

OCENA WYBRANYCH ZMIENNOŚCI CECH LITOLOGICZNYCH W OSADACH RZECZNYCH DOLNEGO BIEGU PILICY

UKD 551.312.3:552.142/143:549.514.51+549.903.12(438-191.2 Pilica)

W ramach opracowywania współczesnych aluwów doliny Pilicy (6) podjęto próbę oceny stopnia zróżnicowania wybranych własności litologicznych utworów rzecznych zarówno w facji korytowej, jak i powodziowej. Opróbowanie wykonano następująco: w rejonie Nowego Miasta, Woli Pobiedzińskiej i Białobrzegów poprowadzono poprzeczne przekroje przez całą szerokość doliny Pilicy. Pobrano także próbki z dna koryta rzeki. Ponadto na łachach śródkorytowych (w miejscowości Góra i Pacew) założono sieć pomiarową w kształcie tzw. dywaników pomiarowych o boku podstawowym 1,5 i 2,0 m (ryc. 1). Łącznie pobrano 36 próbek z powierzchni łachy (dywanik Góra) oraz 4 z dna koryta, a z łachy Pacew 20 próbek (dywanik) i 7 z dna koryta. Natomiast wzdłuż linii przekrojów pobrano: w Nowym Mieście 54 próbki, w Woli Pobiedzińskiej 80 próbek, w Białobrzegach 84 próbki.

Ten sposób opróbowania dawał możliwość oceny dodatkowych cech osadów korytowych, mianowicie wielkości zmian cech litologicznych osadów w jednym przekroju w porównaniu ze zmiennością między przekrojami. Z pobranych próbek wykonano analizę uziarnienia, obtoczenia i fizjografii ziarn kwarcu, analizę minerałów ciężkich, składu mineralno-petrograficznego, zawartości węglanów i substancji organicznych, a także analizy geochemicznej.

Badania te pozwoliły na określenie całego zespołu cech osadów, wyrażonych za pomocą różnych współczynników matematycznych. Wszystkie wyniki analiz uziarnienia, obtoczenia ziarn kwarcu i składu minerałów ciężkich opracowano statystycznie, wyliczając poziom ogólny wartości (średnia arytmetyczna $\bar{x}$), miary dyspersji (odchylenie standardowe δ), wariancję oraz współczynnik zmienności (Wz). W celu oceny ilościowej wielkości zróżnicowania cech litologicznych i sprawdzenia słuszności przyjętych hipotez o zróżnicowaniu wewnątrz jednej facji, między facjami tego samego przekroju oraz między facjami różnych przekrojów — zastosowano metodę analizy wariancji (test F. Snedecora).

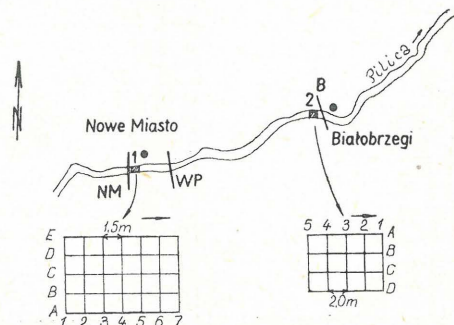
UZIARNIENIE OSADÓW

Analiza uziarnienia wykazała, że osady rzeczne w dolnym biegu Pilicy są zróżnicowane. Są one reprezentowane głównie przez piaski, piaski pylaste, a rzadziej piaski pylasto-ilaste i mułki (Wola Pobiedzińska). W przekroju Nowe Miasto (NM) większość osadów dna Pilicy tworzą piaski drobnoziarniste, chociaż dość częste są też piaski gruboziarniste. Na łasze (Góra), z której pobrano próbki dywanikowe, przeważają piaski grubo- i średnioziarniste, wyjątkowo występują piaski drobnoziarniste. Wysortowanie ich, bez względu na wielkość ziarna, mieści się w klasie umiarkowanej (0,74—0,82). Charakteryzują je krzywe rozkładu o skośności dodatniej, są mezokurtyczne (0,84—0,92).

Wyniki analiz uziarnienia z łach śródkorytowych (Góra, Pacew) uporządkowano wg charakteru szeregów rozdzielczych. Krzywe rozkładu dla wymienionych dywaników przedstawia ryc. 2. Zróżnicowanie osadów w dnie doliny potwierdza charakter uziarnienia utworów w przekroju Białobrzegi (B), gdzie obok piasków i piasków pylastych występują utwory typu glin piaszczystych i pylastych. Wśród osadów piaszczystych przeważa frakcja drobna, a wszystkie rodzaje osadów mają wyraźnie gorsze wysortowanie. W piaskach korytowych analizowanych na łasze (Pacew) dominuje również frakcja grubego i średniego piasku, ale brak wyraźnej przewagi jednej z nich. Wysortowanie mieści się w tym samym przedziale jak w piaskach z łachy (Góra).

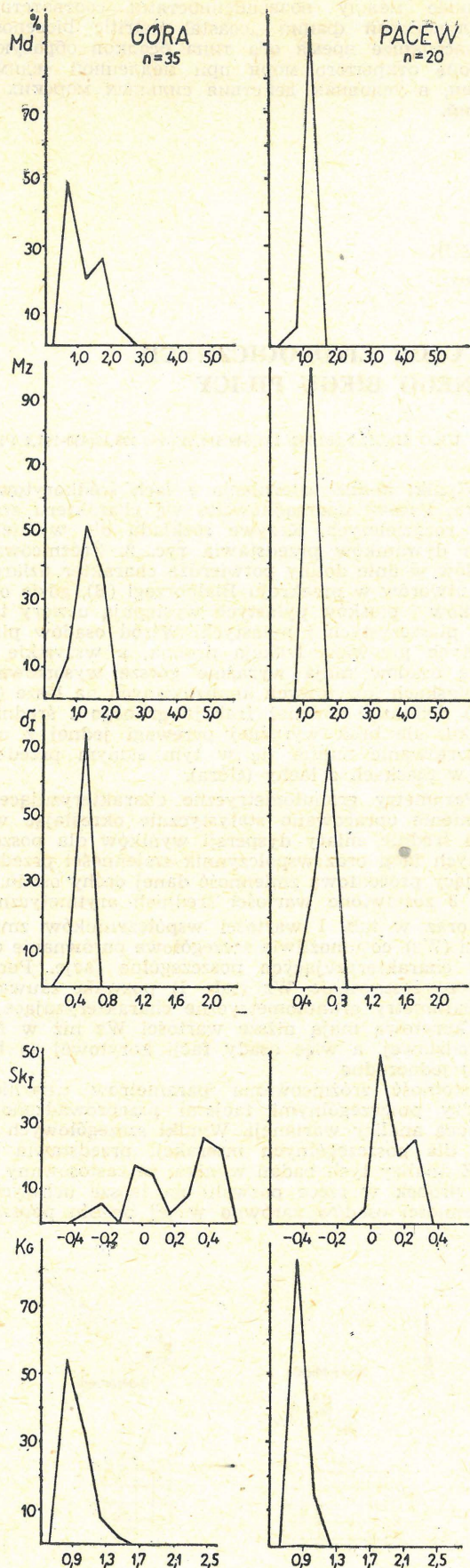
Parametry granulometryczne charakteryzujące uziarnienie opracowano statystycznie określając wartości średnie, miary dyspersji wyników dla poszczególnych facji oraz współczynnik zmienności przedstawiający procentową zmienność danej cechy osadu. Na ryc. 3 zestawiono wartości średnich arytmetycznych ($\bar{x}$) oraz w tab. I wartości współczynników zmienności (Wz), co umożliwia szczegółowe porównanie osadów charakteryzujących poszczególne facje. Porównawcze zestawienie Wz (tab. I) pozwala zauważyć, że parametry granulometryczne charakteryzujące fację korytową mają niższe wartości Wz niż w facji powodziowej, a więc osady facji korytowej są bardziej jednorodne.

Istotność zróżnicowania parametrów uziarnienia między poszczególnymi facjami przeprowadzono za pomocą analizy wariancji. Wyniki szczegółowych badań dla poszczególnych interakcji przedstawia tab. II. Z analizy tych badań wynika, że zastosowany wybór próbek w rzecze pozwolił na lepsze uchwycenie zmienności osadów zarówno w jej profilu poprzecz-



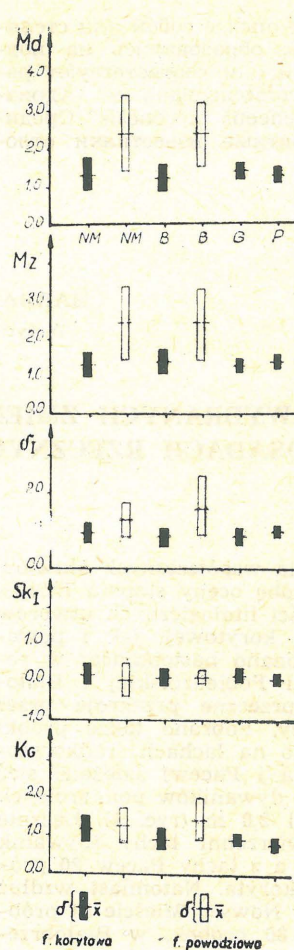
Ryc. 1. Lokalizacja omawianych przekrojów oraz położenie i sposób opróbowania łach śródkorytowych. 1 — Góra, 2 — Pacew.

Fig. 1. Location of cross-sections discussed in the text and sampled points and the mode of sampling of channel sandy bars.



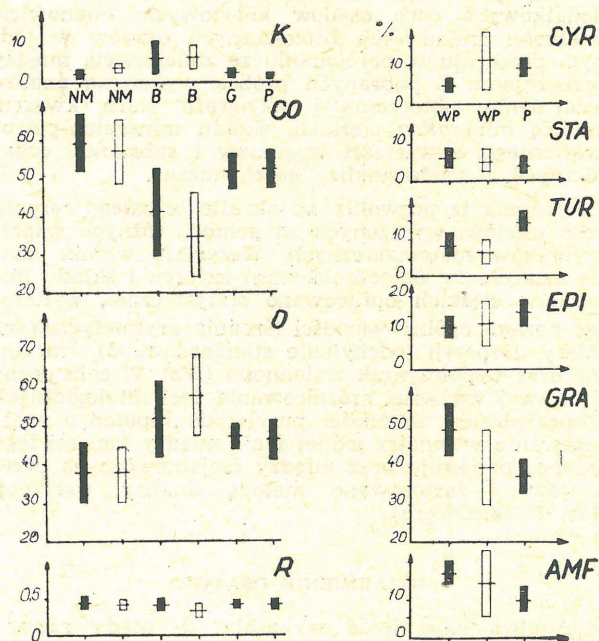
Ryc. 2. Krzywe rozkładu parametrów uziarnienia na łachach Góry i Pacewa.

Fig. 2. Grain size distribution in the phi scale (x) sandy bars from Góra and Pacew.



Ryc. 3. Uziarnienie w skali phi (x) w przekrojach. NM — Nowe Miasto, B — Białobrzegi, G — Góra, P — Pacew.

Fig. 3. Grain size distribution in the phi scale (x) for the studied cross-sections. NM — Nowe Miasto, B — Białobrzegi, G — Góra, P — Pacew.



Ryc. 4. Obtoczenie ziarn kwarcu we frakcji 1,0–0,5 mm (x).

Ryc. 5. Frekwencja minerałów ciężkich (x) w przekroju. WP — Wola Pobiedziska, P — Pacew.

Fig. 4. Roundness of quartz grains of the 1.0–0.5 mm fraction (x).

Fig. 5. Frequency of heavy minerals (x) in the cross-section. WP — Wola Podiezińska, P — Pacew.

ANALIZA WARIANCJI PARAMETRÓW UZIARNIENIA I OBTOCZENIA ZIARN KWARCU *)

Interakcje	Uziarnienie				Obtroczenie ziarn kwarcu									
	F	F _{0,05}	F _{0,01}	WtF	1,0—0,5 mm					0,5—0,25 mm				
					Kl. obt.	F	F _{0,05}	F _{0,01}	WtF	Kl. obt.	F	F _{0,05}	F _{0,01}	WtF
N. Miasto — Białobrzegi facja korytowa	<i>Md</i>	1,0	1,89	2,47	—	K	16,6	2,54	3,86	+				
	<i>Mz</i>	1,25			—	CO	2,5			—				
	σI	5,0			+	O	1,3			—				
	<i>Sk_I</i>	1,27			—	R	2,0			—				
	<i>KG</i>	1,4			—		2,28			—				
facja powo- dziowa	<i>Md</i>	1,1	1,87	2,45	—	K	3,7	2,45	3,61	+				
	<i>Mz</i>	1,1			—	CO	2,0			—				
	σI	3,2			+	O	2,1			—				
	<i>Sk_I</i>	4,6			+	R	1,0			—				
	<i>KG</i>	1,5			—					—				
Góra — Pacew dywaniki	<i>Md</i>	1,0	2,05	2,80	—	K	1,1	2,11	2,91	—	K	1,15	2,11	2,91
	<i>Mz</i>	2,0			—	CO	1,2			—	CO	1,30		
	σI	2,0			—	O	2,4			—	O	1,50		
	<i>Sk_I</i>	3,0			+	R	1,0			—	R	1,0		
	<i>KG</i>	1,0			—					—				
Góra — N. Masto facja korytowa	<i>Md</i>	16,0	1,84	2,38	+	K	7,35	2,13	2,93	+				
	<i>Mz</i>	5,0			+	CO	3,04			+				
	σI	5,0			+	O	6,7			+				
	<i>Sk_I</i>	1,7			—	R	2,0			—				
	<i>KG</i>	10,0			+					—				
facja powo- dziowa	<i>Md</i>	97,0	1,80	2,30	+	K	8,5	2,03	2,74	+				
	<i>Mz</i>	46,5			+	CO	3,5			+				
	σI	10,0			+	O	6,1			+				
	<i>Sk_I</i>	8,0			+	R	1,0			—				
	<i>KG</i>	27,0			+					—				
Pacew — Białobrzegi facja korytowa	<i>Md</i>	16,5	2,07	2,84	+	K	13,5	2,19	3,07	+	K	88,0	2,19	3,07
	<i>Mz</i>	8,0			+	CO	6,26			+	CO	6,6		
	σI	2,0			+	O	3,58			+	O	4,5		
	<i>Sk_I</i>	4,0			+	R	1,1			—	R	1,0		
	<i>KG</i>	7,0			+					—				
facja powo- dziowa	<i>Md</i>	110,0	2,02	2,76	+	K	35,3	2,37	3,44	+	K	28,0	2,41	3,51
	<i>Mz</i>	100,0			+	CO	6,52			+	CO	4,2		
	σI	62,0			+	O	5,15			+	O	4,5		
	<i>Sk_I</i>	5,0			+	R	1,0			—	R	1,0		
	<i>KG</i>	38,0			+					—		2,41		3,51

* Parametry granulometryczne podano w jednostkach skali phi (ϕ) wg R. L. Folk i W. C. Warda (1957). *Md* — mediana, *Mz* — średnia średnica, σI — współczynnik wysortowania, *Sk_I* — współczynnik asymetrii, *KG* — kurtoza. Obt. ziarn kwarcu: K — kanciaste, CO — częściowo obtoczone, O — obtoczone, R — współczynnik obtoczenia, F — stosunek większej oceny wariacji do mniejszej oceny wariacji, F_{0,05}, F_{0,01} — pięcio-jednoprocentowy poziom ilorazu wariacji, F (WtF) — wynik testu F, + — różnica istotna, — — różnica nieistotna.

Tabela I

WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW ZMIENNOŚCI Wz
PARAMETRÓW UZIARNIENIA

	<i>Md</i>	<i>Mz</i>	σI	<i>Sk_I</i>	<i>KG</i>
Nowe Miasto:					
facja korytowa	31,3	22,3	34,8	122,2	28,4
facja powodziowa	40,4	38,8	36,4	342,8	42,9
Białobrzegi:					
facja korytowa	30,3	20,0	16,6	125,0	26,3
facja powodziowa	44,8	41,1	53,7	169,2	44,5
Góra (dywanik)	9,5	10,7	18,6	90,0	10,7
Pacew (dywanik)	7,7	7,3	12,0	83,3	11,8

nym, jak i podłużnym. Porównując parametry uziarnienia osadów między dwoma wybranymi przekrojami (NM-B) na rozpatrywanym poziomie ilorazu wariacji jedno- i pięcioprocentowym nie stwierdzono istotnych różnic, z wyjątkiem wysortowania (σI) w facji korytowej, które minimalnie polepsza się w kierunku Białobrzegów oraz w σI , *Sk_I* dla facji powo-

Tabela III

WARTOŚCI Wz KLAS OBTOCZENIA ZIARN KWARCU
WE FRAKCJI 1,0—0,5 MM

	K	CO	O	R
Nowe Miasto				
facja korytowa	58,0	13,0	21,6	34,3
facja powodziowa	42,8	14,7	20,2	21,3
Białobrzegi				
facja korytowa	78,7	29,5	18,5	27,0
facja powodziowa	37,5	33,8	19,4	31,3
Góra (dywanik)	44,0	8,7	6,9	27,0
Pacew (dywanik)	53,8	9,3	10,9	27,0

dziowej, gdzie zarówno wysortowanie, jak i współczynnik skośności pogarszają się w kierunku Białobrzegów. Uziarnienie w obrębie łach śródkorytowych Góra i Pacew ma podobny charakter, z wyjątkiem parametru *Sk_I*.

Tabela IV

PARAMETRY STATYSTYCZNE $\bar{x}$, δ , Wz DLA OBTOCZENIA
ZIARN KWARCU WE FRAKCJI 0,5–0,25 MM

	K	CO	O	R
Białobrzegi $\bar{x}$				
facja koryto- wa δ	6,2	51,7	41,9	0,48
Wz	4,0	10,7	12,5	0,2
	64,5	20,7	29,8	41,6
Białobrzegi $\bar{x}$				
facja powo- dziowa δ	8,7	51,7	4,12	0,52
Wz	2,3	2,0	12,3	0,20
	26,4	3,9	29,8	38,4
Góra (dywa- nik) $\bar{x}$				
δ	1,2	64,8	33,6	0,51
Wz	0,5	4,8	4,9	0,0
	38,5	7,4	14,6	0,0
Pacew (dywa- nik) $\bar{x}$				
δ	1,3	66,3	32,2	0,52
Wz	0,4	4,2	5,9	0,0
	31,3	6,3	18,3	0,0

Następnie przebadano profile poprzeczne przez dolinę, porównując osady łachy śródkorytowej z aluwiami facji korytowej i powodziowej. Zaobserwowano wyraźne zróżnicowanie w rozkładzie materiału na dnie koryta i doliny Pilicy. Wspólną cechą wszystkich próbek jest ich asymetria dodatnia, umiarkowane wysortowanie, zwłaszcza w osadach korytowych. Osady powodziowe natomiast są bardziej drobnoziarniste, o nieco słabszym wysortowaniu, pogarszającym się w kierunku ujścia rzeki. Opierając się na wynikach analiz z pojedynczych próbek, należałoby stwierdzić że osady korytowe mają zazwyczaj rozkłady leptokurtyczne (KG ponad 1,1) lub nawet bardzo leptokurtyczne (KG ponad 1,5). Wśród osadów powodziowych natomiast przeważają rozkłady platykurtyczne (0,67–0,90), zwłaszcza w dolnym biegu Pilicy (6). Analiza statystyczna wykazała jednak istotność różnic KG w badanych cechach osadu. Otóż w osadach korytowych dolnego biegu Pilicy przeważają rozkłady mezokurtyczne (0,99–1,09), natomiast w osadach powodziowych — leptokurtyczne (1,10–1,37).

OBTOCZENIE ZIARN KWARCU

Przeprowadzona charakterystyka obtoczenia ziarn kwarcu osadów dolnej Pilicy we frakcji 1,0–0,5 mm, pozwala zauważyć że są istotne różnice między badanymi facjami (ryc. 4, tab. V). Porównując przekroje (MN-B) w profilu podłużnym w facji korytowej obserwujemy wzrost zawartości ziarn kanciastych w Białobrzegach, przy równoczesnym wzroście ilości ziarn obtoczonych kosztem częściowo obtoczonych. W facji powodziowej układ poszczególnych klas obtoczenia zmienia się tu podobnie. Nie zaobserwowano różnic między tymi samymi facjami w profilu podłużnym, jak również między łachami śródkorytowymi (tab. II). W profilu poprzecznym natomiast zaznacza się większe zróżnicowanie między poszczególnymi facjami. Potwierdzeniem jest również rozkład wartości (Wz) poszczególnych klas obtoczenia ziarn kwarcu (tab. III). Analizę statystyczną obtoczenia ziarn kwarcu przeprowadzono również w badanych przekrojach dla frakcji 0,5–0,25 mm (tab. IV).

Badanie tej frakcji w przekroju Białobrzegi oraz na wybranych łachach wykazało zmiany ilościowe poszczególnych klas obtoczenia. Obserwujemy wzrost zawartości ziarn częściowo obtoczonych kosztem obtoczonych, przy niewielkiej zmianie udziału ziarn kanciastych. Ma to swoje odbicie w zmianach wartości współczynnika obtoczenia (R), które są wyraźnie wyższe niż we frakcji 1,0–0,5 mm.

Analiza statystyczna potwierdziła dobre obtoczenie ziarn kwarcu w osadach rzecznych Pilicy, charakteryzujące się niewielką przewagą ziarn częściowo obtoczonych nad obtoczonymi przy niewielkiej ilości ziarn kanciastych.

MINERAŁY CIĘŻKIE

Przebadano również frekwencję minerałów ciężkich. Ze względu na małą liczbę próbek w Białobrzegach, porównano dywanik Pacew z pobliskim

Tabela V

ZESTAWIENIE Wz DLA WYBRANYCH MINERAŁÓW
CIĘŻKICH

	CYR	STA	TUR	EPI	GRA	AMF
Wola Po- biedzińska						
facja ko- ryto- wa	26,1	40,2	28,5	21,8	13,5	13,7
facja po- wodziowa	74,5	80,5	58,3	49,4	27,7	66,6
Pacew (dywanik)	26,4	51,4	15,5	25,2	11,9	32,2

przekrojem Wola Pobiedzińska. Analiza minerałów ciężkich z dywanika pobranego na powierzchni łachy dała ciekawe wyniki, pozwalające zauważyć bardziej zmienny zespół minerałów ciężkich na łasze niż między analizowanymi przekrojami. Zmienność statystyczną wybranych minerałów ciężkich przedstawia ryc. 5.

Istotność różnic w występowaniu minerałów ciężkich w różnych facjach sprawdzono również za pomocą testu F. Okazuje się, że zarówno na jedno- i pięcioprocentowym poziomie ilorazu wariancji, różnice między osadami łachy a osadami dna koryta Pilicy w przekroju Wola Pobiedzińska są nieistotne, natomiast między łachą a osadami facji powodziowej różnice istotne występują we frekwencji cyrkonu, turmalinu, granatów i amfiboli. Potwierdza to również tab. V, gdzie współczynniki zmienności są zdecydowanie większe dla facji powodziowej, mającej większe zmienności w koncentracji minerałów ciężkich.

Jednym z podstawowych wniosków, wynikających z przeanalizowania całego zespołu cech osadów różnych facji, musi być stwierdzenie że nie można opierać się na wynikach analiz z pojedynczych próbek, gdyż rezultaty takich analiz mogą być najzupełniej przypadkowe. Jedynie matematyczna ocena istotności różnic między uzyskanymi wynikami pozwala na szczegółową ocenę zmienności cech litologicznych osadów. Analiza statystyczna wykazała większe zróżnicowanie cech litologicznych między facjami tego samego przekroju niż między facjami różnych przekrojów.

LITERATURA

1. Gradziński R. — Wyróżnianie i klasyfikacja kopalnych osadów rzecznych. Post. Nauk Geol. 1973 nr 5.
2. Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R. — Sedymetologia. Wyd. Geol. 1976.
3. Gregory S. — Metody statystyki w geografii. PWN 1970.
4. Kostrzewski A. — Uziarnienie i obróbka współczesnych aluwów Bobru jako wyraz dynamiki rzeczno-środowiska, sedymetacyjnego. Pr. Komis. Geogr.-Geol. Wyd. Mat.-Przyr. Pozn. Tow. Przyj. Nauk 1970 t. 8. z. 4.
5. Oktaba W. — Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalności. PWN 1963.
6. Rzechowski J., Gronkowska B., Kenig K., Sobczuk B. — Studium porównawcze współczesnych i kopalnych osadów rzecznych, Arch. IG. 1975.

SUMMARY

The variability of some lithological features of river deposits of the Lower Pilica river is evaluated. Statistical analysis of the results of measurements of grain size distribution, quartz grain roundness and composition of heavy minerals included calculations of general value level, standard deviation, variance analyses and variability coefficient. The magnitude of differentiation of lithological features within a given facies, the facies present in the same cross-section, and those from different sections was quantitatively evaluated with the use of variance analysis (F. Snedecor test).