

PRZEMYSŁAW GONERA

## WSTĘPNE WYNIKI MORFODYNAMICZNEJ INTERPRETACJI OSADÓW KORYTOWYCH PALEOMEANDRU WARTY KOŁO MECHLINA

### ZARYS TREŚCI

Badania przeprowadzono w paleomeandrze Warty koło Mechlina należącym do starszej generacji paleomeandrów. Świadczy o tym położenie topograficzne obiektu badań, jego cechy geometryczne, a także charakter wypełnienia organicznego.

Na podstawie paleomorfologii dna oraz wykonanych analiz uziarnienia osadów korytowych podścielających osady organiczne podjęto próbę ich morfodynamicznej interpretacji. Tą drogą wyróżniono dwie strefy morfodynamiczne różne pod względem natężenia i tendencji przebiegu procesów.

### WSTĘP

Charakterystyczną cechą osadów deponowanych w środowisku fluwialnym jest ich względna niestałość. Materiał transportowany przez rzekę i składany wzdłuż jej biegu, po dłuższym lub krótszym czasie podlega ponownemu przemieszczeniu. W tej sytuacji szczególnego znaczenia — obok badań współczesnych procesów fluwialnych — nabierają badania osadów kopalnych, które rejestrują pewien etap w rozwoju doliny rzecznej. Badania takie o aspekcie sedymentologicznym pozwalają na częściową rekonstrukcję warunków panujących w tym środowisku oraz ocenę ich oddziaływania na proces akumulacji i cechy składanych tam osadów. Celem niniejszego opracowania jest próba odtworzenia warunków morfodynamicznych w ostatniej fazie rozwoju i zaniku starorzecza Warty koło Mechlina na podstawie morfologii i analizy osadów wypełniających.

Starorzecza należą do wyróżniających się elementów w morfologii teras zalewowych i nadzalewowych. Jednak przez długi czas nie były one przedmiotem szczególnych zainteresowań badaczy. A przecież paleomeandry stanowią niezwykle cenne rejestratory zdarzeń jakie miały miejsce w dolinach rzek meandrujących. Ich cechy geometryczne wskazują między innymi na natężenie procesów hydrologicznych, a wypełnienia organiczne stwarzają możliwości badań stratygraficznych oraz od-

tworzenia procesów po okresie aktywności rzecznej w warunkach jeziora zakolowego. Są więc starorzecza niezwykle istotnym elementem w rekonstrukcjach paleogeograficznych.

W bogato cytowanej literaturze fluwialnej, między innymi przez F. Hjulströma (1942), L. B. Leopolda, M. G. Wolmana, J. P. Millera (1964) i A. E. Scheideggera (1974) dominują problemy związane ze współczesnymi procesami rzecznyymi w szeroko rozumianym sensie morfologicznym, hydrologicznym i sedymentologicznym. Znacznie mniej opracowań dotyczy środowiska kopalnego. W tej sytuacji na podkreślenie zasługuje fakt rozwoju badań paleogeograficznych w tym zakresie, jaki od 10 lat obserwujemy w Polsce. Wymienić tu należy między innymi prace J. Borzyszkowskiego (1971), E. Falkowskiego (1971, 1972), S. Kozarskiego (1974 a, b), S. Kozarskiego i K. Rotnickiego (1977, 1978), E. Mycielskiej-Dowgiałło (1972), A. Szumańskiego (1972). Dotyczą one głównie problemów rozwoju den dolinnych w okresie późnego würmu i holocenu, ale jako takie stanowią podstawę do badań szczegółowych do jakich niewątpliwie należy niniejsze opracowanie.

#### POŁOŻENIE I MORFOLOGIA STARORZECZA

Paleomeander Warty koło Mechlina znajduje się w obrębie jednostki morfologicznej wyższego rzędu jaką jest Pradolina Warszawsko-Berlińska. W miejscu tym Warta zmienia kierunek spływu z W—E na N—S, przechodząc w dolinę przełomową przez strefę marginalną stadiału poznańskiego. Systemy teras — efekt działalności wód lodowcowych i polodowcowych — stanowiły przedmiot zainteresowania wielu badaczy. T. Bartkowski (1957) wyróżnia w pradolinie i jej odgałęzieniach cztery terasy rzeczne oraz trzy przejściowe od sandrów. Wysokości względne poszczególnych teras rzecznych są następujące:

I	0 - 4 m	nad poziomem rzeki
II	5 - 7 m	„
III	8 - 11 m	„
IV	11 - 13 m	„

W omawianym odcinku doliny Warty terasy porządkują się w trzy zasadnicze poziomy:

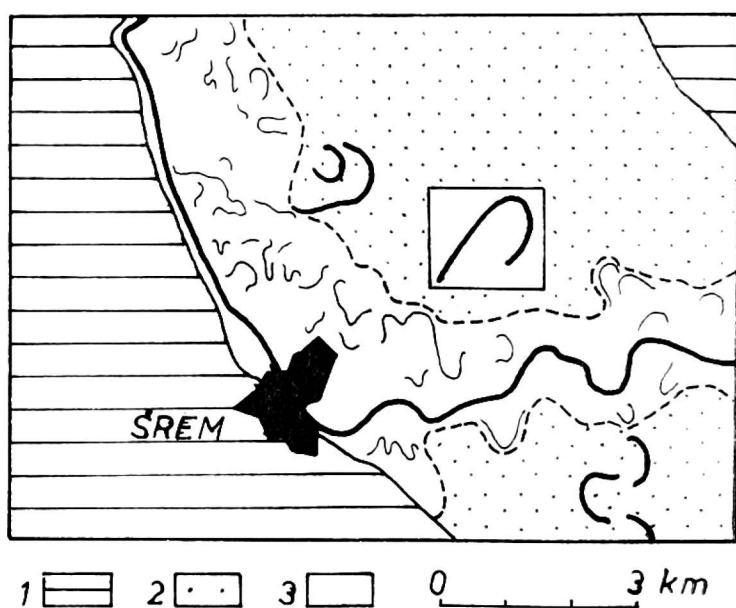
1. Bifurkacyjny (III wg T. Bartkowskiego) 65 - 66 m n.p.m.
2. Przejściowy (II) 66 - 61 m n.p.m.
3. Zalewowy (I) 60 - 58 m n.p.m.

Poziom przejściowy jest pierwszym, na którym zaznaczają się ślady organizacji i swobodnego rozwoju koryta Warty (S. Kozarski 1974a). Występujące tutaj i na niższym poziomie zalewowym starorzecza wraz z towarzyszącymi formami akumulacyjnymi stanowią dominujący element

w krajobrazie terenu określając jednocześnie typ rzeki, której zawdzięcza swoje powstanie.

Paleomeander Warty koło Mechlina położony jest na terasie nadzalewowej (rys. 1). Jest on jednym z lepiej rozwiniętych paleokoryt tej generacji, wyraźnie zaznaczając się w morfologii terasy. Usytuowany jest około 3,5 km na NE od Śremu przy drodze Śrem — Zaniemyśl.

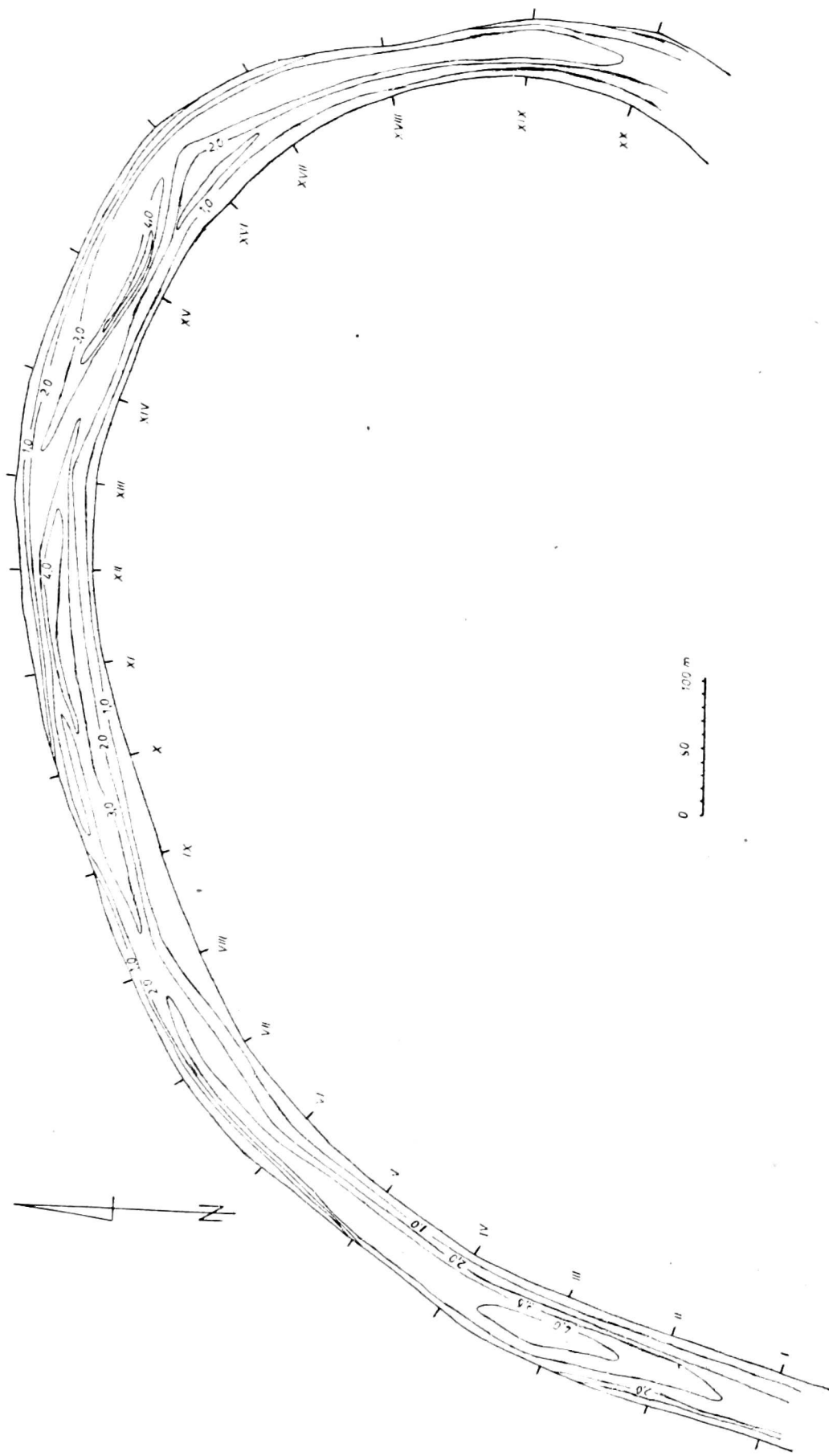
Długość starorzecza wzdłuż osi morfologicznej wynosi 2,5 km. Szerokość koryta jest zmienna. Najmniejsze wartości notuje się w zachodniej części paleomeandru — 46 m (profil V) i 48 m (IV). W kierunku maksymalnej krzywizny zakola szerokość rośnie osiągając tam 76 m (XV) i 78 m (XVI). Promień krzywizny wynosi 343,5 m, a współczynnik  $r/Wm$  (promień krzywizny do średniej szerokości koryta) — 6,15. Wartość ta



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań

znacznie odbiega od wartości 3,0, przy której to zgodnie z badaniami E. J. Hickina i G. C. Nansona (1975) spotykamy maksymalne tempo bocznej migracji koryta meandrowego. Tempo to gwałtownie spada poniżej i powyżej tej wartości.

Współczesne dno paleomeandru oddzielone jest wyraźnymi krawędziami od poziomu, w którym jest wycięte. Krawędzie te w znacznym stopniu utraciły swój naturalny charakter (wpływ czynnika antropogenicznego), jednakże w ogólnym zarysie jasno odzwierciedlają różnice pomiędzy brzegiem wypukłym i wklęsłym. Wyższy oraz bardziej stromy brzeg erozyjny pozostaje w znacznym kontraście do łagodnie wznoszącego się brzegu akumulacyjnego. Batymetria paleokoryta określona została na podstawie 120 wierceń wykonanych w dwudziestu profilach. Na podstawie powyższych danych wykreślono mapę batymetryczną (rys. 2). Prawie na całej długości koryta strefa maksymalnych głębokości zepchnięta jest pod brzeg wklęsły. Jedynie na profilu XI zbliża się do

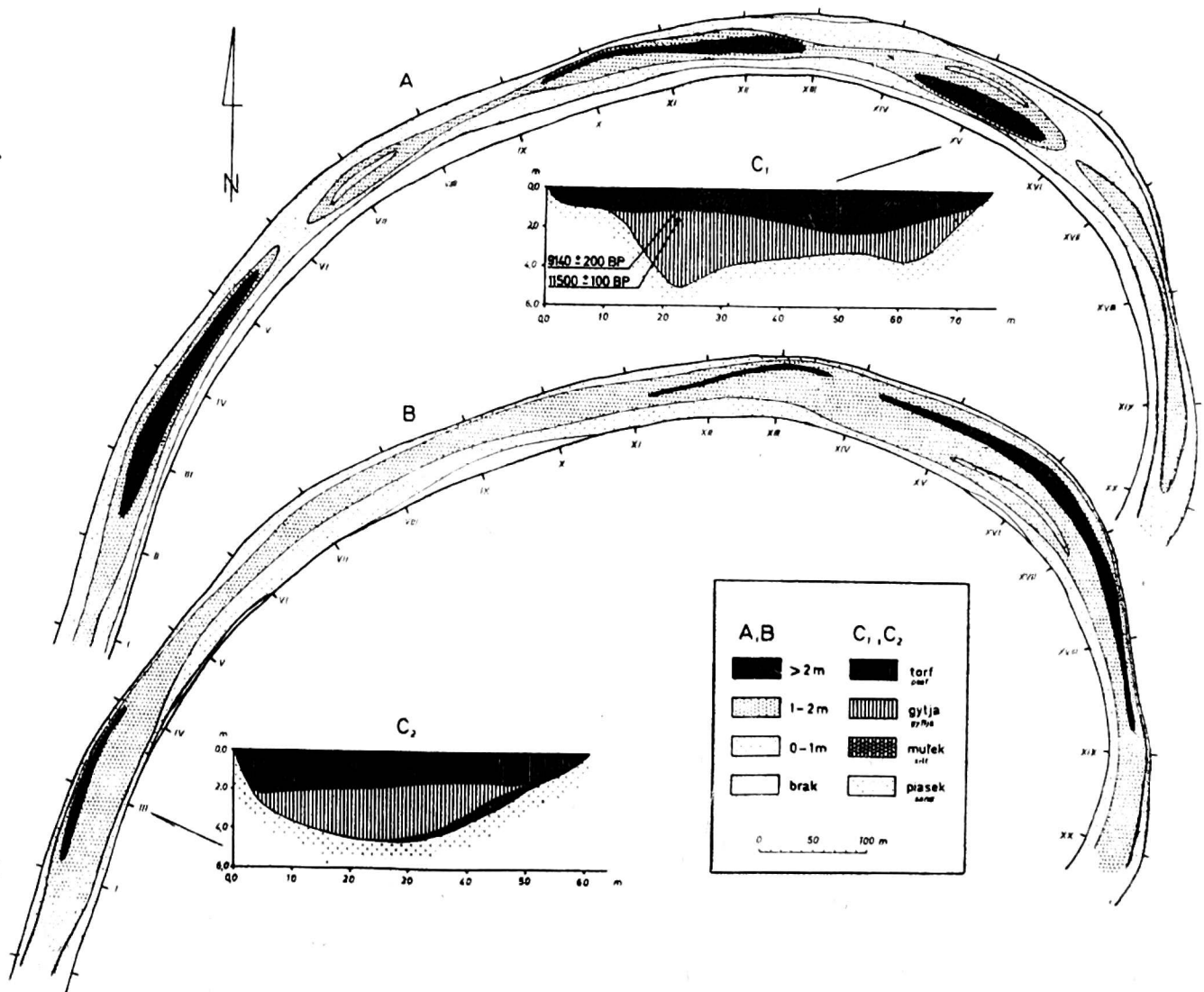


Rys. 2. Batymetria paleokoryta Warty koło Mechlina. Cięcie co 1,0 m

brzegu akumulacyjnego osiągając tam największe wartości dla całego starorzecza (5,10 m). Strefa ta nie jest ciągła i w przedziale głębokości 2,0 - 5,0 m wydzielić można liczne przegłębienia, szczególnie w miejscu maksymalnej krzywizny (profile XI, XII, XIV, XV) i w zachodniej części paleokoryta (III). W kierunku brzegu wypukłego głębokości stopniowo maleją. Strefa ta jest ciągła, a maksymalną szerokość osiąga na profilu VIII.

### WYPEŁNIENIE ORGANICZNE PALEOKORYTA

Wypełnienie organiczne należy do ważnych cech ułatwiających rekonstrukcję zdarzeń po odcięciu zakola rzecznoego. Sekwencja osadów wypełniających badane starorzecze określona została na podstawie 120 wierceń wykonanych w dwudziestu profilach prostopadłych do osi morfologicznej koryta. Wśród nawierconych osadów wyróżnić należy torfy (drzewny, turzycowy, trzcinowy) i gytie (grubodetrytusowa, właściwa). Każdy z tych osadów odpowiada innemu etapowi rozwoju jeziora zakolowego



Rys. 3. Przestrzenny rozkład miąższości osadów organicznych oraz wybrane przekroje geologiczne paleokoryta

A — miąższości torfów, B — miąższości gytii

W omawianym przypadku gytia wypełnia głównie najgłębsze partie koryta i stanowi osad najstarszy, który zapoczątkował proces wypełniania. Nie tworzy ona zwartego pokładu, lecz przewarstwiona jest licznymi wkładkami piaszczystymi. Tak niespokojna sekwencja odpowiada zdarzeniom jakie miały tu miejsce po odcięciu szyi meandru. Bliskość aktywnego koryta rzeczno-ego sprzyjała licznym wlewowi wód wezbraniowych i akumulacji transportowanego materiału piaszczystego. Ku stropowi gytia właściwa przechodzi w gytie grubodetrytusową, która stanowi jak gdyby osad przejściowy do jakościowo zupełnie innego jakim są torfy. Występują one w różnych kombinacjach (trzciniowo-turzycowe, drzewno-turzycowe i in.) w zależności od zmian w warunkach ekologicznych. W odróżnieniu od gytii występują one w zwartej postaci. Przewarstwienia piaszczyste zdarzają się niezwykle rzadko, a odnotować należy jedynie zapiaszczenie torfu. Tłumacząc ten fakt pamiętać jednak trzeba, że proces powstawania gytii i torfu dzieli okres paru tysięcy lat. Różnicę tę wyznacza między innymi wiek osadów organicznych określony metodą radiowęglą C-14. Analiza taka wykonana została dla ponad 5-metrowego rdzenia osadów na profilu XV (rys. 3). W rdzeniu tym strop gytii grubodetrytusowej wydatowany został na  $11\,500 \pm 100$  lat BP (Gd-1343), a spąg torfu turzycowego na  $9\,140 \pm 200$  lat BP (Gd-883). W tak długim okresie zmieniła się niewątpliwie pozycja morfologiczna paleokoryta. Wody wezbraniowe docierając do starorzecza zubożone były o materiał zdeponowany po drodze. Związane to było ze zmianą warunków hydrodynamicznych, kiedy to wody wezbraniowe przekraczając granicę koryta tracą gwałtownie zdolność transportową (J. R. L. Allen 1971). Potwierdzają to również obserwacje rozmieszczenia współczesnych popowodziowych pokryw akumulacyjnych w dolinie Warty (P. Gonera, A. Kijowski, Zb. Zwoliński, w druku). Pamiętać także należy o wahaniach klimatycznych w późnym Würmie i wczesnym holocenie wpływających na reżim hydrologiczny rzeki oraz o zmianach jakościowych i ilościowych transportowanego materiału.

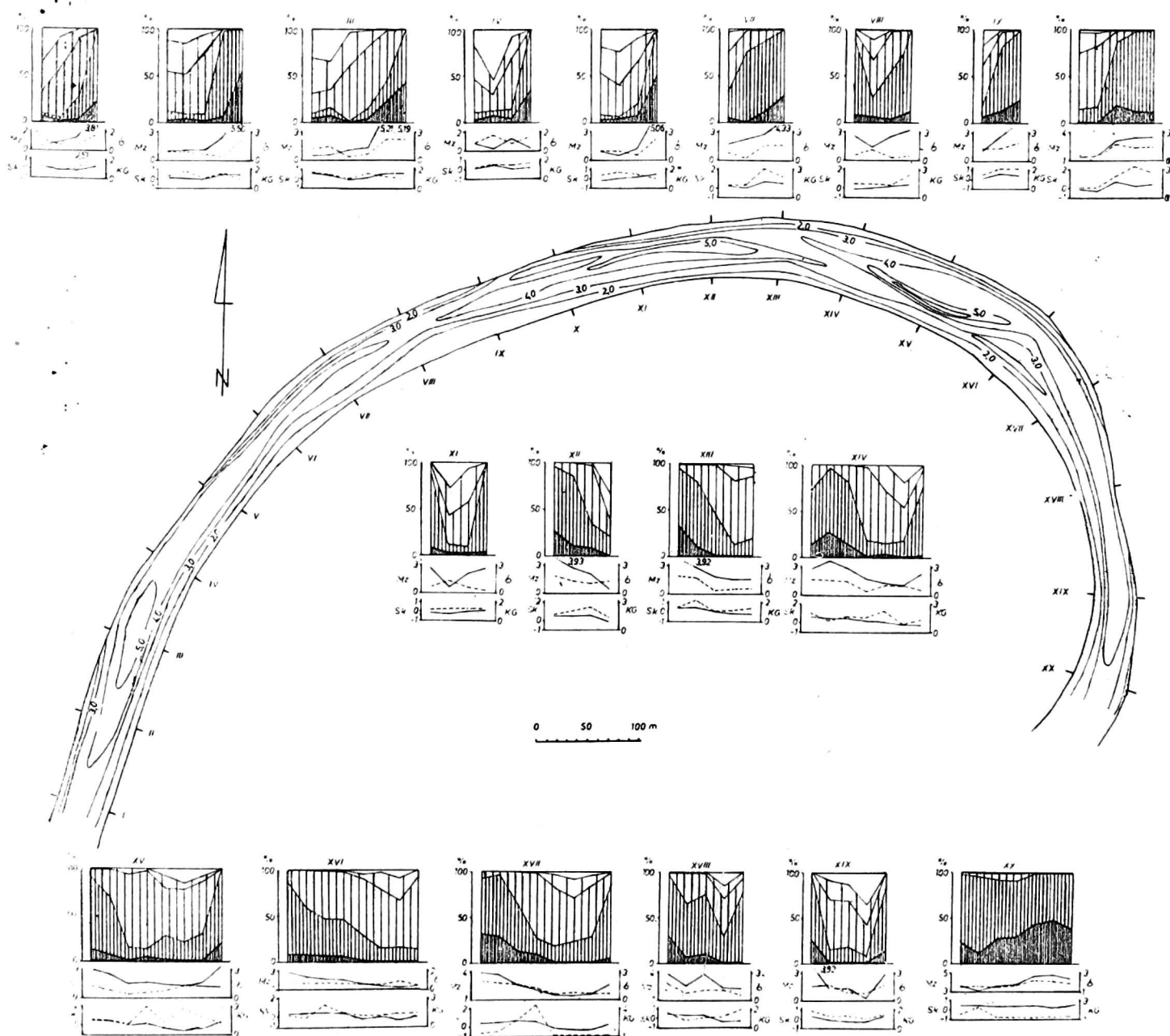
Miąszości osadów organicznych przedstawione zostały na rys. 3. Rysunek A przedstawia—łącznie—przestrzenny rozkład oraz miąszości gytii właściwej i gytii grubodetrytusowej, zaś rysunek B — torfów. W przestrzennym rozkładzie gytii wyróżnić można trzy strefy o ponad dwumetrowej miąszości (max. 3,97 m — profil XV). Generalnie nawiązują one do strefy największych głębokości, lokując się w miejscu maksymalnej krzywizny i w zachodniej części starorzecza. Największą powierzchnię zajmuje gytia o miąszości do 1,0 m.

Powierzchnia podtorfowa jest wyrównana, a jedynie w miejscu maksymalnej krzywizny zaznacza się asymetria wyrażona wąskim pasem torfów o miąszości przekraczającej 2,0 m (max. 2,25 m — profil XVIII). Przeważającą powierzchnię zajmują torfy o miąszości w przedziale 1,0 - - 2,0 m.

## UZIARNIENIE OSADÓW KORYTOWYCH

Analizę uziarnienia wykonano dla 102 próbek osadów korytowych podścielających osady organiczne. Próbkę pobrane były co 10 m w profilach prostopadłych do osi morfologicznej koryta, oddalonych od siebie o około 100 m.

Procentowy udział poszczególnych zespołów frakcji osadów określono na podstawie analizy sitowej i areometrycznej. W tym celu wykorzystano zestaw sił o średnicy oczek od  $>1,414$  do  $<0,088$  mm wyskalowanych co 0,5 phi. Uzyskane wyniki umożliwiły obliczenie wybranych wskaźników statystycznych uziarnienia według Falka i Warda (1957) — średniej średnicy, odchylenia standardowego, skośności i kurtozy graficznej. Rezultaty analiz przedstawione zostały na diagramach syntetycznych uziar-



Rys. 4. Diagramy syntetyczne uziarnienia oraz krzywe wskaźników statystycznych dla poszczególnych profili

Linia ciągła —  $Mz$ ,  $Sk$ ; linia przerywana —  $\sigma$ ,  $KG$ ,  $OB$  — brzeg erozyjny,  $IB$  — brzeg akumulacyjny

nienia oraz krzywych wskaźników statystycznych dla poszczególnych profili (rys. 4).

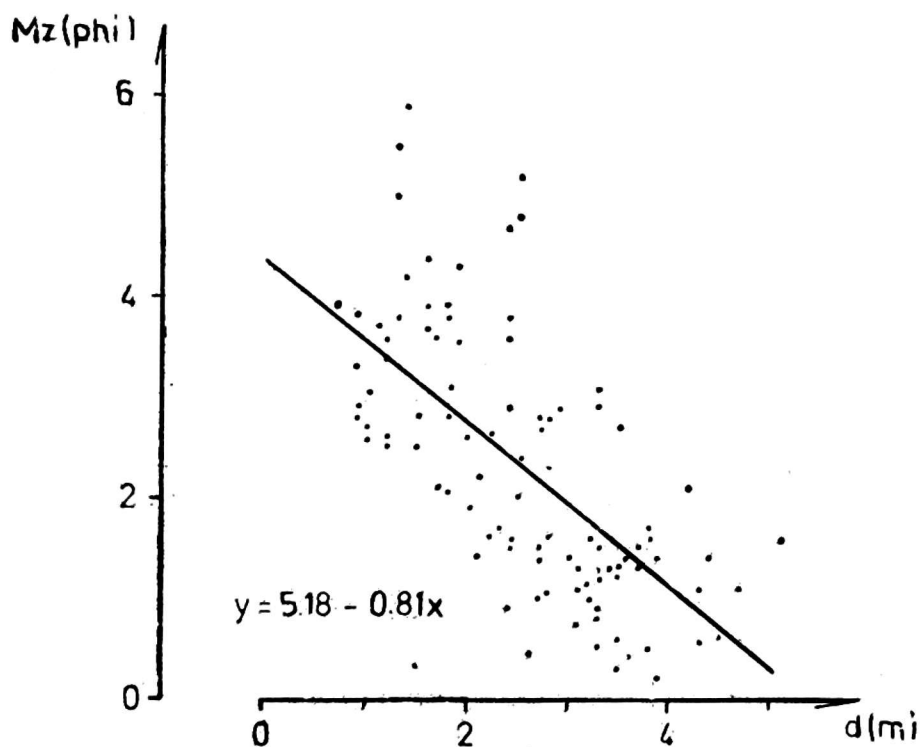
Średnie wartości parametrów statystycznych wskazują, że koryto wypełnione jest materiałem drobnoziarnistym o średniej  $\overline{Mz}=2,29$  phi i słabym wysortowaniu równym  $\bar{\sigma}=1,16$  phi. Na piasek drobny przypada około 42% całej populacji ziarn, na piasek średni — około 30%, a piasek pylasty — 11,5%. Piasek gruby i bardzo gruby występuje odpowiednio w 9,7% i 5,9%. Materiał grubszy i lepiej wysortowany zajmuje strefę przylegającą do brzegu erozyjnego i pokrywa się z największymi głębokościami w korycie. Maksymalne wartości średniej średnicy i odchylenia standardowego wynoszą odpowiednio 0,27 phi i 0,23 phi. W kierunku brzegu wewnętrznego wartości parametrów statystycznych rosną — max do 5,5 phi ( $Mz$ ) i 2,23 phi ( $\sigma$ ) — wskazując na drobnienie materiału i pogarszanie się jego wysortowania. Sytuację tę potwierdza zależność między średnią średnicą ziarna a głębokością koryta. Zależność tę poddano analizie korelacji i regresji (rys. 5). Istniejący związek ujęto w postaci równania prostego regresji:

$$y = 5,18 - 0,81x \quad r = -0,64 \quad r^2 = 0,4096$$

gdzie  $y = Mz$ ,  $x = d$ .

Otrzymany współczynnik korelacji wskazuje na istnienie ujemnej korelacji liniowej przy wartości współczynnika  $r = -0,64$ . Istotność tej zależności poddano testowi  $t$  Studenta. Okazuje się, że jest ona bardzo wysoce istotna, gdyż prawdopodobieństwo przypadkowego otrzymania takiego współczynnika jest mniejsze od 0,1%.

Współczynnik determinacji



Rys. 5. Związek między średnią średnicą ziarna ( $Mz$ ) osadów korytowych i głębokością koryta ( $d$ )



$r^2=0,4096$  wykazuje, że zmiany głębokości  $d$  wyjaśniają w 40% zmiany średniej średnicy  $Mz$ .

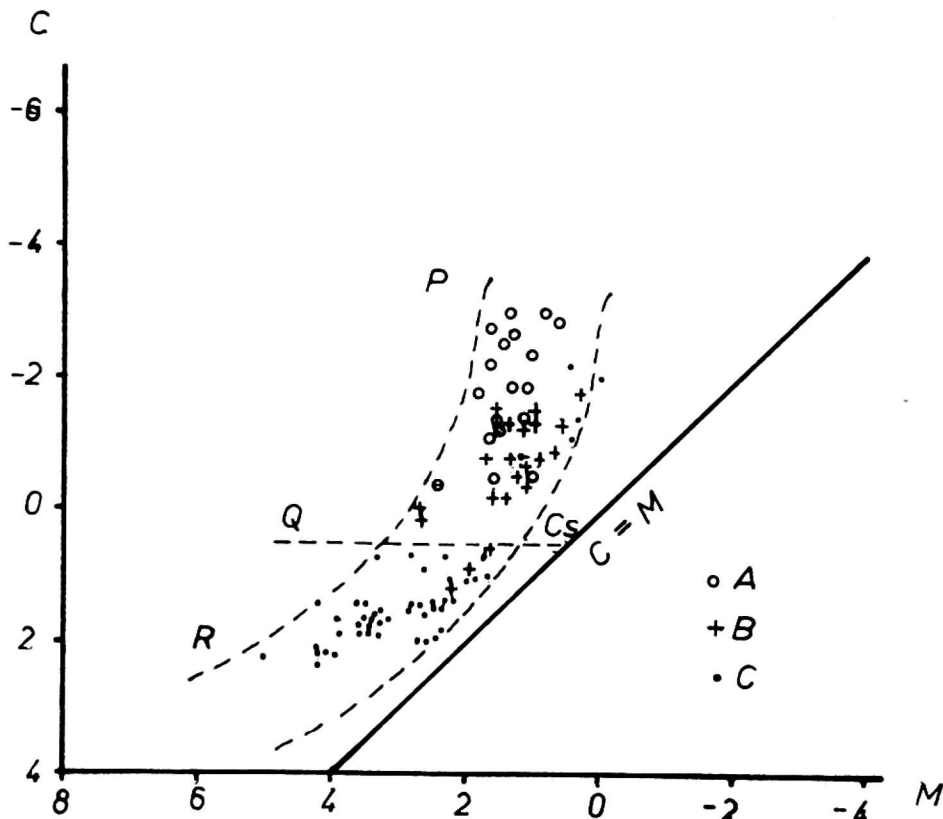
Również miary asymetrii wykazują zróżnicowanie. Strefę nurtu cechuje skośność symetryczna oraz ujemna — szczególnie w miejscu maksymalnej krzywizny koryta. Osady brzegu wewnętrznego mają skośność bardzo dodatnią ( $\overline{Sk}=0,47$  phi). Wskazuje to na istnienie w tej części koryta prędkości mniejszych od przeciętnych, w wyniku których osadziły się frakcje drobnoziarniste. Zgodnie z sugestiami B. Sachu (F. Pieczka 1969), w tym wypadku miara asymetrii jest wskaźnikiem wzrostu akumulacji. Stosunkowo najgorsze rezultaty osiągnięto analizując przestrzenny rozkład kurtozy graficznej. Ogólnie wyróżnić można dwa typy rozkładów — leptokurtyczny i bardzo leptokurtyczny. Pierwszy z nich charakteryzuje osady bardziej zbliżone do rozkładu normalnego, natomiast drugi wykazuje większe spłaszczenie i pokrywa się z gorszym wysortowaniem.

Na podstawie omówionych powyżej wskaźników statystycznych wydzielono trzy grupy osadów. Osady grupy A i B zajmują strefę przylegającą do brzegu erozyjnego. Składają się one w około 50% z piasku średniego i w około 20% z piasku grubego. Cechuje je skośność w przybliżeniu symetryczna B i ujemna A oraz umiarkowane wysortowanie ( $A=0,95$  phi,  $B=0,75$  phi). Pozostałą część koryta wypełniają osady grupy C, które składają się w około 80% z piasku drobnego i pylastego ( $\overline{Mz}=2,96$  phi). Materiał ten charakteryzuje się skośnością bardzo dodatnią ( $\overline{Sk}=0,47$  phi) i słabszym wysortowaniem ( $\overline{\sigma}=1,40$  phi).

#### REKONSTRUKCJA WARUNKÓW MORFODYNAMICZNYCH

Rekonstrukcja warunków morfodynamicznych w paleomeandrze Warty koło Mechlina wymaga w pierwszej kolejności wyjaśnienia jakiemu etapowi rozwoju zakola rzeczno odpowiada analiza zgromadzonego materiału dokumentacyjnego. Pozycja próbek osadów pobranych do analiz laboratoryjnych — bezpośrednio pod osadem organicznym — wskazuje, że są one ostatnim zapisem aktywnej działalności koryta. Miało to miejsce już po odcięciu szyi zakola. Oczywiście jeszcze przez długi czas odcięty meander włączony był w system hydrologiczny, jednakże w zmienionych warunkach hydrodynamicznych. Zasypywanie ujściowych części odciętego koryta ograniczało stopniowo przepływ aż do jego ustania. W tym momencie zatrzymane zostały procesy kształtujące omawiane koryto w warunkach przepływu. Niewątpliwie z tym etapem rozwoju zakola należy wiązać analizowany materiał dokumentacyjny.

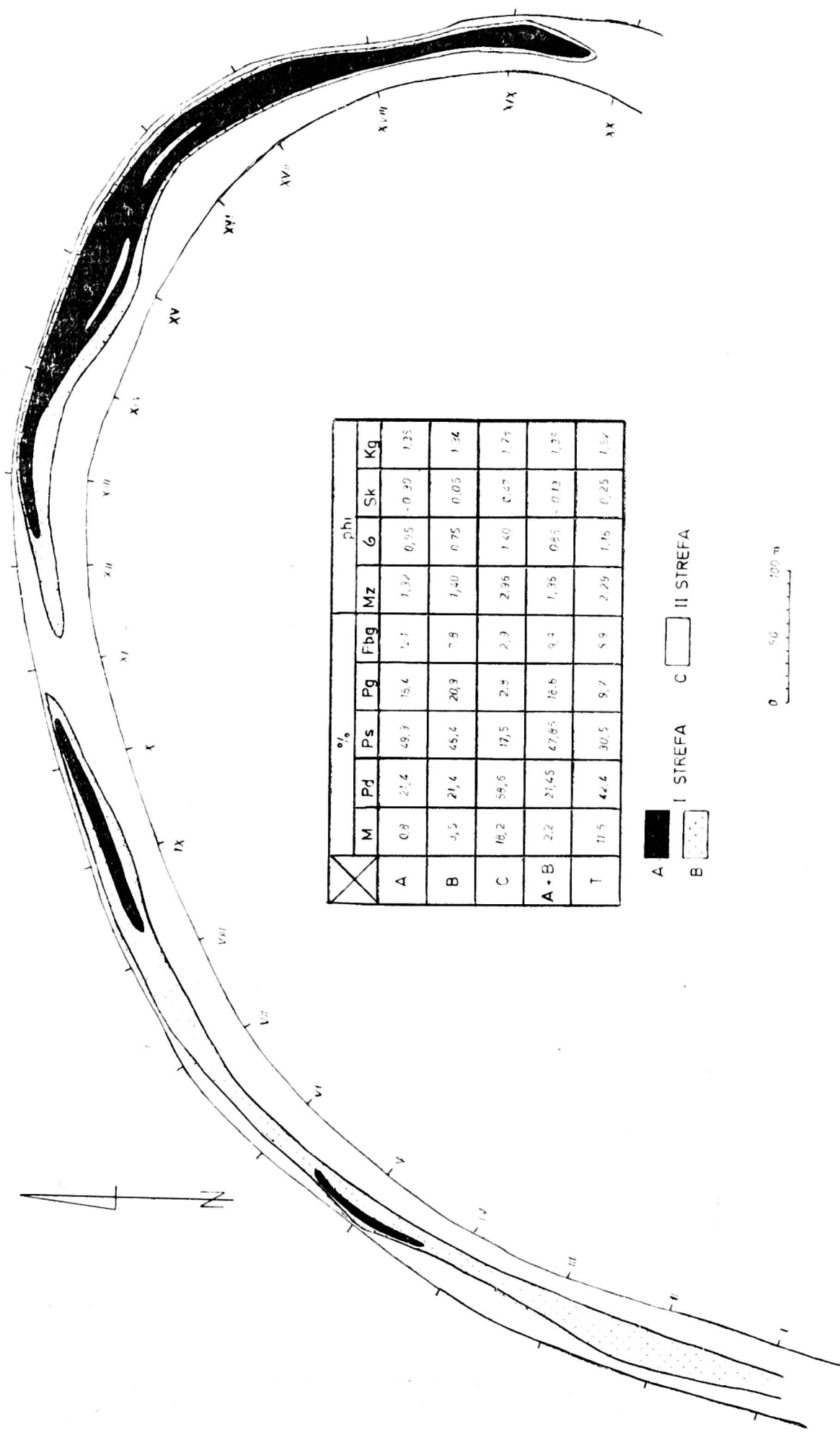
Pewne światło na panujące wtedy w korycie warunki morfodynamiczne rzuca analiza sposobu transportu materiału korytowego wykonana metodą R. Passegi (1964). Na otrzymanym wykresie (rys. 6) wy-



Rys. 6. Paleomeander Warty koło Mechlina. Wykres CM Passegi — analiza sposobu transportu materiału korytowego (objaśnienia w tekście)

różnić można dwie grupy osadów odpowiadające segmentom QR i PQ. Segment QR równoległy do linii  $C=M$  reprezentuje osad transportowany w warunkach „graded suspension” i w badanym paleomeandrze pokrywa się ze strefą osadów grupy C, czyli akumulacyjnej części koryta. Segment PQ to osady strefy nurtu (materiał grupy A i B) transportowane również w suspensji, do których dodany został przez wleczenie materiał gruboziarnisty. Nie zaznacza się na wykresie strefa wleczenia, co jest jednak zrozumiałe, gdyż materiał transportowany tą drogą został następnie — w miarę zmniejszania się siły transportowej ośrodka — przykryty osadem niesionym w suspensji. Podobny rozkład sposobu transportu został wykryty we współczesnym meandrze Proсны w Jastrzębnikach (Kaniecki 1976).

Zaprezentowana powyżej zmienność pod względem sposobu transportu oraz przedstawiona wcześniej morfologia i uziarnienie osadów korytowych pozwoliły wydzielić w omawianym paleomeandrze dwie strefy morfodynamiczne (rys. 7). Pojęcie stref morfodynamicznych w tym przypadku jest transformacją terminu „odcinki morfodynamiczne” zaproponowanego przez L. Kaszowskiego i A. Kotarbę (1970). Według tych autorów są to fragmenty koryta, w których następuje zmiana natężenia i tendencji przebiegu procesów. W badanym paleokorycie wyróżniono strefę I z przewagą procesów transportu i erozji — erozyjną i strefę II z przewagą procesów transportu i akumulacji — akumulacyjną. Zróznicowanie omawianych parametrów w obrębie wydzielonych stref w pełni znaj-



Rys. 7. Strefy morfodynamiczne paleokoryta Warty koło Mechlina oraz grupy osadów korytowych

I — strefa erozyjna; A, B — osady facji nurtowej, II — strefa akumulacyjna; C — osady facji łachy meandrowej, M — mułek (<0,088 mm), Pd — piasek drobny (0,088 - 0,250 mm), Ps — piasek średni (0,250 - 0,50 mm), Pg — piasek gruby (0,500 - 1,00 mm), Pbg — piasek bardzo gruby (>1,00 mm)

duje potwierdzenie zarówno w badaniach eksperymentalnych (S. Martvall, G. Nilsson 1972, R. LeB Hooke 1974), jak i obserwacjach współczesnych meandrów (S. Martvall, G. Nilsson 1972, R. G. Jackson 1975, A. Kaniecki 1976).

Strefa I w całości pokrywa się z największymi głębokościami w korycie, a zarazem odpowiada strefie maksymalnych przy danym stanie prędkości. Zbudowana ona jest z osadów facji nurtowej grupy A i B. Panujące tutaj warunki hydrodynamiczne sprzyjały procesom erozji, czego wyrazem są liczne przegłębienia (rys. 2), szczególnie w miejscu maksymalnej krzywizny zakola, oraz rozwojowi prądowych form dennych. Formy te zbudowane głównie z materiału średnio (47,85%) i gruboziarnistego (18,60%) cechuje umiarkowane wysortowanie. Helikoidalny spływ wody oraz związane z nim prądy przydenne — skierowane w stronę brzegu wypukłego — „oczyszczały” tę strefę z materiału drobnoziarnistego i pylastego, którego udział wynosi tutaj odpowiednio 21,45% i 2,2%. W kierunku brzegu wewnętrznego głębokości stopniowo maleją wskazując jednocześnie na zmianę warunków hydro- i morfodynamicznych. Z tą częścią koryta związana jest druga z wydzielonych stref. Zbudowana jest ona z osadów grupy C, głównie z materiału drobnoziarnistego (58,60%) i pylastego (18,20%). Wahania prędkości przepływu sprzyjały chaotycznemu zrzućaniu dostarczonego tutaj ze strefy I materiału drobnoziarnistego, czego wyrazem jest między innymi zły stopień wysortowania analizowanych próbek ( $\bar{\sigma} = 1,40$  phi). Genetycznie stanowi strefa II skłon meandrowej łachy wałowej.

Przedstawione powyżej wstępne wyniki badań pozwalają sądzić, że podobnym procesom transformacji podlegały liczne starorzecza występujące w tej części doliny Warty.

*Instytut Badań Czwartorzędu  
Zakład Geomorfologii Ogólnej  
Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań*

#### LITERATURA

- Allen J. R. L., 1971: Physical Processes of sedimentation. George Allen and Unwin Ltd., London.
- Bartkowski T., 1957: Rozwój polodowcowej sieci hydrograficznej w Wielkopolsce środkowej (Zsf.: Die Entwicklung des postglazialen Entwässerungssysteme in Mittleren Grosspolen). Zeszyty Naukowe Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, Geografia 1, Poznań.
- Borzyszkowski J., 1971: Rozwój i zanik swobodnego meandru Warty koło Tworzykowa (Sum.: Development and decay of the Warta free meander near Tworzykowo). Bad. Fizjogr. nad Polską Zachodnią, t. 24, ser. A, Geogr. fiz., Poznań.
- Falkowski E., 1971: Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski (Sum.: History and prognosis for the de-

- velopment of bed configurations of selected sections of Polish lowland rivers). *Biul. Geol.*, t. 12, Warszawa.
- Falkowski E., 1972: Regularities in development of lowland rivers and changes in river bottoms in the Holocene. Excursion Guide-Book, Symposium of the INQUA Commission on Studies of the Holocene "Changes in the paleogeography of valley floors of the Vistula drainage basin during Holocene", 2nd Part — The Polish Lowland.
- Gonera P., Kijowski A., Zwoliński Z., 1982: Powezbraniowe formy akumulacyjne na terasie zalewowej Warty i Parsęty w świetle analizy zdjęć lotniczych. Fotointerpretacja w geografii — w druku.
- Hickin E. J., Nanson G. C., 1975: The character of channel migration on the Beatton River, northeast British Colombia, Canada. *Geol. Soc. of America Bull.*, 86.
- Hjulström F., 1942: Studien über das Mäanderproblem. *Geografiska Annaler*, H. 3-4.
- Jackson II R. G., 1975: Velocity — bed-form — texture patterns of meander bends in the Lower Wabash River of Illinois and Indiana. *Geol. Soc. of America Bull.*, v. 86.
- Kaniecki A., 1976: Dynamika rzeki w świetle osadów trzech wybranych odcinków Prosny (Sum.: River dynamics in the light of deposits of three chosen sections of Prosna River). *Prace Komisji Geogr.-Geol.*, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, t. 17.
- Kaszowski L., Kotarba A., 1970: Wpływ katastrofalnych wezbrań na przebieg procesów fluwialnych (Sum.: Effects of catastrophic floods on the course of fluvial processes). *Prace Geograficzne IG PAN*, nr 80, Warszawa.
- Kozarski S., 1974a: Późnoglacialne i holocenyjskie zmiany w układzie koryt rzecznych niżowej części dorzecza Odry (Late-Glacial and Holocene changes of river channel patterns in the lowland part of the Odra drainage basin). *Krajowe Sympozjum „Rozwój den dolinnych... etc.”* Wrocław — Poznań 1974, Streszczenia referatów i komunikatów.
- 1974b: Stanowisko Jaszkowo koło Śremu. Migracje koryta Warty na południe od Poznania w późnym glacie i holocenie — generacje meandrów (Site Jaszkowo near Śrem. Migrations of the Warta channel to the south of Poznań during Late-Glacial and Holocene — generations of meanders). *Krajowe Sympozjum „Rozwój den dolinnych... etc.”* Wrocław — Poznań 1974, Przewodnik wycieczki.
- Kozarski S., Rotnicki K.: 1977: Valley floors and changes of river channel patterns in the North Polish Plain during the Late-Würm and Holocene. *Quaestiones Geographicae*, nr 4, Poznań.
- 1978: Problemy późnowürmskiego i holocenyjskiego rozwoju den dolinnych na niżu polskim (Sum.: Problems concerning the development of valley floors during Late-Würm and Holocene in the Polish Lowland). *Prace Komisji Geogr.-Geol.*, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, t. 19.
- LeB Hooke R., 1974: Shear-stress and sediment distribution in a meander bend., *UNGI Rapport* 30.
- Leopold L. B., Wolman M. G., Miller J. P., 1964: *Fluvial processes in geomorphology*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, London.
- Martvall S., Nilsson G., 1972: Experimental studies of meandering. The transport and deposition of material in curved channels. *UNGI Rapport* 20.
- Mycielska-Dowgiałło E., 1972: Stages of Holocene evolution of the Vistula valley on the background of its older history in the light of investigations carried out near Tarnobrzeg. Excursion Guide-Book, Symposium of the INQUA

Commission on Studies of the Holocene "Changes in the paleogeography of valley floors of the Vistula drainage basin during Holocene" 2nd Part — The Polish Lowland.

Pieczka F., 1969: Wskaźniki liczbowe i graficzne struktury osadów okruchowych oraz reżimu hydrodynamicznego morskiego środowiska sedymentacyjnego. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, nr 146, z. 13.

Scheidegger A. E., 1974: Geomorfologia teoretyczna. PWN — Warszawa.

Szumański A., 1972: Changes in the development of the Lower San channel pattern in the Late Pleistocene and Holocene. Excursion Guide-Book, Symposium of the INQUA Commission on Studies of the Holocene "Changes in the paleogeography of valley floors of the Vistula drainage basin during Holocene", 2nd Part — The Polish Lowland.

## PRELIMINARY RESULTS OF MORPHODYNAMIC INTERPRETATION OF CHANNEL DEPOSITS IN THE PALEOMEANDER OF THE WARTA RIVER NEAR MECHLIN

### Summary

The paleomeander near Mechlin lies in the Warta river valley about 40 km to the south of Poznań. The length of the abandoned channel is 2.5 km along the morphological axis. The channel width varies, with the lowest values reported from the western portions of the paleomeander (46 m — profile V and 48 m — profile IV) and with the highest values recorded at the point of maximum curvature (76 and 78 m for profiles XV and XVI, respectively). The radius of the curvature is 343.5 m and the  $r/Wm$  ratio is equal to 6.15. This paleochannel lies on the upper floodplain; following Kozarski's suggestions (1974a, 1980), it is classed with the older generation of paleomeanders.

The abandoned channel is filled with organic material. Among the sediments, there are peats (woody, reed and sedge peats) and gyttja (coarse detrital and proper gyttja). The varying thickness of organic deposits reflects positively the bed roughness. Its maximum values are recorded in profile XV at the point of maximum curvature. Organic material is underlain by sands that are the last imprints of fluvial activity of the channel. They are generally fine-grained; the mean diameter of particles  $Mz$  is 2.29 phi and the sorting index is equal to 1.16 phi. The analysis of particle-size distributions of sediments permits grouping them into three classes. Sediments of classes A and B are deposited in the zone adjoining the erosional bank. They are composed of medium-grained sand (about 50 per cent) and coarse sand (about 20 per cent). Skewness for class B is rather symmetrical, whereas sediments of class A are negatively skewed. Moderate sorting characterizes both classes ( $A=0.95$  phi,  $B=0.75$  phi). The remaining portions of the channel are filled with sediments of group C. Nearly 80 per cent of sediments consist of fine and silty sand ( $Mz=2.29$  phi). The material is very positively skewed ( $Sk=0.47$  phi) and poorly sorted ( $\sigma=1.40$  phi).

The collected documentary evidence serves as an aid in reconstructing morphodynamic conditions at the final stage of development of the paleomeander and during its cutting off. Two morphodynamic zones that are the channel parts where both intensity and nature of processes vary have been recognized in the studied abandoned channel. Zone I with prevailing transportation and erosion processes has been classified as an erosional one, while zone II with the predo-

minance of transportation and depositional processes has been referred to as a depositional one. Zone I consisting of sediments included within classes A and B overlaps entirely with that of maximum depths in the channel and simultaneously, it corresponds to the zone of maximum velocities at a given water stage. The prevailing hydrodynamic conditions promoted the processes of erosion; this is evidenced by numerous pools, especially at the point of maximum curvature. They also favoured the development of current bed forms. Helcoidal flow and associated near-bottom currents directed towards the convex bank carried fine and silty material out from that zone. The depth becomes gradually reduced towards the inner channel bank, which is simultaneously indicative of changes in hydro- and morphodynamic conditions. The second of the above zones which is entirely filled with sediments of class C is associated with that part of the channel. Variations in flow velocity contributed to chaotic deposition of fine-grained material delivered there from zone I. Among others, a low degree of sorting of the analysed samples ( $\sigma=1.40$  phi) is indicative of this. In view of the origin, the zone is an active point bar.

*Institute of Quaternary Research  
Department of General Geomorphology  
Adam Mickiewicz University in Poznań*

#### EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. Location of the study area.
- Fig. 2. Bathymetric map showing the Warta river paleochannel near Mechlin. Isoline every 1.0 m.
- Fig. 3. Spatial thickness distributions of organic sediments and selected geological sections of the paleochannel. A: peat thickness, B: gyttja thickness
- Fig. 4. Diagrams showing particle-size distribution and curves showing statistical indices for particular profiles. Continuous line: *Mz*, *Sk*; broken line:  $\sigma$ , *KG*; *OB*: erosional bank, *IB*: depositional bank
- Fig. 5. Relationship between the mean diameter of grains (*Mz*) in channel deposits and the channel depth (*d*).
- Fig. 6. Paleomeander in the Warta river near Mechlin. Passega's *CM* plot: analysis of the mode of transport of channel material (see text for explanation).
- Fig. 7. Morphodynamic zones of the Warta river paleochannel near Mechlin and classes of channel deposits. I: erosional zone; A, B: channel lag deposits; II: depositional zone; C: sediments representing the point-bar facies; *M*: silt (<0.088 mm); *Pd*: fine sand (0.088 - 0.250 mm); *Ps*: medium-grained sand (0.250 - 0.50 mm); *Pg*: coarse sand (0.500 - 1.00 mm); *Pbg*: very coarse sand (>1.00 mm).