

ZMIENNOŚĆ ŻWIROWISK RZECZNYCH NA PRZYKŁADZIE KILKU UDOKUMENTOWANYCH ZŁÓŻ

UKD 553.624:552.14:519.24:550.8(438-13/-14)

Kontynuując badania nad zmiennością złóż surowców okruchowych (11) przeanalizowano dokumentację geologiczną wybranych złóż żwirów niektórych rzek południowej Polski. Na obszarze tym żwirowiska rzeczne stanowią najpoważniejszą bazę surowcową kruszywa naturalnego dla celów budownictwa i drogownictwa. Poznanie zmienności formy i budowy tych złóż ma znaczenie praktyczne dla właściwego projektowania prac geologiczno-rozpoznawczych oraz rozszerza znajomość wykształcenia różnych form sedymentacji rzecznej. Dotychczas w publikacjach (1, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 15) nie zajmowano się problematyką zmienności żwirowisk rzecznych oraz jej oceny metodami statystycznymi. Badania były prowadzone pod kątem poznania środowiska i warunków sedymentacji rzecznej oraz scharakteryzowania osadów (skład granulometryczny, stopień obróbki rumowisk rzecznych, skład litologiczny).

POŁOŻENIE I BUDOWA BADANYCH ZŁÓŻ

W celu poznania zmienności formy nagromadzenia żwirów rzecznych oraz ich własności technicznych przeanalizowano dokumentację geologiczną 7 złóż, usytuowanych w dolinie Dunajca (3 złoża), Odry (2 złoża) i Bobru (2 złoża). Położenie złóż ilustruje ryc. 1, a dane o dokładności ich rozpoznania zestawiono w tab. I, w której ujęto wiercenia z wykonanymi pełnymi badaniami laboratoryjnymi.

Jak wynika z tab. I dokładność rozpoznania poszczególnych żwirowisk jest nierównomierna. Jednakże wobec znacznej liczby punktów rozpoznania dane zawarte w dokumentacjach uznano za wystarczające dla oceny zmienności formy i budowy żwirowisk oraz ich scharakteryzowania.

Wymienione w tab. I złoża stanowią pod względem genetycznym jednolitą grupę osadów — utwory akumulacji rzecznej. Poszczególne złoża lub ich części reprezentują natomiast różne facje rzeczne — korytową (kamieńce), tarasów akumulacyjnych oraz stożków napływowych, usypanych przy przejściu rzeki z biegu górskiego na niziny przedgórskie.

ZŁOŻA W DOLINIE DUNAJCA

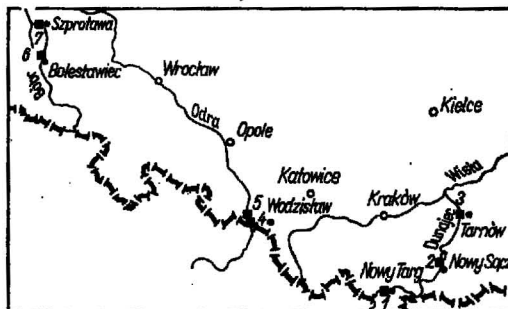
Złoże „Ludźmierz” stanowią żwiry kamieńca, występujące w korycie Czarnego Dunajca i częściowo w tarasie zalewowym koło miejscowości Ludźmierz w powiecie nowotarskim. Rozpoznano tu 3 km od-

ciniek rzeki. Żwiry leżą bezpośrednio na utworach fliszowych, a niekiedy na starszych osadach piaszczysto-gliniastych Dunajca. Zawartość piasku wynosi średnio 16%, pyłu około 3,7%. Rumoszu skalnego dostarczyły Tatry, głównie granitów, których udział wynosi około 75% w otoczkach frakcji żwirowej. Resztę stanowią otoczaki skał osadowych, wśród których dominują piaszkowce i kwarcyty. Materiał jest bardzo słabo wysortowany. Obok drobnoziarnistego piasku występuje gruby żwir i glazy.

Złoże „Marcinkowice” obejmuje 5,5 km odcinek doliny Dunajca między Nowym Sączem i Jez. Rożnowskim. Złoże stanowi żwirowisko obejmujące koryto (kamieńce) i taras zalewowy. W obrębie tarasu zalewowego serię żwirową pokrywają namuły i piaszki o miąższości do 2 m. W podłożu występują utwory fliszowe. Zawartość piasku w złożu wynosi średnio 22%, a części pylistych 4,4%. Pod względem granulometrycznym przeważa żwir średni i gruby. Skład petrograficzny frakcji żwirowej wykazuje udział następujących skał: piaszkowców i kwarcytów około 50%, granitów 35%, wapieni 10% i łupków 5%. W porównaniu ze złożem „Ludźmierz” nastąpiło wzbogacenie w rumosze skalny, pochodzący z przecinanych przez rzekę jednostek geologicznych.

Złoże „Komorów-Bogumiłowice”, leżące koło Tarnowa, stanowi fragment rozległego stożka napływowego, usypanego przez Dunajec na podłożu miocen-skim (głównie il) po opuszczeniu Karpat. Wskutek raptownej zmiany spadku rzeki sedymentacja miała przebieg gwałtowny i nierównomierny, ujawniający się w budowie złoża, na które składają się utwory piaszczysto-żwirowe i glazy. Przeciętna zawartość piasku wynosi 15%, pyłu 2%. Skład petrograficzny jest podobny do podanego wyżej. Różnice występują w udziale poszczególnych składników, np.: ilość granitów tatrzańskich spada do 25% na korzyść piaszkowców. Pojawiają się nowe elementy — zwietrzałe granity (do 3,6%), przypuszczalnie pochodzące ze Skandynawii, wypłukane z utworów morenowych i wtórnie zdeponowane w osadach rzecznych.

Przedstawione trzy złoża żwirów Dunajca, usytuowane w trzech oddalonych od siebie o kilkadziesiąt kilometrów odcinkach górnego biegu rzeki, wykazują różnice składu i budowy wynikające ze zmian warunków dynamicznych oraz naturalnej selekcji i niszczenia składników w wyniku transportu. Ważną rolę odgrywa pojawienie się nowych składników petrograficznych z jednostek geologicznych leżących na drodze biegu rzeki. Sprawy te były przedmiotem badań licznych autorów, cytowanych we wstępie.



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny badanych złóż żwiru. Numeracja złóż zgodnie z tab. I

Fig. 1. Situation sketch of the gravel deposits investigated. Numbering of deposits according to Table I

Tabela I

Nazwa złoża	Rzeka	Pow. złoża w ha	Liczba punktów rozpozn.	
			ogółem	na 1 ha
Ludźmierz	Dunajec	24	32	1,32
Marcinkowice	Dunajec	120	34	0,28
Komorów-Bogumiłowice	Dunajec	65	33	0,51
Lubomia	Odra	15	19	1,26
Buków	Odra	153	96	0,63
Bolesławiec	Bóbr	60	32	0,52
Leszno Górne	Bóbr	115	31	0,28

Tabela II

CHARAKTERYSTYKA PARAMETRÓW ZŁOŻOWYCH ŻWIROWISK RZECZNYCH

Lp.	Nazwa złoza	Parametr		Wartość parametru				Odchyl. średnie S	Odchyl. standart. σ	Wariancja S²	Współcz. zmienny V	Współcz. nierównomier-ny Wn
		nazwa	sym-bol	min.	max.	śred.	mod. Mo					
1	Ludźmierz	miąższość	z	1,6	5,0	4,20	4,60	0,75	0,86	0,72	20,44	1,19
2		zaw. piasku	x	2,0	34,8	16,30	16,50	6,71	8,62	73,50	50,29	2,13
3		zaw. pyłu	y	0,6	10,0	3,71	2,60	1,65	2,24	5,07	60,42	2,70
4	Marcinkowice	miąższość	z	1,4	5,7	3,81	3,50	0,88	1,24	1,23	29,94	1,50
5		zaw. piasku	x	7,8	42,8	21,18	21,50	6,02	8,83	77,93	41,82	2,02
6		zaw. pyłu	y	2,0	8,5	4,42	3,60	1,61	1,89	3,59	42,91	1,92
7	Komorów — Bogumikowice	miąższość	z	3,0	11,0	7,30	7,60	1,57	1,98	3,93	27,12	1,51
8		zaw. piasku	x	1,9	31,4	14,21	11,50	4,84	6,37	40,59	44,83	2,21
9		zaw. pyłu	y	0,7	5,8	2,03	1,50	0,87	1,22	1,49	60,02	2,86
10	Buków	miąższość	z	3,3	13,5	9,40	7,70	1,99	2,23	5,47	24,92	1,44
11		zaw. piasku	x	21,3	45,8	35,11	35,50	4,79	6,04	36,44	17,23	1,30
12		zaw. pyłu	y	0,4	3,0	1,64	1,60	0,78	0,89	0,79	54,26	1,83
13	Lubomia	miąższość	z	3,3	9,2	6,80	6,90	1,34	1,84	3,34	27,05	1,35
14		zaw. piasku	x	21,0	46,5	35,45	37,50	6,43	7,81	61,12	21,95	1,31
15		zaw. pyłu	y	1,2	5,7	2,94	2,20	1,16	1,66	2,66	55,63	1,94
16	Bolesławiec	miąższość	z	4,8	33,5	20,30	23,50	8,16	8,15	66,78	40,23	1,65
17		zaw. piasku	x	30,7	54,5	45,69	44,00	3,79	4,94	24,30	10,92	1,19
18		zaw. pyłu	y	1,2	2,8	1,97	1,70	0,35	0,43	0,18	21,24	1,42
19	Leszno Górne	miąższość	z	2,1	8,8	5,75	5,20	1,65	1,91	3,66	33,21	1,53
20		zaw. piasku	x	18,0	55,0	32,04	21,50	9,35	11,13	124,62	34,95	1,72
21		zaw. pyłu	y	2,0	4,8	2,84	2,40	0,68	0,88	0,78	31,13	1,69

ZŁOŻA W DOLINIE ODRY

Złoże „Lubomia”, leżące w pobliżu miejscowości Lubomia (pow. wodzisławski) obejmuje fragment tarasu zalewowego. Złoże stanowi seria piaszczysto-żwirowa, związana z plejstoceniowym zasypaniem doliny. Osady piaszczysto-gliniaste, budujące taras zalewowy, stanowią nadkład. Przeciętna zawartość piasku wynosi około 35%, pyłu 3%. We frakcji żwirowej występują głównie otoczki piaskowców. Składnikiem podrzędnym jest kwarc i rogowce. Podłoże serii piaszczysto-żwirowej stanowią ilły mioceńskie.

Złoże „Buków”, znajdujące się koło Krzyżanowic (pow. wodzisławski), obejmuje trzy oddzielnie rozpoznane fragmenty tarasu niższego Odry, ciągnącego się szerokim pasem w odległości ok. 150 m od współczesnego koryta rzeki. Złoże stanowi seria piaszczysto-żwirowa o przeciętnej zawartości piasku 35% i pyłu 1,7%. Skład petrograficzny jest monotony. Głównym składnikiem są piaskowce w ilości ok. 61%, kwarc i rogowce 27% oraz granity do 9%. W podłożu leży seria ilów, grubości 3 do 7 m, podścielona utworami piaszczysto-żwirowymi.

ZŁOŻA W DOLINIE BOBRU

Złoże „Bolesławiec”, leżące około 1 km na W od Bolesławca, obejmuje fragment tarasu niższego, towarzyszącego rzece na odcinku 15 km między Lwówkiem a Bolesławcem. Złoże stanowi seria piaszczysto-żwirowa, zawierająca przeciętnie 45% piasku i 2,0% pyłu. Skład petrograficzny jest bardzo urozmaicony i frakcja żwirowa stanowi tu „kolekcję” różnych skał sudeckich. Udział ich jest przeciętnie następujący: kwarc 30,5%, piaskowce i kwarcyty 16,5%, granity 16%, gabra 7,0%, skały węglanowe 7,0%, zle-

pieńce 6,5%, skały krzemionkowe 5,5%, łupki 4,0%, gnejsy 3,0%, skały wylewne 4,0%. Pod serią złożową występują ilły mioceńskie.

Złoże „Leszno Górne” obejmuje północną część stożka napływowego, usypanego przez rzekę Bóbr przy ujściu do pradoliny wrocławsko-magdeburgskiej i leży w dolinie Bobru na NW od Leszna Górnego (pow. szprotawski). Złoże stanowi seria piaszczysto-żwirowa, w której zawartość piasku wynosi średnio 32% i pyłu 2,8%. W składzie petrograficznym w stosunku do złoza bolesławieckiego udział kwarcu wzrasta do 40%, piaskowce i kwarcyty stanowią również około 40%, a podrzędnie w ilości do 20% występują otoczki innych skał, jak: granitów, gnejsów, łupków i innych. Serią złożową pokrywa 0,5 m warstwa mądów pylasto-ilastych.

Podsumowując podaną krótką charakterystykę poszczególnych złożeń należy podkreślić, że z dolinami Odry i Bobru wiąże się występowanie złożeń o budowie spokojniejszej w porównaniu ze złożami Dunajca. Materiał jest lepiej przemyty i wysortowany. Wyższa przeciętna zawartość piasku kwalifikuje go pod względem technicznym jako pospółkę. Ogólnie wszystkie złoże charakteryzują dobre własności. Skład petrograficzny jest odmienny w poszczególnych rzekach, gdyż główną rolę odgrywa tu lokalna budowa geologiczna. Cechą wspólną wszystkich omawianych żwirowisk jest wysoki udział skał o wysokiej wytrzymałości mechanicznej.

ZMIENNOŚĆ ŻWIROWISK RZECZNYCH

Z przedstawionej charakterystyki żwirowisk rzecznych Dunajca, Odry i Bobru wynika ogólniejszy obraz tej grupy osadów, który rozpatrzony zostanie

Tabela III

Klasa symetrii	Typ rozkładu	Charakter zmian własn.	W_n
asymetryczna prawa	hiperboliczny prawy	równomier.	1,00—1,10
asymetryczna prawa	asymetryczny prawy	równomier.	1,11—1,59
asymetryczna prawa	ślabo asymetryczny prawy	równomier. wzgl. równ. słabo nierów.	1,60—2,00
symetryczna (normalna)	normalny	"	2,00
asymetryczna lewa	ślabo asymetryczny lewy	"	2,00—2,72
asymetryczna lewa	asymetryczny lewy	nierówn. bardzo	2,72—11,0
asymetryczna lewa	hiperboliczny lewy	nierówn.	pow. 11,0

z punktu widzenia jej zmienności. Wyrażanie zmienności złóż wartościami liczbowymi, stanowiącymi miernik zróżnicowania poszczególnych parametrów lub ogólnego, pozwala na obiektywną ich ocenę. Ocenę zwirowisk oparto na analizie zmienności wartości najważniejszych parametrów złożowych, a to: miąższości, jako wykładnika formy nagromadzenia żwiru oraz parametrów technologicznych — zawartości piasku oraz zawartości części pylastych i ilastych (frakcja poniżej 0,06 mm), które głównie decydują o przydatności kruszywa dla budownictwa i drogownictwa.

W celu określenia zmienności wyliczono współczynniki zestawione w tab. II, opracowano wieloboki częstości i krzywe częstości wyrównane metodą średniej ruchomej (3), mapy izolinii oraz wykresy wahań parametrów złożowych.

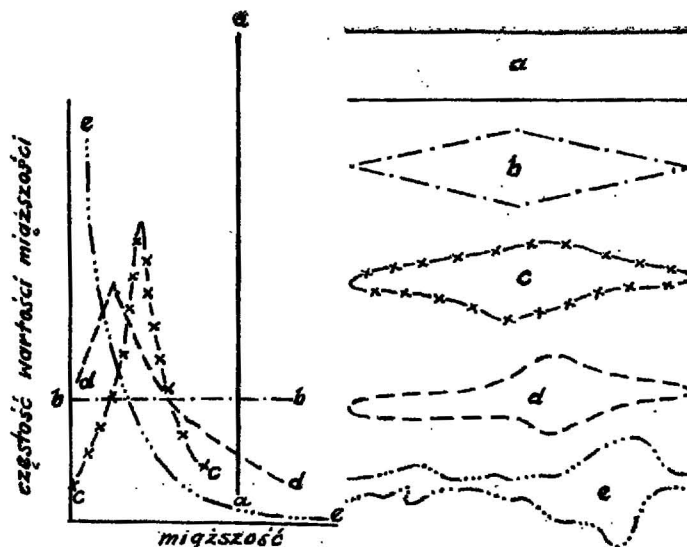
ZMIENNOŚĆ FORMY ŻWIROWISK RZECZNYCH

Żwirowiska rzeczne posiadają formę dość równomierną, czego wyrazem są niskie wartości współczynnika zmienności V miąższości, wahające się w badanych złożach od 20,4 do 40,2% (tab. II). Wprawdzie różnice między minimalnymi i maksymalnymi miąższościami w poszczególnych złożach oraz między średnimi miąższościami złóż są znaczne, jednakże statystycznie żwirowiska są słabo zróżnicowane. Krzywe rozkładu miąższości zestawione na ryc. 3 wykazują rozkład zbliżony do normalnego, niekiedy nieco skośny. Zależność kształtu krzywych rozkładu miąższości od jego formy przedstawia ryc. 2 z pracy W. W. Bogackiego (2). W pracy tej zawarta jest klasyfikacja rozkładów częstości, wiążąca typ rozkładu z wartościami wskaźnika nierównomierności W_n i charakterem zmian własności, przedstawiona w tab. III.

Wartość wskaźników nierównomierności W_n , wyliczonych dla omawianych złóż żwirów oraz kształt krzywych rozkładu miąższości w zasadzie odpowiadają klasyfikacji typów rozkładu Bogackiego (2). Nieznaczne odchylenia są zapewne spowodowane małym obszarem rozpoznania w stosunku do obszaru żwirowiska, jako jednostki geologicznej. Ze względu na sposób rozmieszczenia wahań miąższości w granicach rozpoznanych charakteryzuje zmienność losowa w profilu podłużnym; natomiast w profilach poprzecznych widoczna jest niewyraźna kierunkowość lub periodyczność o silnie zróżnicowanej skali wahań.

ZMIENNOŚĆ BUDOWY ŻWIROWISK RZECZNYCH

Pod pojęciem budowy będziemy rozumieli sposób rozmieszczenia składnika użytecznego i charakteryzujących go parametrów. W odniesieniu do żwirowisk zmienność budowy zostanie przeanalizowana na przykładzie dwóch parametrów jakościowych — zawartości piasku (frakcja od 0,06 do 2 mm), tzw. punktu piaskowego oraz zawartości części pylastych i ilastych (frakcja poniżej 0,06 mm).



Ryc. 2. Zależność kształtu krzywych rozkładu miąższości od formy złóż (wg Bogackiego)

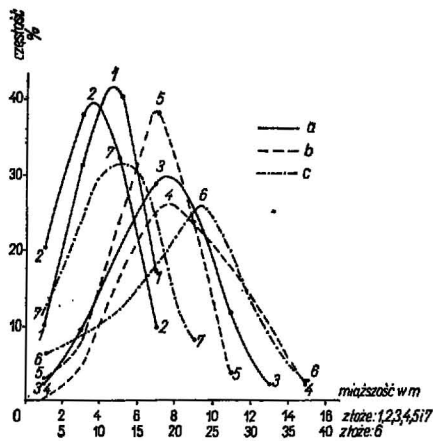
Fig. 2. Dependence of form of thickness distribution curves upon the form of deposits (according to Bogacki)

ZMIENNOŚĆ ZAWARTOŚCI PIASKU

Rozkład zawartości piasku w badanych złożach przedstawiają krzywe częstości zestawione na ryc. 4. Są to krzywe dwuskrzydłowe. Złoża Dunajca charakteryzują krzywe skośnie dodatnio, wykazujące dominację próbek o niskiej zawartości piasku. Natomiast złoża Odry i Bobru posiadają rozkład zawartości piasku zbliżony do normalnego, z wyłączeniem złoża Leszno Górne (Bóbr), posiadającego krzywą typu Dunajec. W większości przypadków krzywe są wysmukłe, co wskazuje na stosunkowo małe rozproszenie wartości parametrów w stosunku do średniej złożowej. Wartości średnie minimalnie odbiegają od wartości modalnej (tab. II). Wskaźniki W_n odpowiadają kształtowi krzywych, zgodnie z klasyfikacją typów rozkładu Bogackiego. Zmienność punktu piaskowego dla Dunajca wynosi od 41,8 do 50,3%, co pozwala zaliczyć jego złoża do względnie równomiernych w ujęciu klasyfikacji W. M. Krejtera (10). Natomiast złoża Odry i Bobru posiadają zmienność zawartości piasku znacznie niższą — od 10,9 do 21,9% (złoża tarasowe) z wyjątkiem złoża „Leszno Górne”, w którym współczynnik zmienności V wynosi 34,9% (stożek napływowy). Pierwsze należą do równomiernych, ostatnie do względnie równomiernych, biorąc za podstawę zmienność zawartości piasku.

Rozmieszczenie średnich zawartości piasku w żwirowiskach w poszczególnych punktach rozpoznania ilustrują mapy izolinii punktu piaskowego, przytoczone przykładowo dla złoża „Ludźmierz” (ryc. 6 i „Leszno Górne” (ryc. 7). Układ izolinii nie tylko orientuje w rozmieszczeniu najwartościowszych partii złoża, ale pozwala odczytać przebieg sedimentacji i ewolucję rzeki. Nieregularny przebieg izolinii, ich lokalne skupienia lub rozproszenia odpowiadają meandrowaniu rzeki, podziałowi na szereg nurtów. Strefy minimalnych zawartości piasku wiążąc można z sedimentacją w nurcie i na podstawie ich rozmieszczenia odtwarzać przebieg starych meandrów rzeki. Metoda ta została zastosowana przez A. Hultscha (5) w badaniach żwirowisk Łaby.

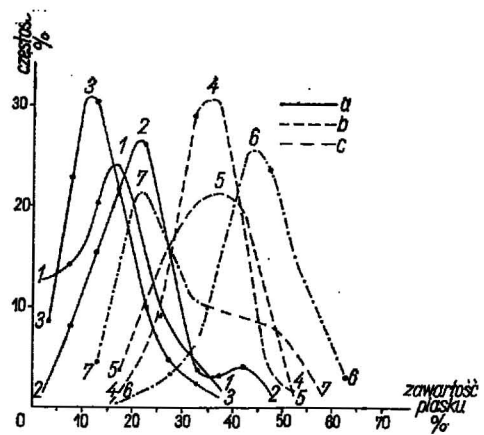
Zmiany zawartości piasku w granicach rozpoznanych złóż mają w zasadzie charakter losowy, co ilustrują przykładowo wykresy (ryc. 8). Na małych odcinkach widoczna jest pewna rytmiczność wahań parametru związana ze zmianami warunków sedimentacyjnych w miarę oddalania się od nurtu. Skala



Ryc. 3. Wyrownane krzywe rozkladu miąższości ziół żwiru:

a — Dunajca, b — Odry, c — Bobru. Numeracja ziół zgodnie z tab. I

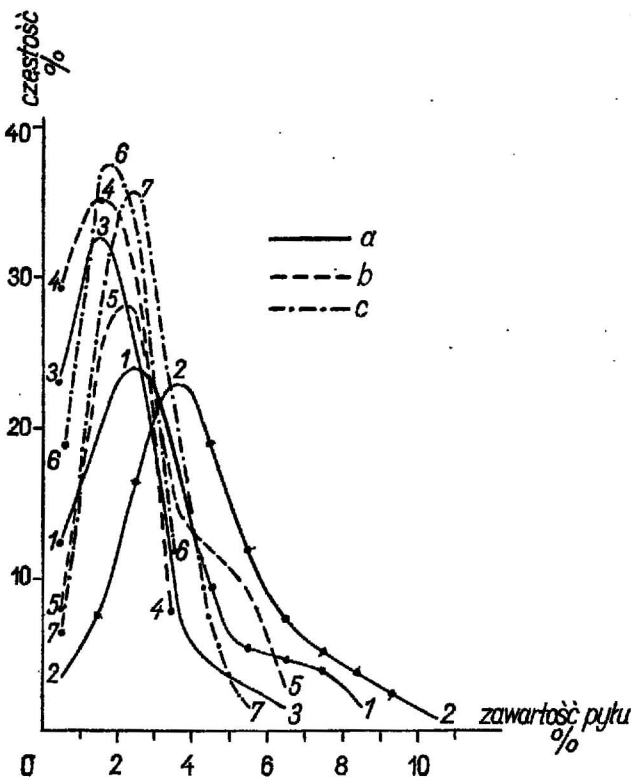
Fig. 3. Equalized thickness distribution curves of gravel deposits in the rivers a) Dunajec, b) Odra and c) Bóbr. Numbering of the deposits according to Table I



Ryc. 4. Wyrownane krzywe rozkladu zawartości piasku w złożach żwiru:

a — Dunajca, b — Odry, c — Bobru. Numeracja ziół zgodnie z tab. I

Fig. 4. Equalized curves of sand content distribution in the gravel deposits of the rivers a) Dunajec, b) Odra and c) Bóbr. Numbering of the deposits according to Table I



Ryc. 5. Wyrownane krzywe rozkladu zawartości pyłu w złożach żwiru.

a — Dunajca, b — Odry, c — Bobru. Numeracja ziół zgodnie z tab. I

Fig. 5. Equalized curves of dust content distribution in the gravel deposits of the rivers a) Dunajec, b) Odra and c) Bóbr. Numbering of the deposits according to Table I

tych wahań jest jednakże bardzo zróżnicowana i nie odpowiada w pełni pojęciu zmienności periodycznej. Przy większym zagęszczeniu punktów obserwacji wyszłoby to zapewne wyraźniej.

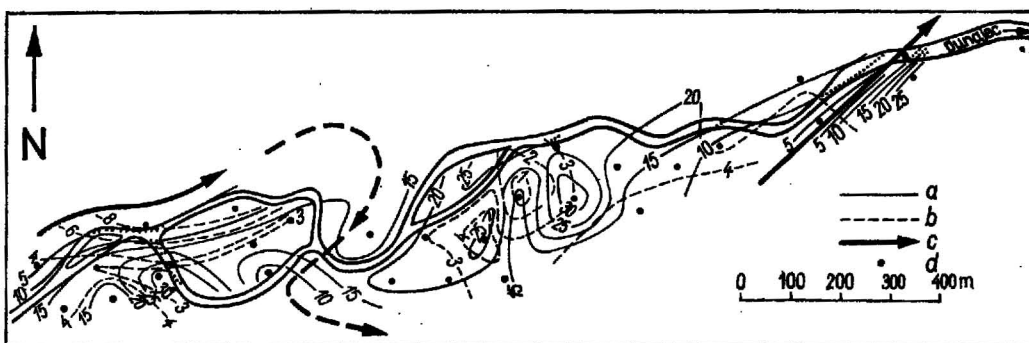
ZMIENNOŚĆ ZAWARTOŚCI PYŁU

Przedstawione na ryc. 5 krzywe częstości wykazują, że rozkład zawartości pyłu jest zbliżony do normalnego lub skośny dodatnio. Krzywe są wysmukłe z wyjątkiem ziół Dunajca (Ludźmierz i Marcinkowice), charakteryzujących się znacznymi wahaniami zawartości pyłu, co wpływa na rozciągnięcie krzywych częstości. Współczynnik zmienności V waha się w szerokich granicach od 21,2 do 60,4%, a wskaźnik nierównomierności Wn od 1,4 do 2,9. Złoże Bobru są mniej zmienne. Zmiany zawartości pyłu w przekroju podłużnym rzeki, przedstawione przykładowo na ryc. 8, mają charakter losowy, z nieznaną skłonnością do rytmiczności. Na rozpoznanych odcinkach dolny (np. w złożu Marcinkowice 6,5 km, Leszno Górne ok. 3 km) nie uwiadcza się kierunku zmian wartości parametru. Sposób rozmieszczenia pyłu w żwirowiskach przedstawiają mapy izolinii (ryc. 6 i 7) na tle izolinii zawartości piasku.

ZALEŻNOŚĆ ZAWARTOŚCI PIASKU I PYŁU

Zagadnienie to rozpatrywane na podstawie analizy danych graficznych i wyliczonych współczynników korelacji (r_{xy}) zarysowuje się odmiennie w różnych złożach. Przebieg izolinii zawartości pyłu w stosunku do izolinii zawartości piasku jest różnie zorientowany. Jedynie lokalnie dają się zauważyć zgodności kierunku biegu i zmian wartości obydwu parametrów. Na ogół izolinie przecinają się pod różnymi kątami, często są wzajemnie prostopadłe. Przykładowo w złożu „Ludźmierz” (ryc. 6) strefom minimalnej zawartości piasku miejscami odpowiadają maksymalne zawartości części pylastych i ilastych. Na odwrót w złożu „Leszno Górne” (ryc. 7) kierunki zmian są zgodne. Powstaje pytanie, czy są to zjawiska przypadkowe, czy też związane z jakimiś prawidłowościami?

Na ryc. 9 przedstawiono pola rozrzutu punktów projekcyjnych zawartości piasku i pyłu odpowiadające punktom rozpoznania. Kształt i wielkość pól rozrzutu charakteryzuje te złoże i sugeruje brak ściślejszego związku między wymienionymi parametrami. Stopień zależności zawartości piasku i pyłu określono wyliczając dla poszczególnych ziół współczynniki korelacji Pearsona. Obliczenia wykonano



Ryc. 6. Szkic rozmieszczenia zawartości piasku i pyłu w złożu „Ludźmierz” (Dunajec).

a — izololinia zawartości piasku, b — izololinia zawartości pyłu, c — kierunki starych meandrów, d — punkt rozpoznania złoża.

Fig. 6. Sketch of distribution of sand and dust contents in the deposit „Ludźmierz” (Dunajec)

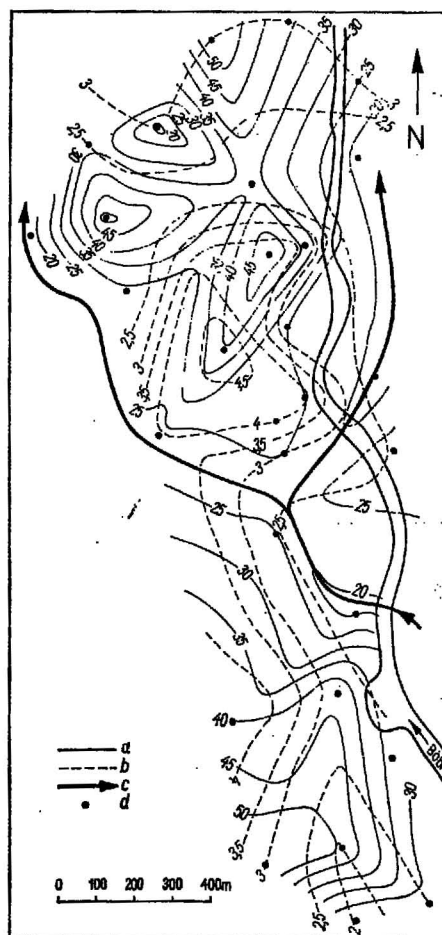
a — isolines of sand contents, b — isolines of dust contents, c — directions of old meanders, d — point of examination of deposit.

metodą momentu iloczynowego (3). Uzyskane wyniki dały odpowiedź na postawione pytanie i umożliwiają wyciągnięcie ogólniejszych wniosków.

W złożach „Komorów”, „Buków”, „Bolesławiec” stwierdzono małą zależność (r_{xy} od 0,3 do 0,4), wyrażającą ogólną tendencję wzrostu zawartości pyłu w miarę wzrostu zawartości piasku. W złożach „Lubomia” i „Leszno Górne” niska wartość współczynnika korelacji (r_{xy} od $-0,1$ do $+0,1$) wskazuje na brak związku między występowaniem obydwu parametrów. Natomiast w złożach górnego Dunajca („Ludźmierz” i „Marcinkowice”) występuje znaczna korelacja ujemna (r_{xy} od $-0,3$ do $-0,5$), wykazująca istotną zależność odwrotną, tj. maleńiu zawartości piasku odpowiada ogólnie wzrost zawartości pyłu. Zjawisko to pozornie niezgodne z utartymi pojęciami o erozji, transporcie i sedymentacji wyjaśnia wykazana teoretycznie przez F. Hjulströma (4) znaczna bezwładność spoistych mas mułkowo-iłastych, dla których wymycia potrzebna jest większa prędkość wód, niż dla usunięcia piasku. Dlatego na odcinkach, w których rzeka eroduje (zwykle odcinek „górski”) zubożeniu we frakcję piaszczystą, a wzrastowi frakcji gruboklastycznych towarzyszy wzrost zawartości pyłu oraz iłu. Zagadnienie współzależności występowania piasku i pyłu w seriach utworów klastycznych jest skomplikowane z uwagi na złożoność warunków sedymentacyjnych i procesów posesymentacyjnych. Dlatego oprócz wymienionego, jak się zdaje głównego czynnika, należy wymienić inne. Niewątpliwy wpływ może mieć tu również donoszenie materiału zmywanego ze zboczy, intensywniejsze na obszarach górzystych oraz erozja podłoża (na jakie składają się utwory ilaste i łupki) lub starszych osadów rzecznych, wśród których przeławiczenia madów nie należą do rzadkości.

Korelacja ujemna dowodziłaby zatem przewagi procesów erozyjnych, właściwych dla odcinka „górskiego” rzeki, gdy brak korelacji wskazuje na warunki zmienne (strefa przejściowa) z pewnym stanem równowagi dynamiki wód i osadu. Natomiast korelacja dodatnia świadczyłaby o wejściu w strefę akumulacyjną, w której wskutek spadku dynamiki wód odbywa się sedymentacja materiału drobniejszego, którego udział wydatnie wzrasta.

Podobne spostrzeżenia poczyniła G. Kociszewska-Muśiał (7) w osadach górnej Wisły, gdzie na odcinku „górskim” od źródeł do Drogomyśla przy minimalnej zawartości piasku w żwirach występują znaczne ilości pyłu. Również w licznych próbkach żwirów preglacjalnych B. Kosmowska-Ceranowicz (8) stwierdziła wzrost udziału pyłu i iłu, związany ze wzrostem zawartości żwiru.

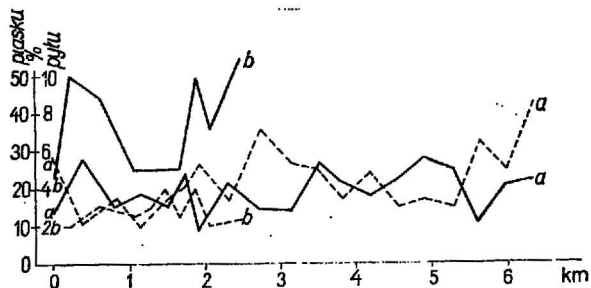


Ryc. 7. Szkic rozmieszczenia zawartości piasku i pyłu w złożu „Leszno Górne (Bóbr). Oznaczenia jak w ryc. 6.

Fig. 7. Sketch of distribution of sand and dust contents in the deposit „Leszno Górne” (Bóbr). Explanation as in Fig. 6.

PORÓWNANIE ŻWIRÓWISK RZECZNYCH I WODNOŁODOWCOWYCH

Zestawienie wyników badań przedstawionych w niniejszym artykule z wynikami uzyskanymi przez autora dla utworów piaszczysto-żwirowych akumulacji wodnolodowcowej (11), wykazuje duże podo-

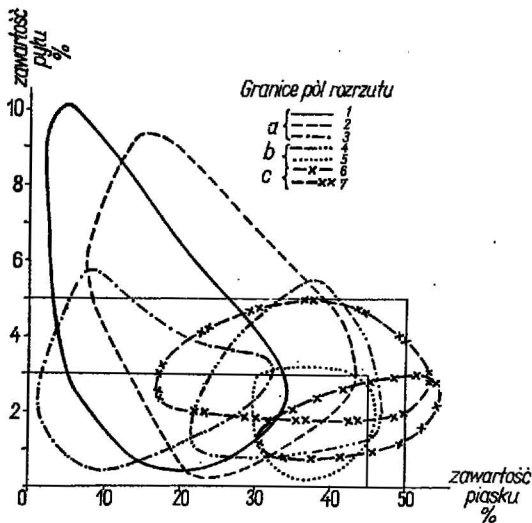


Ryc. 8. Wahania zawartości piasku i pyłu w przekroju podłużnym złóż żwiru.

a — Marcinkowice, b — Leszno Górne, ——— zawartość piasku, - - - - - zawartość pyłu.

Fig. 8. Changing contents of sand and dust in the longitudinal cross section of gravel deposits.

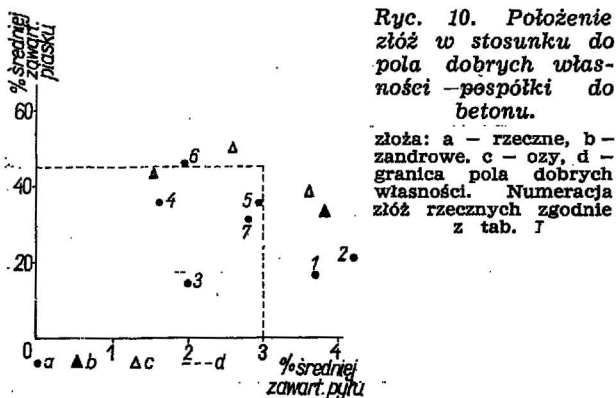
a — Marcinkowice, b — Leszno Górne, ——— sand content, - - - - - dust content.



Ryc. 9. Rozrzut zawartości piasku i pyłu w złożach żwiru.

a — Dunajca, b — Odra, c — Bóbr. Numeracja złóż zgodnie z tab. I

Fig. 9. Scatter of sand and dust contents in gravel deposits of the rivers a) Dunajec, b) Odra and c) Bóbr. Numbering of the deposits according to Table I



Ryc. 10. Północenie złóż w stosunku do pola dobrych własności — pępółki do betonu.

złóża: a — rzeczne, b — zandrowe, c — ozy, d — granica pola dobrych własności. Numeracja złóż rzecznych zgodnie z tab. I

Fig. 10. Situation of deposits in relation to the field of good properties of sand-gravel mix for concrete. Deposits: a — river deposits, b — sander deposits, c — eskers, d — boundary of the field of good properties. Numbering of the deposits according to Table I.

bieństwo wykształcenia tych utworów i ich zmienności. Forma żwirowisk rzecznych jest mniej zróżnicowana (V do 40%) w porównaniu do ozów (V do 50%) i zandrów (V do 70%). Natomiast ich zróżnicowanie jakościowe jest znaczniejsze. Zmienność zawartości piasku jest wyższa w rzekach (V, do 50%) niż w ozach (V do 40%) i zandrach (V do 30%). Zmienności zawartości pyłu w rzekach (V do 60%) i zandrach (V do 64%) są podobne i wyższe niż w ozach (V do 40%).

Ze względu na zmienność formy i parametrów jakościowych złoża rzeczne, zandrów i ozów należą do złóż równomiernych lub względnie równomiernych (grupa I i II) i zwykle prawidłowych zmian własności w ujęciu klasyfikacji złóż W. M. Krejtera (10).

Z uwagi na niższe średnie wartości parametrów jakościowych oraz regularniejszą formę żwirowiska rzeczne stanowią cenniejszą bazę kruszywa budowlanego i drogowego w porównaniu z utworami wodnolodowcowymi, charakteryzującymi się przeciętnie wyższą zawartością piasku i pyłu oraz niższym udziałem w składzie petrograficznym otoczków skał o wysokiej odporności mechanicznej. Położenie omawianych złóż w stosunku do pola dobrych własności przedstawiono na ryc. 10.

WNIOSKI

Dane uzyskane w toku analizy zmienności żwirowisk rzecznych pozwalają na wysunięcie następujących wniosków:

1. Najmniejsza wartość współczynnika zmienności odnosi się do miąższości żwirowisk (V od 20 do 30%, wyjątkowo 40%). Zmienność zawartości piasku (V od 10 do 50%) i pyłu (V od 20 do 60%) ulega znacznym wahaniom. Żwirowiska Dunajca i Odry charakteryzuje wyższa zmienność parametrów jakościowych w stosunku do złóż Bobru, bardziej zmiennych pod względem formy.

2. Ze względu na zmienność parametrów złożowych żwirowiska rzeczne należą do złóż równomiernych i względnie równomiernych (słabo nierównomiernych).

3. Ogólny kształt krzywych rozkładu parametrów złożowych przypomina rozkład normalny. Krzywe zawartości piasku i pyłu mają niewielką skośność dodatnią, wyraźniejszą dla zawartości pyłu w żwirowisku górnego Dunajca.

4. Wahania parametrów wzdłuż linii rozpoznania nie wykazują wyraźnej tendencji zmian w określonym kierunku i mogą być uważane za losowe.

5. Przy ustalaniu gęstości punktów rozpoznania złóż żwirów rzecznych i stopnia jego dokładności mogą być stosowane metody statystyczne. Za podstawę obliczeń sugeruje się przyjęcie współczynnika zmienności na poziomie $V = 30\%$. Stosownie do stwierdzonej rzeczywistej zmienności złoża oraz wymaganej dokładności rozpoznania należy siatkę rozpoznawczą zagęścić. Wobec braku wyraźnej kierunku zmian parametrów kształt siatki powinien być regularny.

6. Omawiane żwirowiska rzeczne należą do strefy południowej, reprezentują lądowe i lądowo-wodne złoża żwirów, spełniające ogólnie warunki bilansowości w zakresie wymogów technologicznych i geologiczno-górnictwowych.

7. Dla szczegółowego rozpoznania złóż celowe jest opracowywać mapy izolinii zawartości piasku i pyłu, jako podstawy do wyodrębnienia partii złóż o różnej przydatności. Mapy takie posiadają ponadto dużą wartość dla badań rozwoju doliny rzeki i jej ewolucji.

8. Występowanie korelacji między zawartością piasku i pyłu może być wskaźnikiem warunków sedymentacyjnych. Korelacja ujemna dowodziłaby przewagi czynników erozyjnych (odcinki górskie rzek), korelacja dodatnia charakteryzowałaby przewagę czynników akumulacyjnych (stożki napływowe, strefy nizinne rzek).

LITERATURA

1. Bobrowski W., Kociszewska-Musiał G. — Analizy żwirów Dunajca między Tatrami a Pieninami na tle morfologii i geologii obszaru zlewni. Kwart. geol. 1959, t. III, nr 2.
2. Bogackij W. W. — Matematyczeskij analiz razwiedocznoj sieti. Gosgeołtichizdat. Moskwa 1963.
3. Guilford J. P. — Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice. PWN, Warszawa 1964.
4. Hjulström F. — Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris. Bull. Geol. Inst. Univers. Upsala, vol. XXV, Upsala 1934—35.
5. Hultzsch A. — Beiträge zur Erkundungsmethodik von Sand und Kies. Teil III: Arbeitsmethoden. Zeitschr. für angew. Geol., nr 11, Berlin 1966.
6. Kociszewska-Musiał G. — Analizy żwirów Dunajca od Rożnowa do ujścia. Biul. geol. UW, 1961, t. I, cz. 1.
7. Kociszewska-Musiał G. — Charakterystyka współczesnych aluwioów facji korytowej górnej i środkowej Wisły (od źródeł do ujścia Bugu). Maszynopis. Kat. Geol. Ek. Ziół UW, 1965.
8. Kosmowska-Ceranowicz B. — Osady preglacjałne dorzecza środkowej Wisły. Prace Muz. Ziemi 1966, nr 9.
9. Kossakowska-Such J. — Analizy żwirów Dunajca między Pieninami a jez. Rożnowskim. Biul. geol. UW, 1961, t. I, cz. 1.
10. Krejter W. M. — Poiski i razwiedka miestorożdienij poleznych iskopajennyh. Cz. 2. Moskwa 1961.
11. Musiał T. — Zmienność ziół pospółki akumulacji wodnolodowcowej. Techn. Poszuk., 1966, nr 18.
12. Nawara K. — Analiza kształtu otoczków w górnym biegu Dunajca i jego dopływach na Podhalu. Zbiór prac i kom. Muz. Ziemi. 1960.
13. Nawara K. — Skład litologiczny żwirów Białki i Czarnego Dunajca w zależności od frakcji. Acta geol. pol. X, 1960.
14. Nawara K. — Transport i sedimentacja współczesnych żwirów Dunajca i jego niektórych dopływów. Prace Muz. Ziemi 1964, nr 6.

15. Unrug R. — Współczesny transport i sedimentacja żwirów w dolinie Dunajca. Acta geol. pol., v. VII, z. 2, 1957.

SUMMARY

The article deals with the results of studies on the variation of river gravel deposits, exemplified by seven deposits documented. Characteristics of the gravels from the rivers Dunajec, Odra and Bóbr and their variations are given, as well as classification is presented. Comparison with glacialfluvial gravel deposits is made, too. Moreover, a correlation has also been made of the contents of sand and dust in arenaceous-gravel formations, suggesting that this can be an index of sedimentary conditions.

It has generally been ascertained that the oscillations of the parameters of the gravel deposits are of accidental character, and their distribution are approximate to a normal one; this allow us to apply statistical methods necessary to determine the density and accuracy of a reconnaissance. The results of the research works presented in the article can be of use in projection of prospections and in reconnaissance of the deposits of this kind.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты определений изменчивости речных гравиев на примере семи разведанных месторождений. Приведены характеристики скоплений гравия в долинах рек Дунаец, Одра, Бубр, их изменчивость и классификация. Проведено сравнение с флювио-гляциальными гравиями. Исследовалось также содержание песка и пелиты в песчано-гравиевых отложениях, которое может являться показателем условий осадконакопления.

Констатируется, что колебания параметров гравиев имеют стихийный характер и их распределение близко нормальному, что дает возможность применять статистические методы при определении густоты и детальности разведки. Результаты работ могут быть использованы в проектировании поисков и разведки месторождений.