

EWA NIEDZIAŁKOWSKA (KRAKOW)

CECHY GRANULOMETRYCZNE OSADÓW ZŁOŻONYCH PODCZAS WEZBRAŃ W DOLINACH WISŁOKI I WISŁY

Prezentowane w artykule zagadnienie określenia cech sedymentologicznych osadów składanych podczas wezbrań, rozpatrywane będzie na przykładzie dwóch rzek Wisłoki i Wisły, na przedpołu Karpat w obszarach kotlinowych (Ryc. 1).

Celem badań było poznanie cech teksturalnych: uziarnienia i obróbki osadów składanych podczas wezbrań, przez rzeki płynące w obszarach o odmiennych cechach środowiska przyrodniczego (Niedziałkowska 1991).

CHARAKTERYSTYKA HYDROLOGICZNA

Obie rzeki, z racji położenia w łuku Karpat, charakteryzują się maksymalnym odpływem letnim, spowodowanym opadami. Rzeka Wisła leżąca w zachodniej części Karpat ma wyraźniejszy odpływ letni, przejawiający się powodziami głównie w miesiącach letnich. Roztopowo-opadowe wezbrania są znacznie mniejsze lub prawie nie występują (Ziemońska 1973, Punzet 1983). Położona we wschodniej części Karpat Wisłoka, charakteryzuje się maksymalnym odpływem roztopowo-opadowym przypadającym na kwiecień (Ziemońska 1973). Według Punzeta (1972) w dorzeczu górnej Wisły zaznacza się w ostatnim 50-leciu (1921—1970) wzrost maksymalnych przepływów, zarówno pod względem ich wielkości jak i częstości. Spowodowane jest to bardzo intensywną działalnością człowieka, przejawiającą się głównie w trzebieniu lasów i rozwoju rolnictwa. Bardziej naturalne środowisko w dorzeczu Wisłoki sprawia, że zjawisko to nie występuje lub że obserwowane jest jedynie w nieznacznym stopniu.

Wielkość i intensywność opadów, duża dynamika rzeźby: strome stoki, duże spadki dolin charakterystyczne dla dorzecza górnej Wisły sprawiają, że przepływ maksymalny Wisły jest tylko dwukrotnie

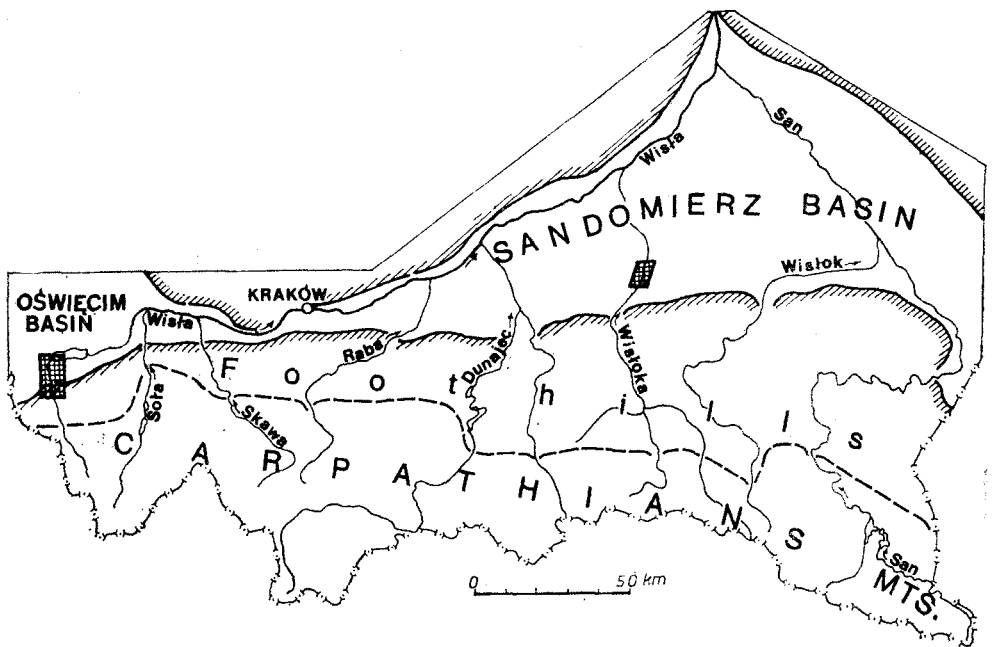
Tabela 1

Suma opadów i przepływy charakterystyczne w dorzeczu Wisłoki i górnej Wisły (wg Rocznika Hydrologicznego 1980)

Suma opadu mm/rok	Profil wodo- wskazu	Powierz- chnia zlewni km ²	Przepływ najwyższy z maksimum m ³ /s	Przepływ najniższy z minimum m ³ /s	Przepływ średni m ³ /s	Największe przepływy oraz stany wód z różnych wezbrań	Transport rumowiska t/rok
940 Beskid Niski	Mielec	3915	1160	2,8	33,7	2100m ³ /s = 836 cm — 1934	354000
1300 Beskid Śląski	Skoczów	297	648	0,12	6,1	580m ³ /s = 415 cm — 1958 500m ³ /s = 430 cm — 1902 = 410 cm — 1970	5910

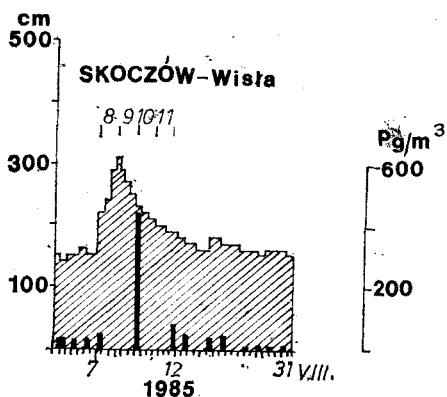
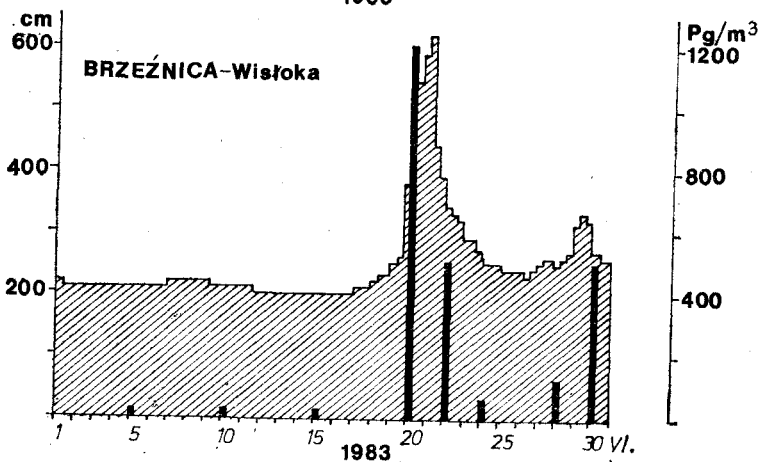
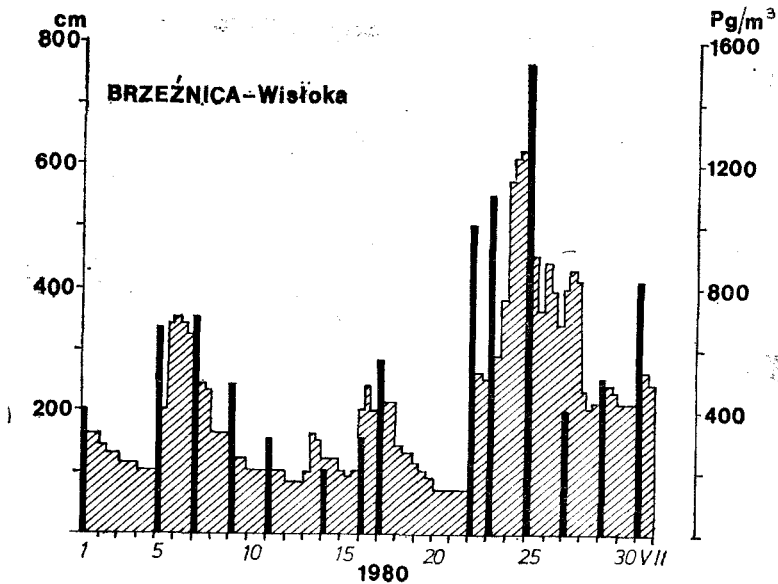
mniejszy niż Wisłoki, pomimo ponad dziesięciokrotnie mniejszego dorzecza (Tab. 1). Szybki spływ powoduje, że przepływ minimalny Wisły jest ponad dwudziestokrotnie mniejszy niż Wisłoki, przy średnich przepływach wynoszących dla Wisły $6,13 \text{ m}^3/\text{s}$, a dla Wisłoki $33,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tab. 1).

Podczas największych przepływów notowanych w dolinie Wisłoki poziom wody w zależności od przekroju wodowskazowego podnosił się o 6–8 m (Klimek [w:] Alexandrowicz i in. 1981). Natomiast podczas maksymalnych wezbrań w dolinie górnej Wisły poziom wody podnosił się do powyżej 4 m (Tab. 1). Tak więc przy znacznej głębokości wcięcia koryt obu rzek, nawet podczas tych wezbrań woda jedynie lokalnie mogła zalać równinę zalewową.



Ryc. 1. Lokalizacja terenów badań
Fig. 1. Location of the study areas

Badania osadów złożonych podczas wezbrań w dolinie Wisłoki, przeprowadzone były po powodziach w lipcu 1980 roku i czerwcu 1983 roku. Lipiec 1980 roku charakteryzował się trzema wezbrzeniami, z których trzecie było największe i osiągnęło stan maksymalny 618 cm w profilu wodowskazowym w Brzeźnicy. Wezbrzenia te przedzielone były niskimi stanami, wynoszącymi 50–100 cm (Ryc. 2). Wszystkie trzy wezbrzenia cechowało gwałtowne pojawienie się fali, podczas którego stan wody wzrastał o 180 do 250 cm. Opadanie fali następowało w sposób łagodny w ciągu 2–4 dni. Trzecie główne wezbrzenie lipca zazna-



Ryc. 2. Wysokości stanów wody oraz pomiaru zmaczenia w miesiącach z wezbrańiami, podczas których złożone zostały badane osady. Dane na podstawie *Rocznika Hydrologicznego*. 1980. z IMGW Oddział w Krakowie oraz IMGW Oddział w Ka-

czyło się stopniowym wzrostem stanu wody, z początku o 200 cm, następnie o około 100 cm oraz ponownie 200 cm, aż do stanu 618 cm. Fala opadała 7 dni, podczas których na generalną tendencję do obniżania wysokości zwierciadła nakładały się stany wyższe o 50 do 100 cm.

Pomiary zmaczenia w profilu wodowskazowym w Mielcu, odległym od Brzeźnicy o 27,8 km, wykazują znaczny udział materiału transportowanego w zawieszynie od 197 g/m^3 do maksymalnie 1523 g/m^3 , przy średnim zmaczeniu 818 g/m^3 (Ryc. 2). Obliczony transport rumowiska unoszonego za lipiec wynosił 424 000 t (*Rocznik Hydrologiczny*, 1980). O tym, że główna część transportowanego materiału przypadała na ten miesiąc świadczy fakt, że w całym roku przez profil zostało przeniesione 690 000 t.

Zupełnie odmienny był czerwiec 1983 roku. Niskie stany, utrzymujące się na poziomie około 200 cm, trwały przez pierwsze dwie dekady. Fala wezbraniowa wzrastała kilka dni, podnosząc się o 100 do 130 cm w ciągu doby do wysokości 618 cm. Opadanie fali do stanu średniego odbywało się bardzo stopniowo podczas 4 dni, po około 25–50 cm dziennie (Ryc. 2).

Wyniki pomiaru zmaczenia w czerwcu zmieniały się od 11 do 1190 g/m^3 , przy średnim zmaczeniu 588 g/m^3 . Obliczony transport rumowiska w Mielcu dochodził do 63 200 t, gdy w roku zostało przetransportowane 417 000 t (dane z IMGW, Oddział w Krakowie).

W dolinie górnej Wisły zbierałam materiały po wezbraniu w sierpniu 1985 roku. Charakteryzowało się ono gwałtownym wzrostem fali wezbraniowej od niskiego stanu wynoszącego 150 cm do 306 cm w ciągu doby. Po osiągnięciu kulminacji fala opadała bardzo stopniowo 5 dni. Pomiary zmaczenia w profilu wodowskazowym w Skoczowie wahają się od 0 do 443 g/m^3 , przy średnim zmaczeniu dla sierpnia 145 g/m^3 . Transport rumowiska obliczony dla sierpnia wynosił 9431 t (dane z IMGW Oddział w Katowicach).

CHARAKTERYSTYKA KORYT

Koryto Wisłoki o meandrowym biegu, spadku około 0,5‰, szerokości 40–70 m rozcina równinę zalewową do głębokości 4–6 m, a w przypadku podcinania wyższych poziomów terasowych nawet do 15 m (Klimek, Starkel, [w:] Alexandrowicz i in. 1981). Klimek (1979, 1983) podkreśla wyraźną tendencję do pogłębiania koryta, zwiła-

Fig. 2. Water stages and suspended sediment concentration during the months with high discharge occurrence being responsible for the sedimentation of the deposits examined. Data are based on the *Hydrological Yearbook*, 1980, obtained from the Institute of Meteorology and Water Management, Depts in Cracow and Katowice

szcza na bezpośrednim przedpolu Karpat w ostatnim sześćdziesięcioleciu. Koryto Wisłoki na znacznych odcinkach jest naturalne, jedynie krótkie fragmenty brzegu obudowane są wiklinowymi opaskami.

Koryto Wisły o biegu prawie prostym, spadku 2,8‰, szerokości 40—50 m, rozcina równinę zalewową do głębokości 3 m w obrębie Pogórza, około 5—7 m w Kotlinie Oświęcimskiej, a w pobliżu zbiornika Goczalkowice ponownie do głębokości 2 m. Koryto ma intensywną zabudowę techniczną. W wyniku drugiej regulacji, przeprowadzonej w latach siedemdziesiątych zostało ono pogłębione i obudowane betonowymi opaskami na obu brzegach. W poprzek koryta wybudowano szereg betonowych progów korekcyjnych, zmniejszających odcinkami jego spadek.

METODY

Metoda poboru prób. Ze względu na bardzo małą miąższość osadów, a także brak ich zróżnicowania próbki pobierałam z całej warstwy. Tylko w jednym przypadku, w osadach złożonych na równinie zalewowej Wisłoki, stwierdziłam trzy wyraźne warstwy i z każdej została pobrana próba.

Metody laboratoryjne i opracowania wyników. Analiza uziarnienia została wykonana dwoma metodami: sitową i areometryczną. Analiza sitowa obejmowała zakres średnic do 0,71 mm. Zastosowano zestaw sit o oczkach co około 0,5 ϕ . Dla frakcji drobniejszych, jako uzupełniającą wykonano analizę areometryczną. Wskaźniki uziarnienia obliczyłam według wzorów Folka i Warda (1957), wartości odpowiednich percentyli wyznaczyłam graficznie. Obliczyłam: średnią średnicę, odchylenie standardowe, skośność oraz kurtozę.

Podziału na frakcje i podfrakcje dokonałam zgodnie z propozycją zawartą w przewodniku projektu IGCP nr 158 (Starkel, Thornes 1981).

Obróbka ziarn kwarcu była badana na graniformametrze automatycznym w dwóch frakcjach: 1,02—0,75 i 0,75—0,5 mm. Określenia stopnia obróbki ziarn kwarcu dokonałam na podstawie wskaźnika obróbki w_0 (Krygowski 1964). Charakterystyki wewnętrznego zróżnicowania badanych prób pod względem obróbki ziarn kwarcu dokonałam na podstawie wartości odchylenia standardowego, które nazwałam wskaźnikiem jednorodności σ_0 (Niedzialkowska 1991).

OSADY ZŁOŻONE PO WEZBRANIACH W DOLINIE WISŁOKI

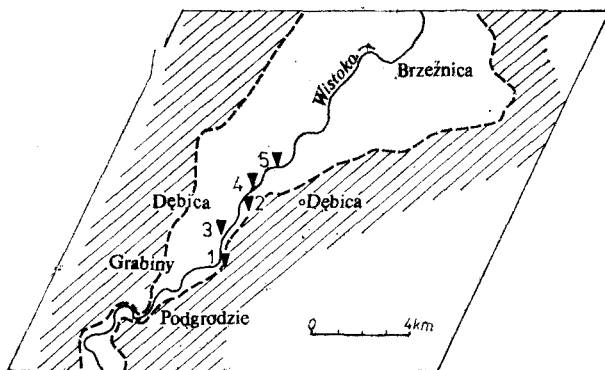
Na odcinku rzeki, liczącym około 4 km w okolicy Dębicy, na którym prowadzone były badania osadów złożonych po wezbraniach, brzegi koryta są zazwyczaj stromymi skarpami o wysokości od 1,0 do 4,0 m. Brak jest na nich zwartej pokrywy roślinnej lub darni. Pojedynczymi krzewami rosną zarośla wikliny. Od niższych fragmentów teras koryto oddzielone jest wałami przeciwpowodziowymi.

W zależności od szerokości koryta, wysokość zwierciadła wody wezbraniowej była różna na poszczególnych stanowiskach. Podniosła się o 2—4 m i prawie zawsze mieściła się w korycie. Tylko w jednym przypadku stwierdziłam zalanie równiny zalewowej.

Osady złożone po wezbraniach mają zwykle niewielką miąższość, od 0,1 do 0,3 m maksymalnie. Przeważają jednak miąższości mniejsze. W osadach tych nie stwierdziłam żadnych struktur sedymentacyjnych, dlatego przy opisie poszczególnych stanowisk informacja ta zostanie pominięta.

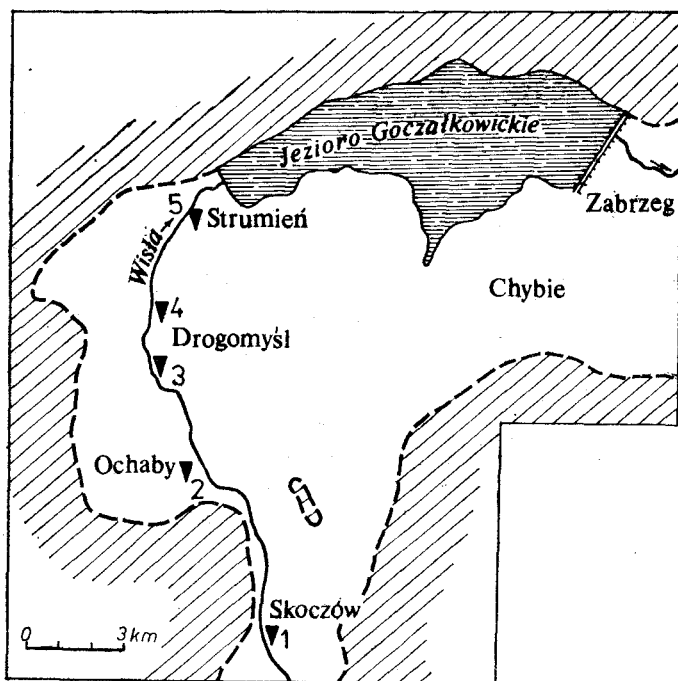
STANOWISKO 1

Stanowisko zlokalizowane jest w Dębicy na prawym brzegu Wisłoki (Ryc. 3). Podczas wezbrania w lipcu 1980 r. maksymalny poziom zwierciadła wody był o 3,5 m wyższy niż w dniu poboru prób. Około 0,5 m ponad lustrem wody w korycie znajduje się wąska listwa, na której złożona została forma o charakterze wału ciągnącego się wzdłuż koryta na odcinku kilkunastu metrów (szer. ok. 1,5 m oraz wys. ok. 0,3 m). Próby pobrałam w dwóch profilach leżących w odległości ok. 0,7 m (Ryc. 5). Osady budujące wał składają się przede wszystkim z piasku drobnego oraz bardzo drobnego. W stropie formy w obu profilach leży



Ryc. 3. Dolina Wisłoki — lokalizacja stanowisk z osadami złożonymi podczas wezbrań

Fig. 3. The Lower Wisłoka Valley — location of sites with modern deposits accumulated at high discharges



Ryc. 4. Dolina górnej Wisły — lokalizacja stanowisk z osadami złożonymi podczas wezbrań

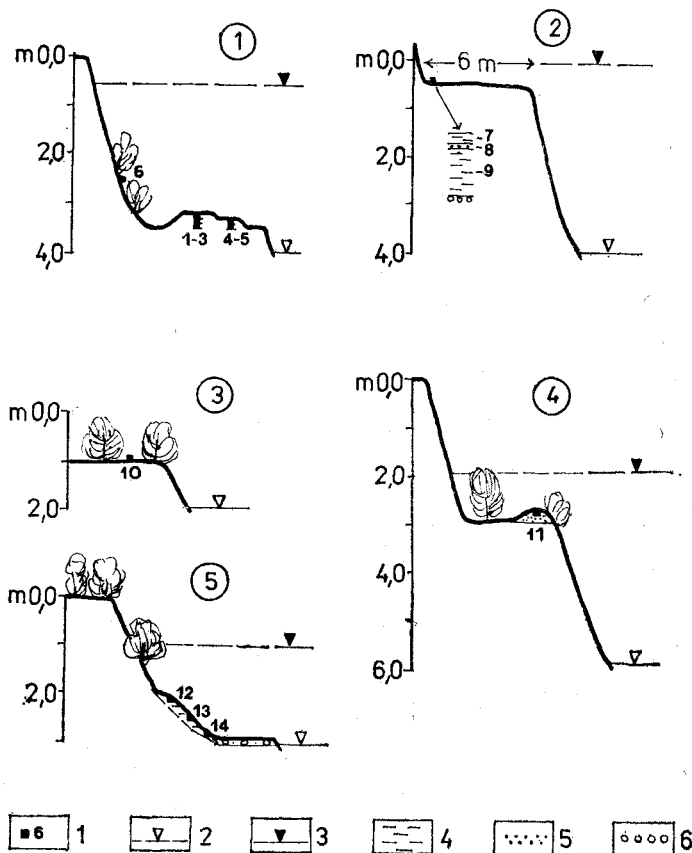
Fig. 4. The Upper Vistula Valley — location of sites with modern deposits laid down at high discharges

materiał drobniejszy. Przeważa w nim piasek bardzo drobny, wzrasta także udział pyłu (Ryc. 6). Średnia średnica zmniejsza się od $3,0/3,7 \phi$ do $4,1 \phi$ dla osadów stropowych. Cechuje je słabe i mało zróżnicowane wysortowanie ($\sigma_1 = 1,3-1,8$), mało zmienna i dodatnia skośność oraz wysokie i zróżnicowane wartości kurtozy ($1,6-3,0$). Próba 6, pobrana z osadów leżących znacznie wyżej, charakteryzuje się podobnym uziarnieniem i wartościami wskaźników.

Ziarna o lepszej obróbce występują w obu spągowych próbach (3 i 5) i wartości wskaźnika W_0 wynoszą odpowiednio 900 i 780. Osady leżące wyżej charakteryzują się gorszą obróbką i mają wartości W_0 niższe (700).

STANOWISKO 2

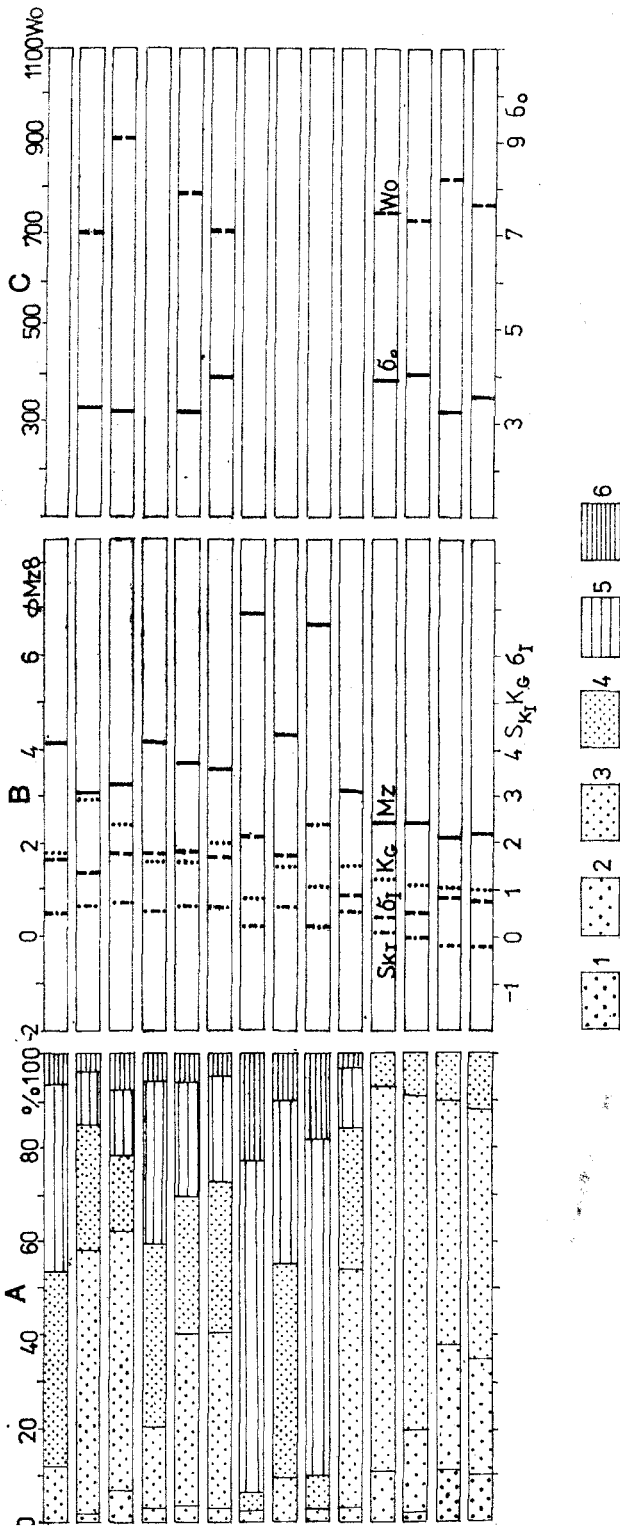
Stanowisko to znajduje się na prawym brzegu Wisłoki koło mostu drogowego w Dębicy, na równinie zalewowej w obszarze między wałami przeciwpowodziowymi (Ryc. 3). Wysokość równiny wynosi ok. 3,5 m nad poziom wody. Próby pobrałam w odległości około 6,0 m od brzegu koryta, tuż poniżej maksymalnego zasięgu wezbrania (Ryc. 5). Osad



Ryc. 5. Dolina Wisłoki — miejsca poboru prób z osadów złożonych podczas wezbrań (lokalizacja stanowisk na Ryc. 3): 1 — położenie i numer próby, 2 — stan wody w czasie badań, 3 — stan wody podczas wezbrania, 4 — pył ilasty, 5 — piasek pylasty, 6 — żwir

Fig. 5. The Lower Wisłoka Valley — places at which samples were taken (for location of sites see Fig. 3): 1 — location and sample number, 2 — water stage during the study period, 3 — water stage at the high discharge, 4 — silty clay, 5 — silty sand, 6 — gravel

złożony na terasie składał się z trzech wyraźnych warstw. Leżąca na drobnych żwirach warstwa spągowa (7), o miąższości ok. 0,05 m, to pył ilasty zapiaszczony (Ryc. 6). Następną warstwą (8), o miąższości 0,1 m, jest piasek pylasty zailony. Stropową warstwę (9), grubości 0,01 m, ponownie bardziej drobnoziarnistą, tworzy pył ilasty zapiaszczony. Dla warstw pyłów ilastych M_z wynosi $6,9\phi$ w spągu i $6,6\phi$ w stropie. Wysortowanie jest bardzo słabe ($\sigma_1 = 2,1; 2,3$), skośność dodatnia, wartości kurtozy wskazują na rozkład normalny. Warstwa piasków pylastych ma większą średnią średnicę ($M_z = 4,3\phi$), wysortowanie słabe ($\sigma_1 = 1,7$), dodatnią skośność oraz wysoką kurtozę (1,5).



Ryc. 6. Dolina Wisłoki — osady złożone podczas wezbrań. A — Diagram uziarnienia: 1 — piasek gruby, 2 — piasek średni, 3 — piasek drobny, 4 — piasek bardzo drobny, 5 — pył, 6 — il; B — Diagram liniowy wskaźników uziarnienia: M_z — średnia średnica, δ₁ — łączna graficzna odchylenie standardowe, Sk₁ — łączna sikośność graficzna, K_G — kurtoza graficzna; C — Diagram liniowy wskaźników obróbki: W₀ — wskaźnik obróbki, δ₀ — wskaźnik jednorodności

Fig. 6. The Lower Wisłoka Valley — modern high discharge-formed deposits. A — Grain size graph: 1 — coarse sand, 2 — medium sand, 3 — fine sand, 4 — very fine sand, 5 — silt, 6 — clay; B — linear graph of grain size indices: M_z — mean diameter, δ₁ — inclusive graphic standard deviation, Sk₁ — inclusive graphic skewness, K_G — graphic curtosis; C — linear graph of abrasion indices: W₀ — abrasion index, δ₀ — homogeneity index

Identyczną sekwencję osadów powodziowych składanych na równinie zalewowej opisują Klimek (1974) oraz Teisseyre (1989). Autorzy wiążą ją z kolejnymi fazami powodzi oraz rolą roślinności w wypływananiu materiału.

STANOWISKO 3

Stanowisko to leży na lewym brzegu Wisłoki, poniżej ujścia potoku Czarna (Ryc. 3). Próbę 10 zebrałam z bloków piaskowca chroniących brzeg, z wys. około 1 m nad poziom wody (Ryc. 5). Są to piaski pyłaste z niewielką domieszką iltu (Ryc. 6). Wykształcone są one jako piaski drobne i bardzo drobne, o średniej średnicy $3,1 \phi$, wysortowaniu umiarkowanym ($\sigma = 0,9$), dodatniej skośności oraz wysokiej kurtozie (1,5).

STANOWISKO 4

Znajduje się ono na lewym brzegu Wisłoki, koło Dębicy (Ryc. 3). Po wezbraniu w czerwcu 1983 roku, na wąskiej listwie równiny zalewowej wys. około 3 m nad poziom wody, w obszarze między wałami przeciwpowodziowymi zostały złożone osady (Ryc. 5). Między wiklinowymi krzewami powstały smugi piasku, dłuższe i wyższe w strefie bliższej koryta. Próbę 11 zebrałam z jednej z takich smug, której miąższość dochodziła do 0,3 m, długość do kilku metrów, a szerokość do 1 m. W profilu pionowym osadów nie obserwowałam żadnych struktur sedymentacyjnych, warstw ani też gradacji ziarna. Jedynie w spągowej części widoczne było nagromadzenie substancji organicznej: patyków i liści. Osad ten składał się wyłącznie z piasku drobnego, średniego i bardzo drobnego (Ryc. 6). Średnia średnica wynosi $2,4 \phi$, wysortowanie jest dobre ($\sigma_1 = 0,4$), skośność dodatnia. Osady te cechuje słaba obróbka ziarna kwarcu, wartość wskaźnika obróbki jest niska (710), przy małej jednorodności.

STANOWISKO 5

Stanowisko to leży na lewym brzegu Wisłoki koło Dębicy (Ryc. 3). Osady zostały tu złożone w brzegu koryta jako wyraźny płat sięgający do wysokości ok. 1 m ponad poziom wody w dniu poboru prób (Ryc. 5). Zbudowane są one z piasków, przede wszystkim drobnych i średnich, a w części środkowej i dolnej również z piasku grubego. Średnia średnica zmienia się od $2,2 \phi$ w dolnej części do $2,4 \phi$ w części górnej. Wysortowanie odpowiednio przechodzi od umiarkowanego ($\sigma_1 = 0,8$)

do dobrego ($\sigma_1 = 0,5$), a skośność od ujemnej do symetrycznej. Na rozkład normalny wskazują także wartości kurtozy (1,0—1,1).

Stopień obróbki ziarn kwarcu nie jest wysoki (730—810), najlepsza obróbka występuje w środkowej części płatu, a jednorodność w jego górnej części jest mniejsza niż w środkowej i dolnej ($\sigma_0 = 4,0—3,2$).

OSADY ZŁOŻONE PO WEZBRANIU W DOLINIE GÓRNEJ WISŁY

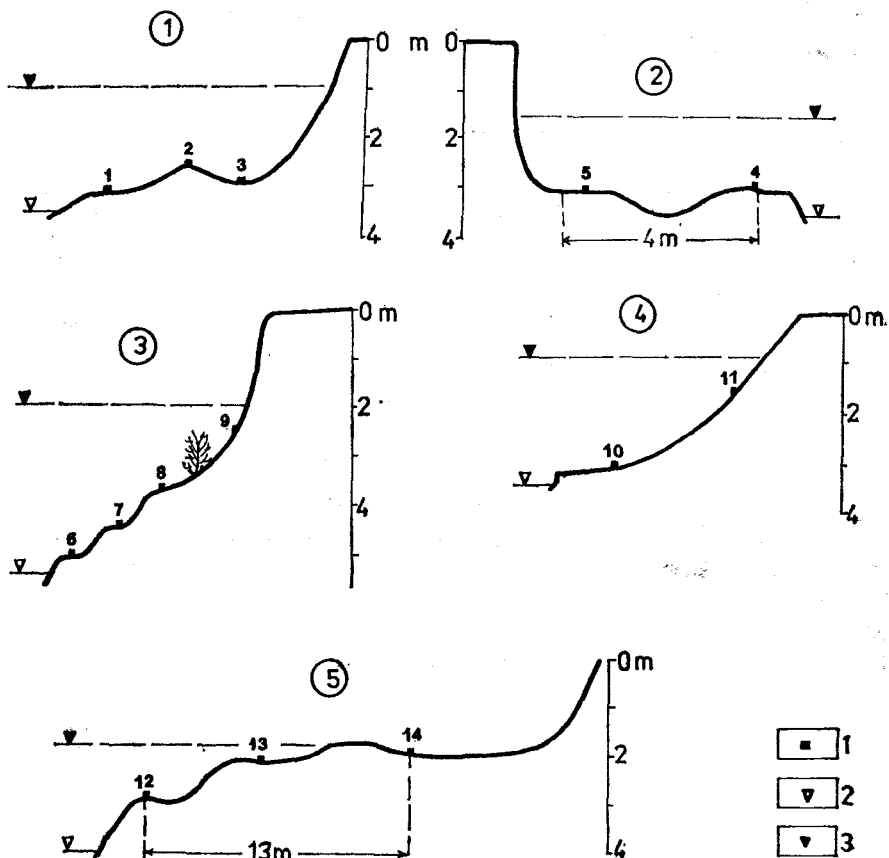
Dolina Wisły między Skoczowem a Strumieniem, o długości około 14 km, ma zróżnicowane koryto. W części pogórskiej wcięte jest do głębokości 3,5 m w równinę zalewową, ma sztucznie przygotowane większe łożysko mieszczące falę wezbraniową. Jest ono o około 5—7 m szersze niż koryto. Osady stanowisk Skoczów i Ochaby zostały złożone w obrębie łożyska na powierzchni pokrytej roślinnością (trawy, łopiany). W strefie kotliny koryto zostało sztucznie pogłębione, a jego brzegi wyprofilowane. W brzegach koryta zostały opisane oba stanowiska w Drogomyślu. Rosną tu pojedyncze kępy traw, ziół, a nawet małe krzewy wiklin. Ostatni punkt w Strumieniu to osady złożone na równinie zalewowej, w obszarze między wałami przeciwpowodziowymi na zwartej pokrywie traw.

Bezstrukturalne osady złożone po wezbraniach osiągają miąższość do 0,1 m maksymalnie.

STANOWISKO 1

Znajduje się ono w Skoczowie, w pobliżu mostu, na prawym brzegu rzeki (Ryc. 4). Z niskiej listwy, występującej u podnóża brzegu koryta, zebrałam trzy próby (Ryc. 7). Wysokość wody podczas wezbrania wynosiła około 2,5 m nad poziom wody w dniu poboru prób.

Osady te wykształcone są przede wszystkim jako piaski drobne i średnie (Ryc. 8). Udział pyłu jest znikomy (3—10%). Zwraca uwagę duże podobieństwo osadów prób 1 i 2 oraz wyraźne drobnienie osadu w próbie 3, zaznaczające się we wzroście udziału piasku bardzo drobnego oraz pyłu, a także zmniejszeniu zawartości piasku drobnego i średniego. Próby 1 i 2 mają zbliżoną średnią średnicę (2,1 i 2,2), umiarkowanie dobre wysortowanie ($\sigma_1 = 0,7$), dodatnią skośność. Natomiast osady złożone w obniżeniu mają mniejszą średnią średnicę (2,5 ϕ), słabe wysortowanie ($\sigma_1 = 1,1$), dodatnią skośność. Różnice te odzwierciedlają cechy osadu składanego z zawiesiny w obniżeniu za wałem. Stopień obróbki ziarn kwarcu jest niski (480—700), przy małej jednorodności.



Ryc. 7. Dolina górnej Wisły — miejsca poboru prób z osadów złożonych podczas wezbrania (lokalizacja stanowisk na Ryc. 4): 1 — położenie i numer próby, 2 — stan wody w czasie badań, 3 — stan wody podczas wezbrania

Fig. 7. The Upper Vistula Valley — places at which samples were taken (for location see Fig. 4): 1 — location and sample number, 2 — water stage during the study period, 3 — water stage at the high discharge

STANOWISKO 2

W Ochabach na lewym brzegu Wisły (Ryc. 4) z listwy około 6 m szer., wznoszącej się 0,5 m nad poziom wody, zebrałam dwie próby (4 i 5) położone w odległości 4 m (Ryc. 7). Zwierciadło wody podczas wezbrania sięgało około 1,5 m wyżej.

Próba bliższa koryta (4) jest bardziej gruboziarnista i składa się z piasków drobnych i średnich (Ryc. 8). Średnia średnica wynosi $2,5 \phi$, wysortowanie jest umiarkowane ($\sigma_1 = 0,8$). Natomiast próbę 5 (dalszą) cechuje przede wszystkim wzrost udziału piasku bardzo drobnego oraz pyłu. Znajduje to odbicie w drobnieniu średniej średnicy ($3,2 \phi$) oraz pogorszeniu wysortowania ($\sigma_1 = 0,9$).

Obróbka ziarn kwarcu jest bardzo niska ($W_o = 520-570$), przy małej jednorodności ($\sigma_o = 3,6-3,9$).

STANOWISKO 3

Na prawym brzegu Wisły, w pobliżu mostu w Drogomyślu (Ryc. 4), zebrano próby od nr 6 do 9 leżące najwyżej w przekroju (Ryc. 7). Wezbranie sięgnęło około 3,5 m nad poziom wody w korycie w dniu badań. Cztery badane próby wykształcone są jako piaski drobnoziarniste z domieszką pyłu, a niekiedy również ilu. Im wyżej położona próba, tym mniej zawiera piasku średniego, a więcej bardzo drobnego oraz pyłu (Ryc. 8). W miarę wzrostu wysokości wartości wskaźników uziarnienia zmieniają się stopniowo. Następuje drobnienie średniej średnicy od $2,4 \phi$ do $3,0 \phi$. Umiarkowane wysortowanie pogarsza się od $\sigma_1 = 0,7$ do $\sigma_1 = 0,9$, rośnie wartość kurtozy (1,1—1,4) oraz skośności (0,2—0,3). Jedynie próba 8, najbardziej ilasta, charakteryzuje się odmiennymi wartościami wskaźników, słabym wysortowaniem ($\sigma_1 = 1,7$), dodatnią skośnością (0,5), wysoką kurtozą (2,8).

Wartości wskaźnika obróbki są niskie i mieszczą się w granicach 540—660, ziarna o najlepszej obróbce znajdują się w próbie 7, a ziarna o najslabszej obróbce w próbie położonej najwyżej (9). Wraz ze wzrostem wysokości zmniejsza się jednorodność ($\sigma_o = 3,1-3,9$).

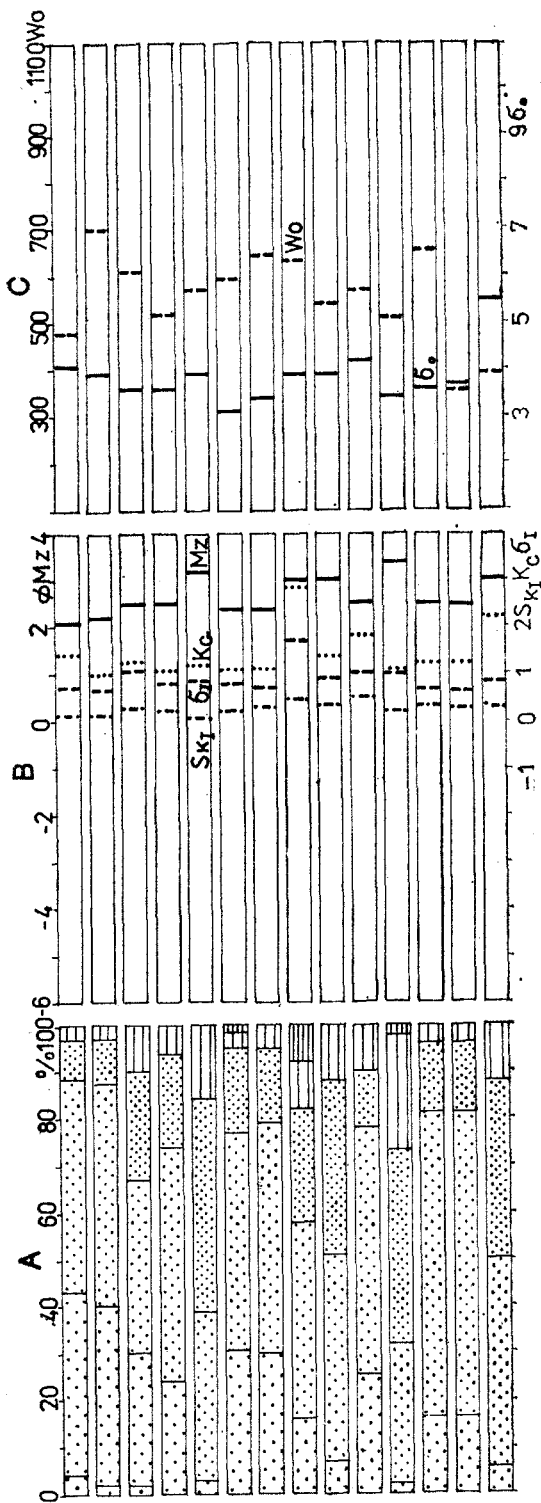
STANOWISKO 4

Leży około 1 km w dół rzeki od stanowiska 3 (Ryc. 4). Próba 10 pochodzi z wys. 0,2 m, próba 11 z wys. 2,0 m nad poziom wody w korycie (Ryc. 7). Stan wody powodziowej sięgał 2,5 m nad poziom wody w dniu poboru prób. Tu również wraz z wysokością następuje drobnienie osadu (Ryc. 8). Zmniejsza się średnia średnica od $2,5 \phi$ do $3,4 \phi$, przy umiarkowanym wysortowaniu ($\sigma_1 = 1,0$). Odwrotnie niż w opisywanych dotychczas osadach zmieniają się inne wskaźniki, mianowicie wraz z wysokością zmniejsza się skośność (0,5—0,2) i kurtoza (1,8—1,1).

Stopień obróbki ziarn kwarcu jest niski i zmniejsza się im osady położone są wyżej ($W_o = 570-510$), w tym samym kierunku wzrasta jednorodność ($\sigma_o = 4,2-3,4$).

STANOWISKO 5

Na prawym brzegu Wisły, w pobliżu mostu w Strumieniu w zasięgu cofki zbiornika Goczałkowickiego, występuje płat równiny zalewowej, na którym zebrałam trzy próby (Ryc. 4). Leżą one na wysokość-



Ryc. 8. Dolina górnej Wisły — osady złożone podczas wezbrań. A — Diagram uziarnienia, B — Diagram liniowy wskaźników uziarnienia, C — Diagram liniowy wskaźników obróbki. Objasnienia jak na Ryc. 6

Fig. 8. The Upper Vistula Valley — modern high discharge-formed deposits. A — Grain size graph; B — linear of grain size indices; C — linear graph of abrasion indices. Key is as for Fig. 6

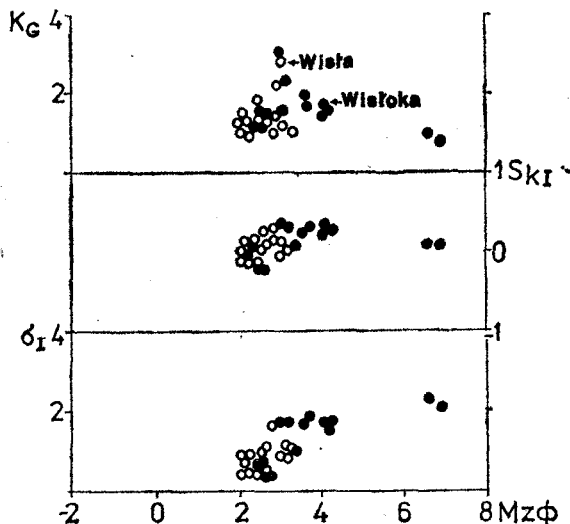
ciach około 1 m (próba 12) i około 2 m (próby: 13 i 14) nad poziom wody w korycie. Odległość między skrajnymi próbkami wynosi 13 m (Ryc. 7).

Osady te złożone są z piasków drobnych oraz bardzo drobnych. Im dalej od koryta tym drobniejszy jest osad, średnia średnica maleje od $2,5\phi$ do $3,0\phi$, pogarsza się wysortowanie do umiarkowanie dobrego ($\sigma_1 = 0,6$) do umiarkowanego ($\sigma_1 = 0,8$), natomiast wzrastają wartości kurtozy (Ryc. 8).

Wartości wskaźnika obróbki są niskie i wskazują na graniasty (650), a dalej od koryta skrajnie graniasty typ obróbki (360—390). Jednocześnie im dalej od koryta, tym jednorodność jest mniejsza ($\sigma_0 = 3,6—5,5$).

PODSUMOWANIE

Osady złożone po wezbraniach w obrębie koryt zarówno Wisłoki, jak i górnej Wisły wykształcone są głównie jako piasek, niekiedy tylko z domieszką pyłu i iłu. Drobienie ziarna powoduje pogorszenie wysortowania, wzrost wartości skośności i kurtozy. Osady powodziowe Wisłoki są nieco bardziej drobnoziarniste niż górnej Wisły (Ryc. 9). Wynika to z większej pylastości warstw krośnieńskich.



Ryc. 9. Wykres zależności wskaźników uziarnienia od średniej średnicy

Fig. 9. Grain size indices versus mean diameter M_z

Cechy osadu związane z jego położeniem w obrębie koryta zaznaczają się wyraźniej w korycie górnej Wisły niż Wisłoki. Wynika to z innego wykształcenia tych koryt. Koryto Wisłoki jest wąskie i głęboko wcięte, praktycznie pokrywa się z łożyskiem. Natomiast koryto górnej Wisły, choć miejscami także głęboko wcięte, ma również szerokie ło-

zysko przygotowane na wody wezbraniowe. Nie bez znaczenia jest również przebieg fali wezbraniowej, która w dolinie górnej Wisły jest krótka w czasie i gwałtownie opada, gdy w Wisłoce czas opadania jest wydłużony i zaznaczają się także drugorzędne wezbrania (Ryc. 2).

Osady składane w korycie górnej Wisły podczas wezbrań dalej od głównego nurtu lub w wyższej części koryta są bardziej drobnoziarniste oraz słabiej wysortowane. Wzrasta procentowy udział pyłu, niekiedy pojawia się il. Cechuje je także słabsza obróbka ziarn kwarcu i mniejsza jednorodność. Osady złożone po wezbraniu w obrębie koryta różnią się od złożonych na równinie zalewowej strukturą uziarnienia. W osadach pozakorytowych wyraźnie widoczny jest mniejszy udział piasku średniego, a wzrost zawartości piasku drobnego. Wskaźniki uziarnienia nie pokazują tej różnicy. Na badanym odcinku (15 km) wśród osadów złożonych w obrębie koryta nieznacznie zmniejsza się z biegiem rzeki zawartość piasku średniego, widoczna również w drobnieniu ziarna ($M_z = 2,1-2,5 \phi$).

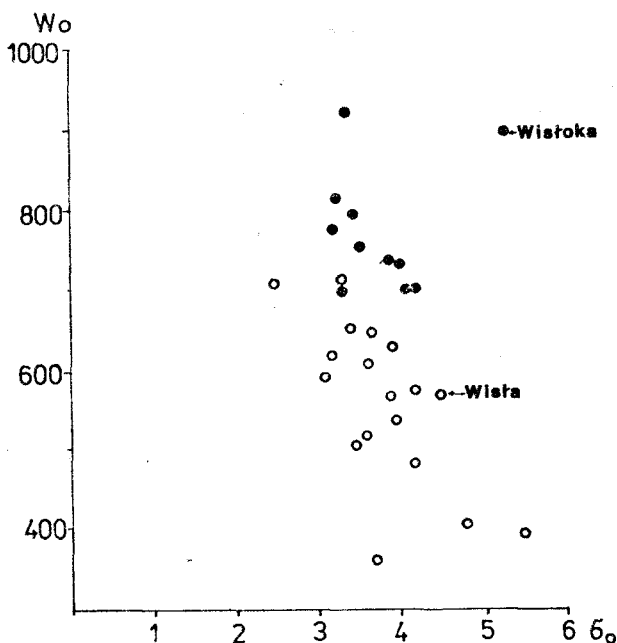
Natomiast osady złożone po wezbraniu na równinie zalewowej Wisłoki, charakteryzujące się opisaną przez Klimka (1974) sekwencją, są bardziej drobnoziarniste (pyły ilaste) i gorzej wysortowane niż leżące w obrębie koryta.

Froehlich (1982), badając materiał transportowany w zawiesinie w czasie powodzi, stwierdza, że w różnych korytach przy podobnych parametrach hydrologicznych wezbrań zawiesina różni się uziarnieniem, które zależy od wykształcenia litologicznego podłoża czy sposobu użytkowania zlewni. Pomimo nieznacznych różnic co do wielkości osadów złożonych przez Wisłokę i górną Wisłę, wykazują one wiele cech wspólnych. Należy więc sądzić, że różnice w wielkości materiału transportowanego w zawiesinie, widoczne w małych zlewniach, zacierają się w przypadku dużych rzek. Wynika stąd, że cechy osadów są też funkcją długości transportu. Proces morfoselekcji zachodzący podczas transportu i sedymentacji wpływa na ujednoczenie cech materiału, który wyściowo różnił się.

Istnieje natomiast zdecydowana różnica w obróbce ziarn kwarcu osadów złożonych podczas wezbrań w obrębie koryt Wisłoki i Wisły. Osady Wisłoki charakteryzują się lepszą obróbką niż Wisły, które są zdecydowanie bardziej graniaste (Ryc. 10). Zjawisko to można wyjaśniać różnymi warunkami hydrologicznymi panującymi w korytach obu rzek, a zwłaszcza średnimi i niskimi przepływami, podczas których odbywa się porządkowanie materiału w korycie (Kaniecki 1976).

Pod względem uziarnienia badane osady mają cechy drobnoziarnistych kopalnych osadów korytowych: średnica od 2 do 4 ϕ i dobre wysortowanie. Jedynie osady złożone na równinie zalewowej Wisłoki leżą w polu typowym dla osadów pozakorytowych (Niedziałkowska 1991).

Osady składane podczas wezbrań w korycie Wisłoki odpowiadają obróbką kopalnym osadom pozakorytowym. Odpowiednie osady Wisły są gorzej obtoczone niż wszystkie badane osady kopalne tej rzeki (Niedziałkowska 1991).



Ryc. 10. Wykres zależności wskaźnika obróbki od odchylenia standardowego
Fig. 10. Grain abrasion index W_o versus standard deviation δ_o

WNIOSKI

Znaczne podobieństwo uziarnienia osadów składanych podczas wezbrań w brzegach koryt Wisłoki i Wisły sugerują, iż na wykształcenie tej cechy zasadniczy wpływ mają warunki hydrodynamiczne w jakich osad ten był transportowany i sedymentowany. Wpływ budowy geologicznej jest znikomy.

Zasadnicze różnice w obróbce ziarn kwarcu osadów obu rzek można starać się wyjaśnić odmiennymi warunkami hydrologicznymi, a zwłaszcza przepływami mineralnymi, podczas których odbywa się porządkowanie materiału znajdującego się w korycie (Kaniecki 1976). Nie bez znaczenia jest także charakter koryta. Wisła o skalnym korycie w górnym biegu, a w odcinku pogórskim obetonowanym ma bardziej graniaste ziarna niż Wisłoka o korycie niemal naturalnym.

Wyraźne różnice w cechach osadów złożonych podczas wezbrań między Wisłoką i Wisłą, których nie stwierdzono w osadach kopalnych

tych rzek (Niedziałkowska 1991), sugerują także czynnik czasu i procesów postsedymenacyjnych, które wpływają na większe ujednoczenie cech teksturalnych.

Instytut Geografii i PZ PAN
Zakład Geomorfologii Gór i Wyżyn
ul. Św. Jana 22, 31-018 Kraków

LITERATURA

- Alexandrowicz S. W., Klimek K., Kowalkowski A., Mamakowa K., Niedziałkowska E., Pazdur M., Starkel L., 1981. *The evolution of the Wisłoka valley near Dębica during the Late Glacial and Holocene*. *Folia Quaternaria*, 53, 91.
- Folk R. L., Ward W. C., 1957. *Brazos river bar: a study in the significant of grain size parameters*. *Journ. of Sedimentary Petrology*, 27, 1, 3—24.
- Froehlich W., 1982. *Mechanizm transportu fluwialnego i dostawy zwietrzelin do koryta górskiej zlewni fliszowej*. *Prace Geograficzne*, 143, 144.
- Kaniecki A., 1976. *Dynamika rzeki w świetle osadów trzech wybranych odcinków Proсны*. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk*, XVII, 100.
- Klimek K., 1974. *The structure and mode of sedimentation of the flood-plain deposits in the Wisłoka valley (South Poland)*. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcanica*, VIII, 135—151.
- Klimek K., 1979. *Geomorfologiczne zróżnicowanie koryt karpaccich dopływów Wisły*. *Folia Geographica*, XII, 35—47.
- Klimek K., 1983. *Erozja wgłębna dopływów Wisły na przedpolu Karpat. Ekologiczne podstawy zagospodarowania Wisły i jej dorzecza*, 97—108.
- Kostrzewski A. 1984. *Sedimentary environmental of selected West Carpathian rivers, as defined on the basis of granulometric properties of alluvia*. *Quaternary Studies in Poland*, 5, 59—73.
- Krygowski B., 1964. *Graniformametrija mechaniczna, teoria i zastosowanie*. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk*, II, 4, 112.
- Niedziałkowska E., 1991. *The textural diversity of Upper Quaternary fluvial deposits in the Carpathian foreland*. *Geographical Studies, Spec. Issue*, 6, 119—146.
- Punzet J., 1972. *Tendencje zmian przebiegu wieloletnich wód w dorzeczu górnej Wisły*. *Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej*, VIII, 3—4, 29—41.
- Punzet J., 1983. *Zasoby wodne dorzecza górnej Wisły*. *Rocznik Nauk Rolniczych*, 192, 84.
- Starkel L., Thornes J. B. (eds), 1981. *Palaeohydrology of river basins. Guide to the Sub-project A on Palaeohydrological Changes in the temperate zone in last 15 000 years*. *Technical Bulletin*, 28, 107.
- Teisseyre A. K., 1988. *Mady dolin sudeckich. Część II: Wybrane zagadnienia metodologiczne*. *Geologia Sudetica*, XXIII, 1, 65—101.
- Teisseyre A. K., 1989. *Mady dolin sudeckich. Część III: Subaeralnie i subakwalnie deponowane osady pozakorytowe w świetle eksperymentu terenowego (1977—1979)*. *Geologia Sudetica*, XXIII, 2, 1—64.

- Ziemońska Z., 1973. *Stosunki wodne w polskich Karpatach Zachodnich*. Prace Geograficzne, 103, 126.
- Zwoliński Z., 1985. *Sedymentacja osadów przyrostu pionowego na terasie zalewowej Parsęty*. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, XXXV, A, 205—238.

SUMMARY

E. Niedziałkowska

GRANULOMETRIC PROPERTIES OF HIGH DISCHARGE-FORMED DEPOSITS
IN THE WISŁOKA AND UPPER VISTULA RIVER VALLEYS

Studies of sediments which are being laid down at high discharges by the rivers Wisłoka and Vistula inside the channels and on the floodplain were carried out in the foreland of the Polish Carpathians, where the channels are deeply incised. For this reason the peak flows tend to reach the floodplain only sporadically and locally there.

Marked similarities of grain size composition of the modern deposits accumulated in the Wisłoka and Vistula river channels suggest that this property was essentially controlled by hydrodynamic conditions of transport and sedimentation prevailing at high discharges. The influence of geological structure is less visible.

Distinct differences in quartz grain abrasion which have been stated in the deposits of both rivers may be explained by different hydrological conditions prevailing especially at lowest discharges during which the morphoselection of grains takes place in the channel (Kaniecki 1976). The nature of the channel also is important. In the uppermost rocky segment of the Vistula channel which farther downstream, i.e. within the Carpathian Foothills contains concrete structures the grains are much coarser than those in the non-regulated Wisłoka channel.

Distinct differences between properties of the modern high discharge-formed deposits have not been found to occur in the fossil sediments of the Wisłoka and the Vistula (Niedziałkowska 1991). This fact may suggest the influence of both time factor and postsedimentary processes on the greater homogeneity of the textural properties.