails the grains are better rounded and can be displaced more easily. Instead, on the denudation side there occur worse rounded grains in a better sorted material.