

Górnoholoceńskie i współczesne formy i osady pozakorytowe w dolinie środkowej Wieprzy

Late Holocene and recent landforms and floodplain deposits in the middle Wieprza valley

Jacek Kaczmarzyk*, Waław Florek, Ireneusz J. Olszak

Akademia Pomorska w Słupsku, Zakład Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, ul. Partyzantów 27, 76-200 Słupsk

Zarys treści: Celem autorów było rozpoznanie osadów pozakorytowych w dolinie środkowej Wieprzy i możliwie dokładne określenie ich wieku oraz miejsc i warunków ich akumulacji na równinie zalewowej. Zastosowano przy tym zestaw metod geomorfologicznych i geologicznych odnoszących się do analizy form występujących na równinie zalewowej i budujących je osadów. W celu określenia ich wieku wykorzystano datowania radiowęglowe, datowania archeologiczne i w odniesieniu do osadów mineralnych – metodę termoluminescencyjną. Analizom poddano osady basenu powodziowego, osady wypełniające różnowiekowe paleomeandry oraz subfosylne i współczesne osady pozakorytowe.

Słowa kluczowe: paleomeandry, holocen, osady pozakorytowe, równina zalewowa, wczesne średniowiecze, grodzisko, Wieprza

Abstract: The aim of the study has been to recognize overbank deposits in the middle Wieprza valley, including their precise dating and assessment of local conditions of sedimentation. It is based on geomorphological and geological research of floodplain landforms and deposits. Ages have been determined using radiocarbon method, archaeological dating and, for minerogenic deposits, TL dating. Analyses have been performed on floodplain basin deposits, palaeomeander infills, and subfossil and recent overbank deposits.

The studied palaeomeanders have variable infills from various periods of the Sub-Atlantic. They are accompanied by diversified point bar deposits. Floodplain basin deposits have a similar, Sub-Atlantic age. Both types of deposits are overlain by flood deposits, which have accumulated since the early Middle Ages. Contemporary flood deposits of the Wieprza river differ from the sub-fossil ones through more restricted occurrence, resultant from channelization and channel incision. Therefore, in comparison to the pre-channelization period, the extent of floods is smaller and does not encompass the entire Holocene floodplain. Flood overbank deposits form only in the immediate vicinity of the channel.

Key words: palaeomeanders, Holocene, overbank deposits, floodplain, Early Middle Ages, stronghold, Wieprza River

Wprowadzenie

Rozpoznanie osadów pozakorytowych w dolinie środkowej Wieprzy ma na celu wyjaśnienie takich zasadniczych problemów, jak: możliwie dokładne okre-

ślenie wieku tych osadów oraz miejsc i warunków ich akumulacji na równinie zalewowej. Częściowe, w odniesieniu do wieku, i bardziej pełne, co do warunków akumulacji, wyjaśnienie tych zagadnień uzyskano w

* e-mail: kaczmarz@go2.pl

wyniku szczegółowego zbadania osadów pozakorytowych w różnych sytuacjach geomorfologicznych na równinie zalewowej. Analizom poddano osady basenu powodziowego, osady wypełniające różnowiekowe paleomeandry oraz subfosylne i współczesne osady pozakorytowe.

Badania kopalnych i subfosylnych osadów pozakorytowych przeprowadzone zostały na dnie w przybliżeniu południkowo zorientowanego, rynnowego odcinka doliny Wieprzy. Najniższy poziom morfologiczny doliny kształtował się od początku holocenu jako poziom zalewowy rzeki meandrującej. Świadectwem tego są wydатовane osady organogeniczne wypełniające najstarsze paleomeandry (Florek 1991). Badania współczesnych form i osadów pozakorytowych prowadzone były na fragmencie doliny Wieprzy położonym bezpośrednio poniżej odcinka rynnowego. Dolina wykorzystuje tu równoleżnikowo zorientowane obniżenie, które pod względem genetycznym określane jest jako dolina marginalna (odcinek Tyń–Stary Kraków), a poniżej jako współczesna dolina erozyjna (Sylwestrzak 1978). Oba fragmenty doliny stanowią zatem odcinek, w którego obrębie orientacja samej doliny, jak i kierunek płynącej nią wody zmieniają się o około 90°.

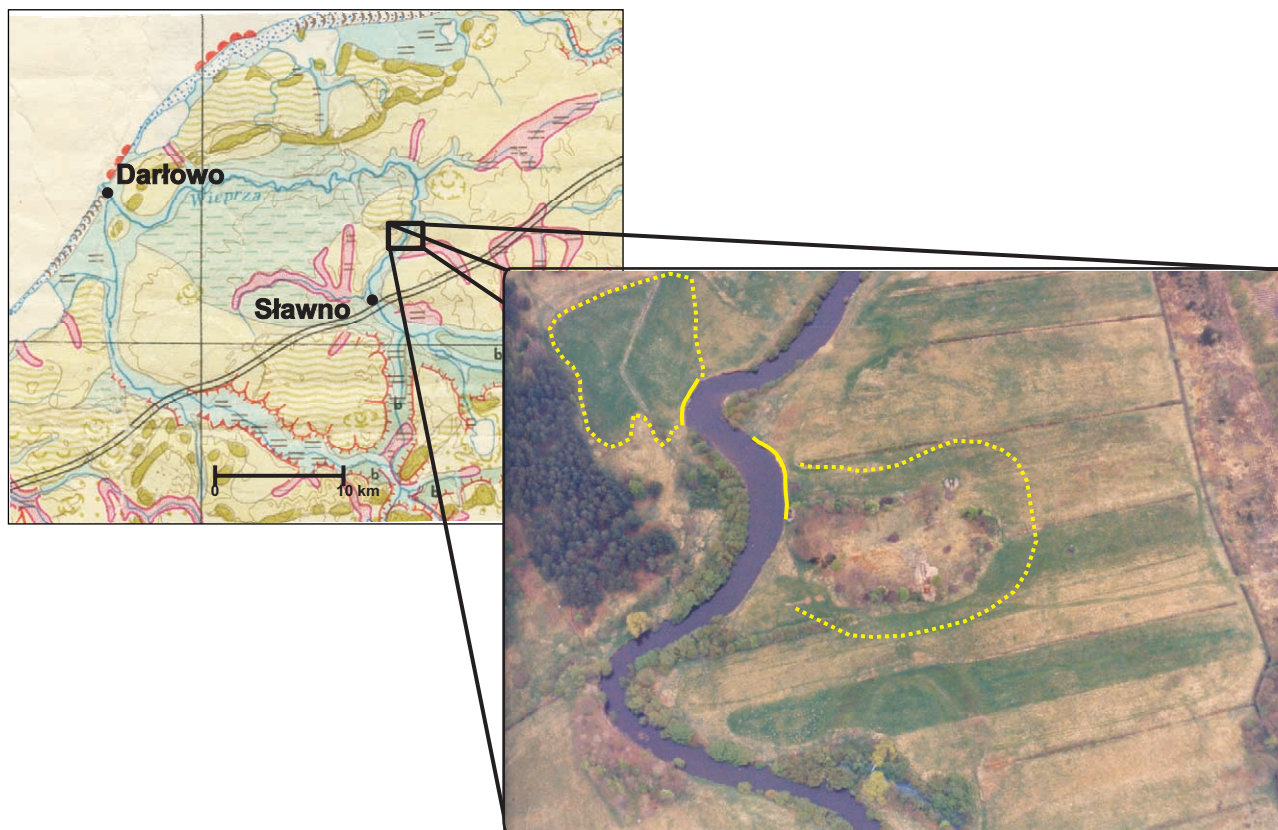
Współczesne wezbrania Wieprzy, nawet te, które sięgają stanów zbliżonych do maksymalnych zaobserwowanych, mają dość charakterystyczny przebieg. Objawiają się spokojnym występowaniem wód z ko-

ryta w miejscach obniżen brzegowych oraz na odcinkach powyżej i poniżej mostów, gdzie następuje zwężenie szerokości przepływu. Terenami inundacyjnymi stają się w zależności od morfologii przykorytowa równina zalewowa albo te jej części, które jako obniżenia pełnią rolę basenów powodziowych. O takim charakterze wezbrań na Wieprzy decyduje cały szereg cech środowiska, które bezpośrednio lub pośrednio wpływają między innymi na charakter zmienności stanów wód. Do głównych cech hydrologicznych Wieprzy należą:

- zdecydowana przewaga zasilania podziemnego (70–75%) nad powierzchniowym,
- znaczna zasobność w wodę (średni odpływ jednostkowy – 9,7 l/s/m²),
- znaczny stopień wyrównania odpływu w ciągu roku uwarunkowany klimatycznie i fizjograficznie,
- mała amplituda stanów wód (od około 0,5 m w górnym do około 3 m w dolnym biegu rzeki).

Fluwialne osady w odsłonięciach brzegowych

W ramach przeprowadzonych prac przeanalizowano między innymi dwa odsłonięcia brzegowe zlokalizowane na odcinku doliny położonym pomiędzy Sławskiem a Staniewiczami, w bliskim sąsiedztwie wczesnośredniowiecznego grodziska Wrześnica (ryc.



Ryc. 1. Lokalizacja badanych odsłonięć w sąsiedztwie grodziska Wrześnica

Fig. 1. Location of investigated sites near the stronghold of Wrześnica

1), którego datowanie archeologiczne i dendrochronologiczne (koniec IX w.; Rączkowski, Sikorski 1996) stanowi przesłankę wiekową dla części analizowanych w odsłonięciach osadów. Analizowane podcięcia brzegowe położone są po obu stronach współczesnego koryta i dają wgląd w budowę poziomu zalewowego. Widoczne w odsłonięciach osady budujące równinę zalewową reprezentują facje korytowej i pozakorytowej. Ta ostatnia reprezentowana jest przez subfację osadów wypełniających paleomeander (brzeg prawy) oraz subfację basenu powodziowego mającego postać stosunkowo rozległego obniżenia w powierzchni równiny zalewowej (brzeg lewy).

Relacje osady korytowe – osady wypełnienia paleomeandra – pokrywa osadów pozakorytowych (odsłonięcie na prawym brzegu)

Morfologia fragmentu równiny zalewowej przylegającej do prawego brzegu koryta Wieprzy wskazuje na to, że w odsłonięciu brzegowym (37 m długości) widoczne są osady korytowe paleomeandra otaczającego wczesnośredniowieczne grodzisko Wrześnica, osady wypełnienia tego paleomeandra oraz osady pozakorytowe stanowiące stropową część równiny zalewowej. Urozmaicona sytuacja geomorfologiczna stanowi przyczynę znacznych zmian miąższości osadów oraz dużego zróżnicowania warstw w poziomie (ryc. 2). Ciągłość na całej długości odsłonięcia wykazuje jedynie warstwa utworów madowych, wykształconych jako mułki piaszczyste.

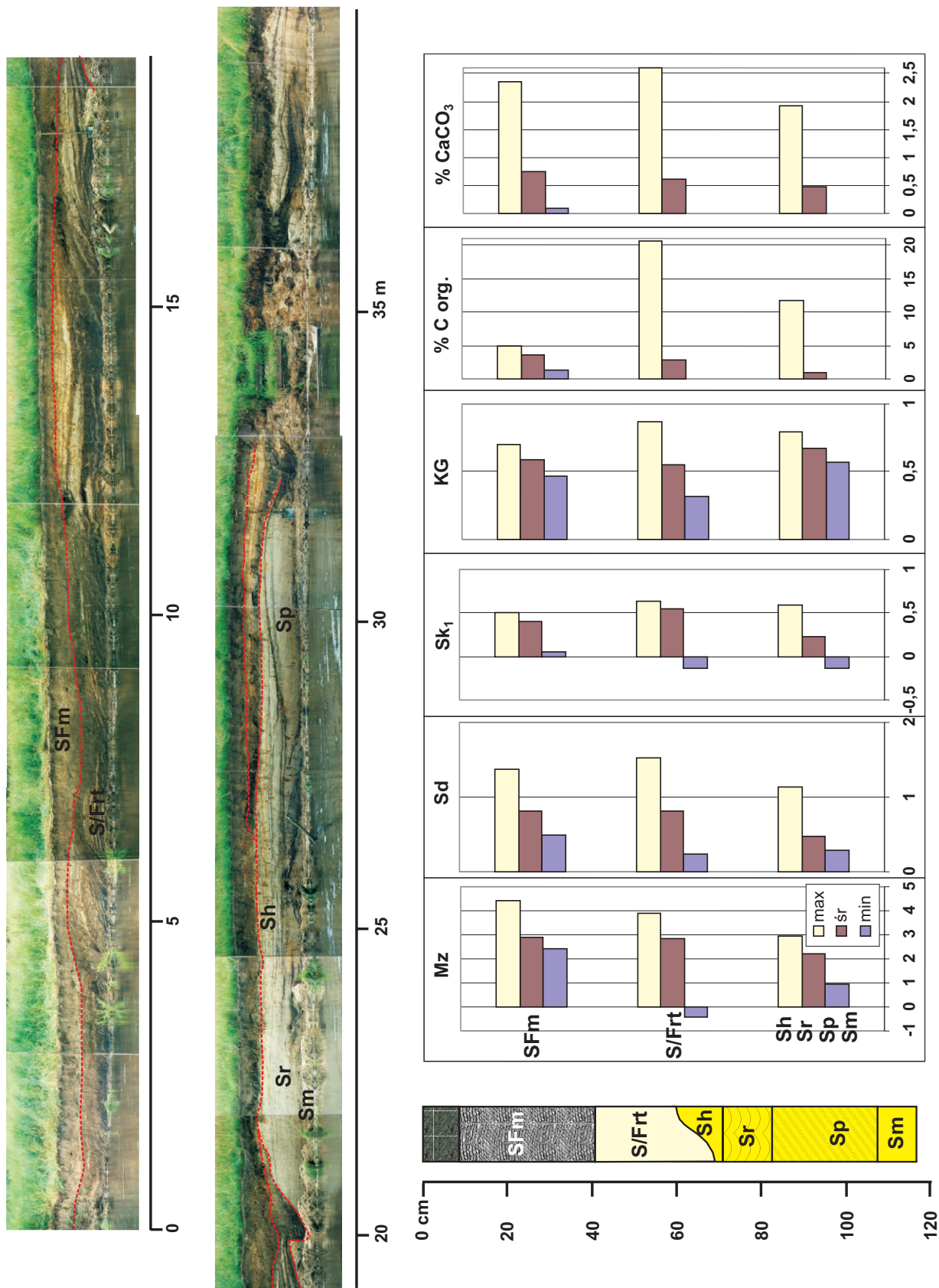
Pod względem litofacyjnym widoczne w odsłonięciu osady korytowe, budujące odsyp meandrowy, to głównie piaski drobnoziarniste z soczewkami i cienkimi przewarstwieniami mułku organicznego. Piaski wykształcone są w postaci litofacji Sp (piasek o płaskim warstwowaniu przekątnym), Sr (piasek o przekątnej laminacji ripplmarkowej) i Sh (piasek warstwowany poziomo); wkładki organiczne stanowią litofację Fm. Podobny zestaw litofacji dla odsypu meandrowego zaprezentował Zieliński (1998). Na urozmaiconej powierzchni odsypu meandrowego oraz w jego sąsiedztwie znajdują się osady wypełnienia paleomeandra, wykształcone jako litofacje Fm (muły organiczne), SFm (piasek mułowy) oraz serie rytmików, dla których Szmańda (2006), nawiązując do kodu litofacyjnego Mialla (1978, 1985) i Zielińskiego (1995, 1998), zaproponował oznaczenie S/Frt. Wskazuje ono na rytmiczność (*rhythmite* = rt) pojawiania się w profilu drobnych warstewek piasku (Sm) i mułu (Fm), o miąższości około 1 cm i strukturze masywnej. Każda para warstewek (Sm, Fm) jest utożsamiana z pojedynczym wezbraniem i dwoma jego fazami. Warstewka Sm akumulowana jest w trakcie kulminacji, a warstewka Fm w fazie stabilizacji i opa-

dania fali wezbraniowej. Ta ostatnia, oprócz większej drobnoziarnistości, charakteryzuje się również ciemniejszym zabarwieniem związanym z dekantacją pozostających (w czasie transportu) w zawieszynie lekkich cząstek organicznych. W przypadku starorzecza częściowo wypełnionego wodą akumulacja cząstek organicznych może trwać nadal, także po zakończeniu wezbrania, i prowadzi do wzrostu miąższości warstewek Fm (mułu organicznego). Taka warstwa osadów powodziowych wykształcona w postaci rytmików jest osadem charakterystycznym i opisywanym dla różnych rzek, na przykład Warty (Antczak 1986), Wisły (Mycielska-Dowgiałło, Zieliński 1997), Tażyny (Szmańda 2006), i innych. Rytmikę taką wykazują także kopalne osady pozakorytowe Wieprzy (Kaczmarzyk 2004).

Stropową część równiny zalewowej na całej długości odsłonięcia przykrywa warstwa (około 20–40 cm miąższości) utworów madowych wykształcona jako litofacja SFm (piasek mułowy o strukturze masywnej). Szerokie rozprzestrzenienie tej warstwy wskazuje na podobnie duże zasięgi wód inundacyjnych, transportujących w zawieszynie znaczne ilości drobnoziarnistego materiału. W odkrywcę wykonanej kilka metrów od brzegów współczesnego koryta, a w bezpośrednim sąsiedztwie grodziska, analizowana warstwa leży na pozostałościach drewnianej konstrukcji drogi związanej z tym obiektem archeologicznym (fot. 1). Stanowi to istotną przesłankę do wnioskowania na temat wieku subfosylowych osadów pozakorytowych (SFm). Są one młodsze niż konstrukcje wczesnośredniowiecznego grodziska Wrześnica.

Na wykresie zależności średniej średnicy ziaren (Mz) i odchylenia standardowego (Sd) punkty reprezentujące nieco bardziej gruboziarniste osady korytowe (budujące głównie odsyp meandrowy) rozmieszczone są w sposób nawiązujący do układu pierwszego według Mycielskiej-Dowgiałło (1995), w którym wzrost energii i dynamiki przepływu wody wyrażony jest pogarszającym się wysortowaniem osadów postępującym wraz ze wzrostem średniej średnicy ziaren (ryc. 3). Analogiczny układ wykazują osady współczesnych odsypów piaszczystych. Punkty reprezentujące osady wypełnienia paleokoryta oraz osady powodziowe budujące stropową część równiny zalewowej rozmieszczone są zgodnie z układem 2a według Mycielskiej-Dowgiałło (1995). Osady te należą pod względem genetycznym do utworów pozakorytowych. W tym przypadku akumulacja coraz drobniejszych osadów odbywa się przy stopniowo lub gwałtownie wygasającej energii wody płynącej po równinie zalewowej i transportującej głównie materiał zawieszinowy.

Na diagramie zależności Sk₁–Mz punkty odnoszące się do kopalnych osadów pozakorytowych zajmują pozycje podobne do zajmowanych przez współczesne odsypy piaszczyste przesunięte w stronę



Ryc. 2. Odstąpienie na prawym brzegu ukazujące relacje osady korytowe – osady wypełnienia paleomeandra – pokrywa osadów pozakorytowych
Fig. 2. An exposure on the right bank to show the relationships between channel facies, paleomeander infill and overbank deposits

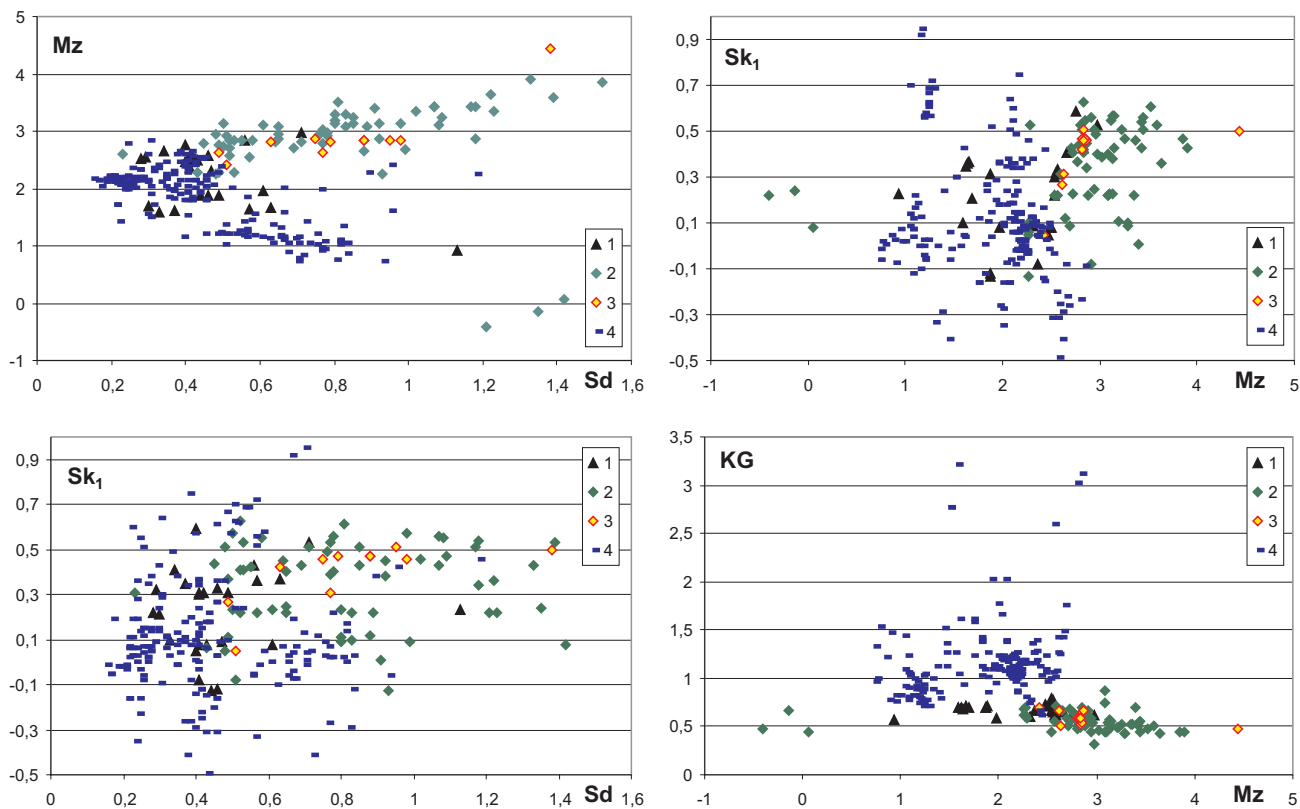


Fot. 1. Grodzisko Wrześnica. Średniowieczne drewniane konstrukcje drogi i pomostu przykryte subatlantyckimi i współczesnymi osadami pozakorytowymi (powodziowymi)
Photo 1. Wrześnica defensive settlement. Medieval wooden constructions of the road and the platform, overlain by Sub-Atlantic and recent overbank (flood) deposits

większych średnich średnic ziaren i prawie symetrycznych rozkładów uziarnienia (ryc. 3). Osady wypełnienia paleokoryta i subfosylnej pokrywy powodziowej są bardziej droбноziarniste i mają dodatnio skośne i bardzo dodatnio skośne rozkłady uziarnienia, informujące o przewadze warunków akumulacyjnych.

Rozmieszczenie punktów na diagramie zależności Sk_1 – Sd (ryc. 3) pokazuje, że stopień wysortowania osadu pogarsza się wraz ze wzbogaceniem go we frakcje drobniejsze w stosunku do frakcji o maksymalnej częstotliwości (dodatnio i bardzo dodatnio skośne rozkłady uziarnienia). Wartości $Sk_1 > +0,1$ odnoszą się głównie do badanych osadów pozakorytowych, można zatem stwierdzić, że istotne zmniejszenie lub wygaśnięcie energii wód inondacyjnych stwarza dla transportowanego materiału warunki akumulacyjne z bardzo małym udziałem czynnika sortującego. Kopalne osady korytowe oraz współczesnych odsypów piaszczystych w większości badanych próbek przy prawie symetrycznych rozkładach uziarnienia wykazują nieco lepszy stopień wysortowania. Istnienie takiej zależności dla różnowiekowych (kopalnych) osadów korytowych Wieprzy wykazał Kaczmarzyk (2004), natomiast dla współczesnych odsypów piaszczystych Florek i Kaczmarzyk (2007).

Zależność wskaźnika kurtozy graficznej od średniej średnicy ziaren (ryc. 3) pozwala sądzić, że wraz



Ryc. 3. Diagramy zależności pomiędzy wskaźnikami uziarnienia dla osadów na prawym brzegu Wieprzy
 1 – kopalne osady korytowe, 2 – osady wypełnienia paleokoryta, 3 – subfosylne osady powodziowe, 4 – współczesne odsypy piaszczyste
Fig. 3. Relationships between grain size indices of sediments for the right bank of the Wieprza river
 1 – fossil channel deposits, 2 – palaeochannel infill, 3 – sub-fossil flood deposits, 4 – contemporary sand bars

ze wzrostem energii przepływu zwiększa się również, choć nieznacznie, jednorodność warunków akumulacji osadu.

Przeanalizowane diagramy zależności wskazują na wyraźną teksturalną odrębność kopalnych i subfosalnych osadów pozakorytowych w stosunku do kopalnych osadów korytowych i współczesnych osadów powodziowych. Szczególnie interesująca jest relacja pomiędzy starszymi i współczesnymi osadami pozakorytowymi. Dodatkowymi cechami różnicującymi te osady są wskaźniki zawartości materii organicznej oraz węglanu wapnia. W kopalnych i subfosalnych osadach pozakorytowych zawartość materii organicznej zmienia się w zakresie od 0,1% do 20,6% (średnio 2,5%), a we współczesnych jest na poziomie od 0 do 9,2% (średnio 0,21%). Przeciętna zawartość węglanu wapnia w analizowanych osadach wynosi odpowiednio 0,6% dla starszych i 0,11% dla współczesnych. Tak wyraźne różnice pomiędzy nimi dowodzą istotnej zmiany warunków sedymentacji pozakorytovej, która nastąpiła począwszy od XIX stulecia, najprawdopodobniej wywołana pracami regulacyjnymi (prostowanie i pogłębianie koryta). Zbliżenie cech uziarnienia współczesnych osadów powodziowych do osadów korytowych jest w dużej mierze efektem krótkiego transportu pozakorytovej i deficytem rumowiska, odnoszącym się zarówno do ilości dostępnego materiału, jak i zakresu wielkości transportowanych ziaren (Florek, Kaczmarzyk 2007) oraz zwiększeniem energii wezbrań – efektu postregulacyjnego wcięcia koryta w powierzchnię równiny zalewowej.

Zmienność cech osadów basenu powodziowego

W 22-metrowym odsłonięciu na lewym brzegu koryta widoczny jest stosunkowo czytelny obraz sekwencji osadów pozakorytowych, które reprezentują wypełnienie basenu powodziowego. Basen ten jest czytelny w morfologii współczesnej równiny zalewowej (ryc. 1). Ma w przybliżeniu prostokątny zarys, a odsłonięcie na brzegu koryta daje wgląd w układ warstw osadów budujących jego peryferyjną, południowo-wschodnią część (ryc. 4). Sekwencja osadów rozpoczyna się w spągu (na głębokości około 120 cm p.p.t.) warstwą łu średnio 19-centymetrowej miąższości. Na niej leży średnio 13-centymetrowa warstwa łu z wytrąceniami żelaza. Ku stropowi następują kolejno warstwy: mułu ilastego (średnio 16 cm), następnie mułu z przewarstwieniami piasku (średnio 6 cm), mułu piaszczystego drobnego (średnio 25 cm) i mułu piaszczystego grubego (średnio 27 cm). Ta sekwencja osadów pozakorytowych wyraźnie wskazuje na grubienie osadów ku stropowi, co znajduje potwierdzenie w zmienności wartości średniej średnicy ziaren analizowanej w pionie. Sytuacja taka

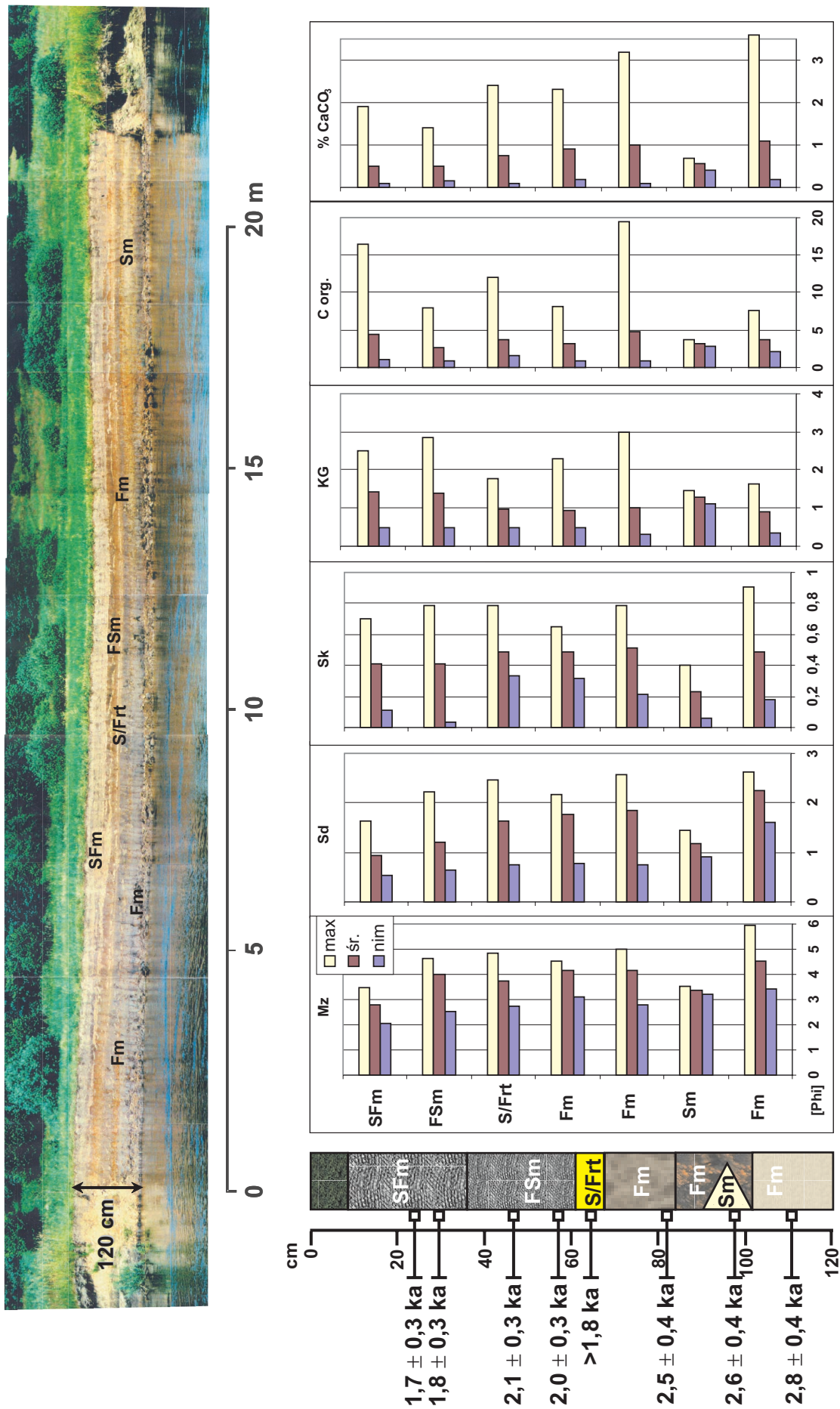
może wskazywać na wzrost intensywności i energii wezbrań, co znajduje potwierdzenie w akumulacji grubszego materiału. Należy przy tym pamiętać, że grubienie materiału może być wynikiem dostawy takiego osadu z obszarów alimentacji, które mogły podlegać wylesieniu, może także stanowić efekt zmian klimatycznych lub bardziej intensywnej gospodarki człowieka w bezpośrednim sąsiedztwie badanego odcinka doliny.

Pod względem litofacjalnym, zgodnie z oznaczeniami zaproponowanymi przez Mialla (1978, 1985) i Zielińskiego (1995, 1998) dwie kolejne warstwy ilaste od spągu można określić symbolem Fm, który obok informacji teksturalnej zawiera dane o masywnej strukturze tego ogniwa analizowanego profilu. Wytrącenia żelaza wyróżniające jego górną część należy interpretować jako efekt procesów postsedymentacyjnych, związanych najprawdopodobniej z wahaniami poziomu wód gruntowych oraz penetracją przez systemy korzeniowe roślin. Struktura masywna tej warstwy wskazuje na sytuację, w której do omawianego basenu sedymentacyjnego dopływały znaczne ilości wód inundacyjnych, zawierających dużą ilość jednorodnej zawiesiny ilastej. Po zmniejszeniu lub wygaśnięciu energii dopływającej wody następowały w basenie sedymentacyjnym dogodne warunki do dekantacji zawiesiny.

Warstwa piasku drobnopiaszczystego (Sm), widoczna z prawej strony odsłonięcia (na dystansie około 4 m, ryc. 2) i wchodząca klinem w warstwę łu z wytrąceniami żelaza, świadczy o tym, że opisane warunki sedymentacji były zaburzane wlewami wody o większej energii i dynamice. Dostarczały one jednocześnie grubszego materiału. Był on jednak deponowany tylko w brzeżnych częściach basenu sedymentacyjnego. Warto zauważyć, że ten drobnopiaszczysty materiał pod względem cech uziarnienia nawiązuje do młodszych (leżących wyżej) warstw osadów powodziowych, a tym samym i do współczesnych aluwii pozakorytowych.

Ponad warstwą Fm leży warstwa mułu ilastego o strukturze masywnej. W konstrukcji kodu litofacjalnego osady ilaste i mułowe oznacza się takim samym skrótem teksturalnym F, zatem warstwie mułu ilastego, wykazującego masywną strukturę, należy także przypisać symbol Fm. Warunki sedymentacji tej warstwy były podobne do opisanych warunków powstawania warstwy ilastej, a nieznaczna różnica w grubości ziarna wskazuje na nieco większą energię przepływów pozakorytowych, dostarczających materiał do basenu powodziowego.

Kolejna, wyżej leżąca warstwa to małej miąższości seria mułu z przewarstwieniami piasku drobnopiaszczystego wykształcona w postaci litofacji S/Frt (por. Szmańda 2006). Interpretację genezy tej litofacji przedstawiono w analizie odsłonięcia prawobrzeżnego; tam jednak jest ona odmiennie wykształcona i stanowi element wypełnienia paleo-



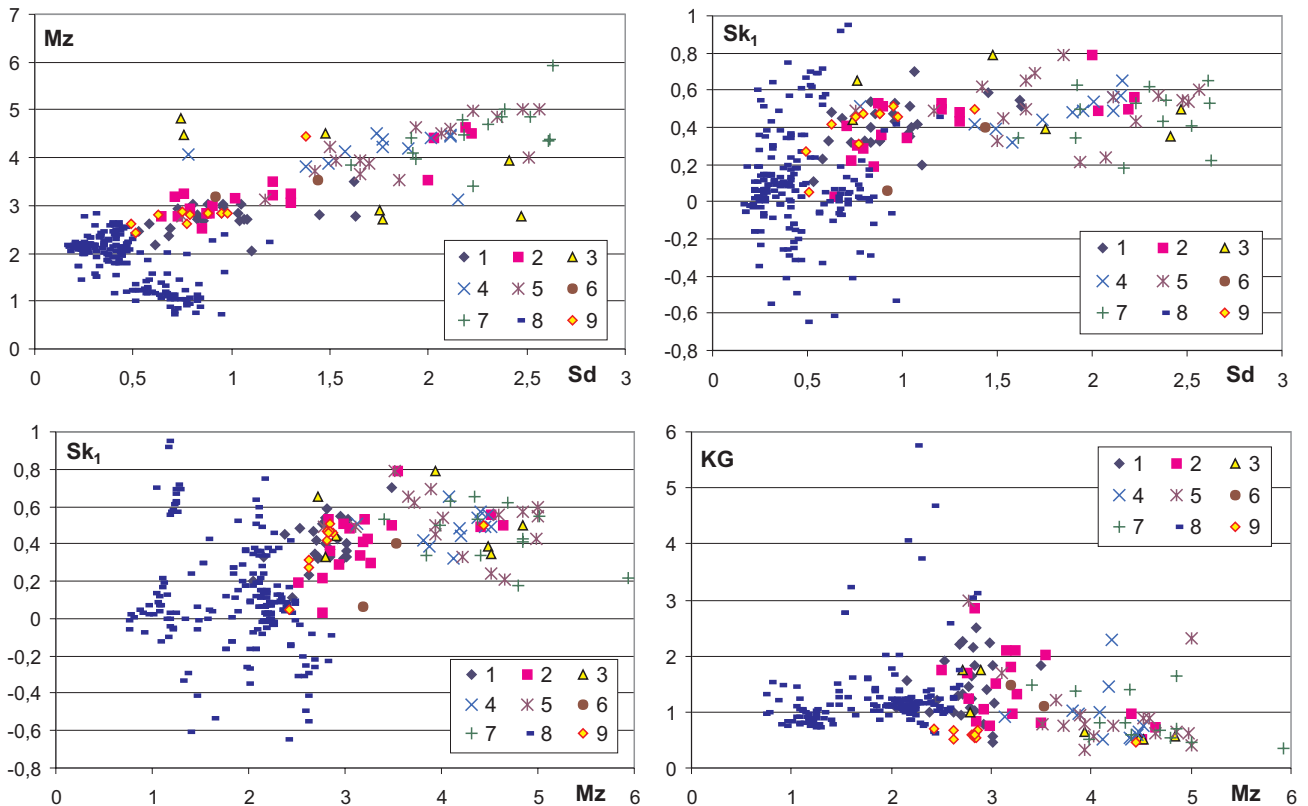
Ryc. 4. Odsłonięcie na brzegu lewym – właściwości litologiczne osadów basenu powodziowego i ich wiek termoluminescencyjny
 Fig. 4. Left bank exposure – lithology of floodplain basin deposits and their TL ages

meandra otaczającego wczesnośredniowieczne grodzisko (ryc. 2 i 4).

Dwie kolejne, najwyżej leżące w profilu warstwy składają się z mułku piaszczystego drobnego (FSm) i mułku piaszczystego grubego (FSm). Dla zróżnicowania oznaczeń kodu litofacjalnego tych dość podobnych warstw zaproponowano zmianę nazwy i symbolu drugiej z nich na piasek mułowy (SFm). Zmianę taką uzasadnia wyróżnianie się tej warstwy nieco większą gruboziarnistością oraz nieznacznie większą (ale widoczną makroskopowo) zawartością materii organicznej. Dla obu litofacji zaproponowano oznaczenie struktury masywnej, chociaż warto zasignalizować, że nie są one całkowicie jednolite. W litofacji FSm zaznacza się obecność przewarstwienia w postaci cienkiej, nieciągłej i najprawdopodobniej postsedymentacyjnie zaburzonej warstewki piasku bardzo drobnodziarnistego. Świadczy ona o incydencie wyraźnego wzrostu energii wody dopływającej do basenu powodziowego w trakcie trwającego już wezbrania. Z kolei w litofacji SFm zaznaczają się bardzo mało czytelne, prawie horyzontalnie zorientowane smugi, wskazujące na miejscowe wzbogacenie w materiał organiczny. Ze względu na sposób wykształcenia opisanych struktur autorzy proponują pozostawienie określenia struktura masywna.

Litofacje FSm i SFm odzwierciedlają fakt dalszego wzrostu energii i dynamiki przepływu wód inundacyjnych. Relatywnie znaczna miąższość poszczególnych litofacji może wskazywać z jednej strony na zasobność wód powodziowych w materiał zawieszony, a z drugiej na długotrwałość zdarzeń powodziowych. Przynajmniej niektóre z tych zdarzeń miały złożony przebieg, polegający na wznoszeniu się i opadaniu stanów wody w trakcie pojedynczego zdarzenia wezbraniowego.

Na diagramie zależności Mz–Sd punkty reprezentujące osady pozakorytowe basenu powodziowego rozmieszczone są w sposób charakterystyczny dla układu 2a według Mycielskiej-Dowgiałło (1995), gdzie wraz ze zmniejszaniem się średniej średnicy ziaren zmniejsza się również stopień wysortowania (ryc. 5). Układ 2a wskazuje między innymi na środowisko z okresową dostawą źle wysortowanego materiału transportowanego w zawieszeniu. Na tym samym diagramie punkty reprezentujące osady współczesnych odsypów piaszczystych zajmują pozycję właściwą dla osadów nieco bardziej gruboziarnistych i gorzej wysortowanych. Ich rozmieszczenie wskazuje na układ pierwszy według Mycielskiej-Dowgiałło (1995), w którym wraz ze wzrostem średniej średnicy ziarna zmniejsza się stopień wysor-



Ryc. 5. Diagramy zależności pomiędzy wskaźnikami uziarnienia dla osadów na lewym brzegu Wieprzy
 1 – mułek piaszczysty gruby, 2 – mułek piaszczysty drobny, 3 – mułek z przewarstwieniami piasku, 4 – mułek ilasty, 5 – il z wytrąceniami żelaza, 6 – piasek drobnodziarnisty, 7 – il, 8 – współczesne odsypy piaszczyste, 9 – subfosalne osady powodziowe z odsłonięcia na prawym brzegu

Fig. 5. Relationships between grain size indices for sediments on the left bank of the Wieprza river
 1 – coarse sandy silt, 2 – fine sandy silt, 3 – silt with sandy intercalations, 4 – clayey silt, 5 – clay with iron precipitates, 6 – fine sand, 7 – clay, 8 – contemporary sand bars, 9 – subfossil overbank deposits from exposure on the right site of river

towania osadu. Jest to układ wskazujący na środowisko o zmiennej dynamice i sile transportującej osad. Okresy o małej dynamice przepływu, w których przeważa sortowanie i transport przez saltację, przedziały okresy krótkotrwałego wzmożonego przepływu, który, słabnąc, powoduje przewagę akumulacji. Zależność ta jest charakterystyczna dla osadów fluwialnych facji korytowej i wskazuje na słabe przekształcenie współczesnych osadów powodziowych, dla których bezpośrednim źródłem alimentacji są osady korytowe (transportowane w korycie i podlegające jego hydrodynamicznemu reżimowi) (Florek, Kaczmarzyk 2007).

Diagram zależności Sk_1 –Mz pokazuje, że fosalne i subfosalne osady basenu powodziowego, w reprezentowanym przez siebie przedziale frakcji, wykazują dodatnio skośne i bardzo dodatnio skośne wartości skośności graficznej (ryc. 5). Ta asymetria rozkładów uziarnienia pozwala stwierdzić w badanych osadach przewagę ziaren drobniejszych w stosunku do ziaren o maksymalnej częstości, a tym samym przewagę tendencji akumulacyjnych w analizowanym środowisku depozycyjnym. Wyraźnie odmienne pozycje na diagramie zajmują punkty reprezentujące współczesne osady powodziowe. Są one przesunięte w stronę grubszych frakcji i dość symetrycznie rozmieszczone względem zera na osi skośności graficznej. Znaczna ich część reprezentuje prawie symetryczne rozkłady uziarnienia i pod tym względem zbliżona jest do kopalnych i współczesnych osadów korytowych Wieprzy (Kaczmarzyk 2004).

Zależność Sk_1 –Sd wskazuje, że osady basenu powodziowego, reprezentując wąski zakres wartości skośności graficznej, przyjmują dość zróżnicowane wartości odchylenia standardowego (od średniego do bardzo słabego wysortowania). Natomiast współczesne osady powodziowe mają wartości skośności graficznej zróżnicowane w szerokim zakresie (od bardzo ujemnie do bardzo dodatnio skośnych), a stopień wysortowania zmienia się w węższym przedziale (od bardzo dobrego do średniego wysortowania). Można zatem stwierdzić, że warunki akumulacyjne, w jakich deponowane były osady basenu powodziowego, nie sprzyjały procesowi sortowania ziaren. Drobnociarność osadów wskazuje, że akumulacja następowała głównie z zawiesiny, ale dekantacja mogła być utrudniona i spowolniona w wyniku mieszania wody w płytkim basenie powodziowym, na przykład pod naporem wiejącego wiatru. Taki przebieg akumulacji może wyjaśniać przyczynę słabszego wysortowania osadów.

Na diagramie zależności KG–Mz punkty reprezentujące osady basenu powodziowego wskazują obecność dość wyraźnej zależności, wyrażającej się zmniejszaniem wartości kurtozy graficznej wraz ze zmniejszaniem średniej średnicy ziaren. W litofacjach SFm, FSm oraz S/Frt przeważają rozkłady uziarnienia o ostrych wysokich maksimach i o bardzo

wysokich maksimach (bardziej jednorodny warunki depozycji osadu), dla pozostałych, bardziej drobnociarnistych litofacji charakterystyczne są rozkłady uziarnienia o wyraźnych oraz łagodnych, szerokich maksimach (warunki depozycji cechują się większą zmiennością).

Osady wypełnień górnoholocénskich paleomeandrów

Istotnych informacji na temat osadów pozakorytowych dostarcza badanie osadów wypełniających paleomeandry. Na etapie starorzeczy stanowią one miejsca o specyficznych warunkach sedymentacji, odzwierciedlających między innymi odległość od aktywnego koryta czy głębokość poziomu wód gruntowych na równinie zalewowej. W badaniach przeanalizowano trzy różnowiekowe paleokoryta, których wyłączenie z biegu rzeki i etap transformacji ze starorzeczy w paleomeandry przypadł na górny holocen (ryc. 6).

Paleomeander C. Ramiona i fragmenty paleokoryt poprzedzające i następujące po najstarszym z analizowanych zakolu (C) są obecnie niszczone przez współczesne koryto Wieprzy, co jest bardzo dobrze widoczne w opisanym podcięciu na prawym brzegu (ryc. 2) tuż poniżej grodziska. W odległości około 30 m od lewego brzegu aktywnego koryta Wieprzy znajduje się stopień wyższego poziomu morfologicznego, co oznacza, że paleomeander C od momentu wyłączenia z biegu rzeki pozostawał w obrębie przykorytowej równiny zalewowej. Jego odległość od prawej krawędzi dna doliny jest równa około 140 m.

W paleomeandrze C najlepiej rozwinięta jest seria przewarstwień piasku drobnociarnistego o żółtawym zabarwieniu oraz mułku organicznego z domieszką piasku bardzo drobnociarnistego i pylastego barwy brunatnoszarej (ryc. 6). Stanowi ona dominujący osad wypełniający paleomeander C i wykazuje największe rozprzestrzenienie zarówno w układzie poprzecznym, jak i pionowym. Pod względem litofacyjnym jest to litofacja S/Frt świadcząca o bliskości aktywnego koryta i dużej częstości wlewów wód inundacyjnych. W wyniku akumulacji tej serii osadów (290 cm miąższości) paleomeander został prawie całkowicie wypełniony, a paleomorfologia dna uległa znacznemu zamaskowaniu. Ukształtowanie stropu tej serii zadecydowało o istnieniu płytkiego zagłębienia, wydłużonego zgodnie z kształtem paleomeandra, w którym panowały dogodne warunki do sedymentacji torfu. Miąższość torfu jest niewielka, sięga około 30 cm. Utwory madowe, które pokrywają zarówno paleomeander, jak i jego sąsiedztwo, sprawiły, iż jest on słabo widoczny w morfologii równiny zalewowej.

Paleomeander R (1050 ± 50 lat BP). Funkcjonował w środkowej części okresu subatlantyckiego (SA₂). Położony jest obecnie w odległości około 70 m od aktywnego koryta Wieprzy i około 140 m od zewnętrznej krawędzi równiny zalewowej.

Sekwencja osadów wypełniających paleomeander rozpoczyna się pokrywą mułku organicznego o maksymalnej miąższości 80 cm. W kodzie litofacjalnym osad organiczny oznaczony jest symbolem C (ryc. 6). Opisujący osad wskazuje, że paleomeander R po wyłączeniu z biegu rzeki pozostawał przez pewien czas poza zasięgiem wód pozakorytowych. Sytuacja ta może oznaczać albo brak powodzi w tym czasie, albo przerzucenie aktywnego koryta na znacznie większą odległość tak, że starorzecze znalazło się czasowo w obrębie zewnętrznej (dystalnej) równiny zalewowej.

Kolejne ogniwo sekwencji osadów wypełniających R to seria analogicznych do opisanych dla starszych paleomeandrów przewarstwieni piasku drobnego i mułku organicznego z domieszką piasku bardzo drobnoziarnistego, litofacji S/Frt. Maksymalna miąższość w przekroju poprzecznym ma wartość 75 cm. Nad najgłębszym miejscem w przekroju wierzchołkowym zaznacza się lokalne wzbogacenie opisywanej serii w materiał frakcji ilastej.

Kolejną warstwą w przekroju jest pokrywa mułku organicznego ze znaczną domieszką piasku drobnoziarnistego barwy brunatnoszarej. Jej wystąpienie wskazuje, że wszystkie te osady mogły powstać w efekcie ciągłej sedimentacji mułku organicznego, który był wzbogacany w domieszkę piasku. Wzbogacanie to mogło się odbywać np. w wyniku sflukiwania drobnych frakcji z obszarów uprawnych przylegających do paleomeandra w czasie roztopów lub w czasie opadów.

Akumulacja opisanych osadów doprowadziła do znacznego wypełnienia paleomeandra. Największe głębokości, które zachowały się jeszcze w części wierzchołkowej, sprzyjały sedimentacji torfu, w płytszych i mułku torfiastego w głębszych miejscach paleomeandra.

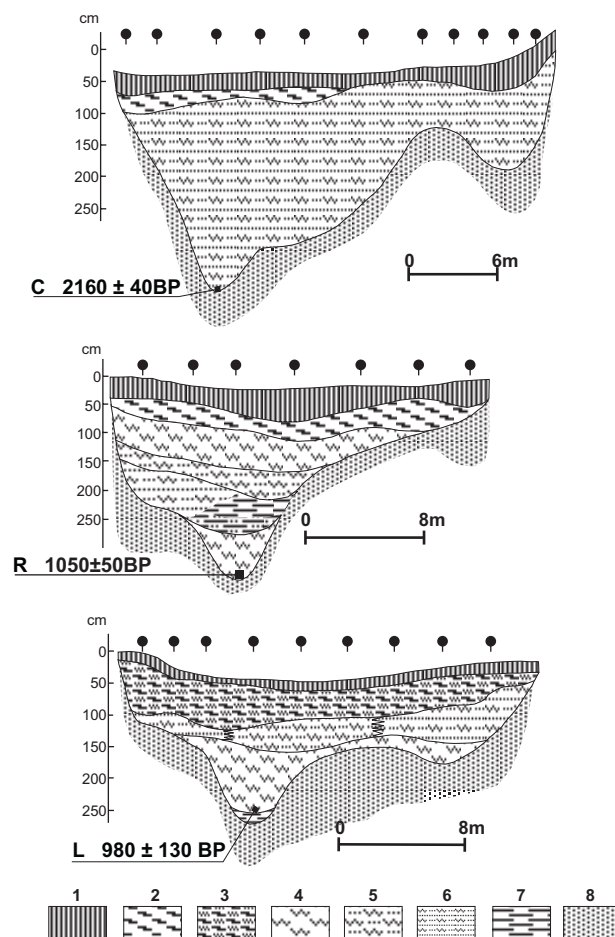
Paleomeander R i jego bezpośrednie sąsiedztwo pokryte są warstwą utworów madowych o miąższości zmieniającej się w zakresie od kilkunastu do kilkadziesiąt centymetrów i świadczącej o aktywności procesów pozakorytowych w ciągu ostatniego milenium.

Data radiowęglowa wskazuje, że paleomeander R funkcjonował lub był świeżo odcięty od aktywnego koryta w czasie, gdy położone niespełna 200 m w dół biegu rzeki grodzisko było zasiedlone. Brak jednak przesłanek do wnioskowania o bezpośrednim wpływie człowieka na rozwój badanej formy.

Paleomeander L (980 ± 130 lat BP) funkcjonował podobnie jak paleomeander R w środkowej części subatlantyku (SA₂). Położony jest poniżej miej-

sowości Staniewice, na prawym brzegu Wieprzy, w odległości około 100 m od aktywnego koryta i około 70 m od zewnętrznej krawędzi równiny zalewowej. Pomiędzy aktywnym korytem a paleomeandrem, w odległości niespełna 20 m od jego ramion, znajduje się starorzecze, które zostało utworzone w wyniku prostowania biegu Wieprzy w pierwszej połowie XX w.

Sekwencja osadów wypełniających paleomeander rozpoczyna się warstwą brązowoszarego mułku ilastego (litofacja F), o miąższości około 15 cm (ryc. 6). Warstwa mułku zajmuje niewielką powierzchnię w strefie maksymalnych głębokości. Sytuacja ta wskazuje, że ramiona ówczesnego starorzecza, przez które dostawały się wody inundacyjne, stanowiły tę część wklęsłej przeszkody (pułapki sedimentacyjnej), która przechwytywała większość transportowanego rumowiska. Do centralnej, najgłębszej części starorzecza docierały wody nie tylko o zmniejszonej prędkości, ale także pozbawione już większości



Ryc. 6. Przekroje geologiczne przez górnoholocenijskie paleomeandry Wieprzy

1 – utwory madowe, 2 – torf, 3 – mułek torfiasty, 4 – mułek organiczny, 5 – mułek organiczny z domieszką piasku, 6 – mułek organiczny z przewarstwieniami piasku, 7 – mułek ilasty, 8 – piaski dennokorytowe

Fig. 6. Geological cross-sections of late Holocene paleomeanders of Wieprza

1 – overbank deposits, 2 – peat, 3 – peaty silt, 4 – organic silt, 5 – organic silt with admixture of sand, 6 – organic silt with sandy intercalations, 7 – clayey silt, 8 – channel floor sand

transportowanego materiału. W efekcie dekantacji z zawiesiny jednorodnej, rozproszonej w prawie stagnującej wodzie, powstał brązowy osad mułkowo-ilasty z niewielką domieszką materii organicznej.

Wyżej leżącym ogniwem wypełnienia jest warstwa mułku organicznego barwy ciemnoszarobrunatnej, litofacja C. Warstwa ta wskazuje na istnienie stosunkowo długiego okresu, w którym nie zaznaczył się bezpośredni wpływ wód koryta na transformację starorzecza w paleomeander. Starorzecze pozostawało w owym czasie dość głębokim zbiornikiem, w którym trwała spokojna sedymentacja, przede wszystkim materii organicznej. Strop tej warstwy prawie całkowicie zamaskował morfologię dna paleomeandra. Powyżej, w wyniku uaktywnienia się procesów korytowych i występowania wód z koryta, nastąpiła sedymentacja przewarstwień piasku i mułku, świadczących o wlewach wód wezbraniowych (litofacja S/Frt). Jej miąższość sięga 50 cm. Po tym okresie aktywności nastąpił kolejny okres spokoju, w czasie którego powstała warstwa mułku torfiastego o miąższości około 70 cm. Warstwa utworów madowych, przykrywających paleomeander i jego sąsiedztwo, jest tu stosunkowo mało miąższa – zawiera się w przedziale od 10 do około 20 cm.

Pod względem cech uziarnienia osady wypełnień różnowiekowych paleomeandrowych wykazują wiele cech wspólnych, także z osadami pozakorytowymi scharakteryzowanymi w opisach odłoneń brzegowych. Cechy te najlepiej oddają wartości graficznych wskaźników uziarnienia. Średnia średnica ziaren tych osadów mieści się w przedziale od 1,7 do 4 phi, wskaźnik wysortowania przyjmuje wartości z przedziału od 0,3 do 1,4. Wartości wskaźnika skośności rozkładów uziarnienia mieszczą się w przedziale od -0,4 do +0,9, przy czym należy zaznaczyć, iż większość próbek przyjmuje wartości dodatnie, co wskazuje na przewagę tendencji akumulacyjnych.

Współczesne formy i osady pozakorytowe

Wezbranie, które miało miejsce w marcu 2000 roku, a w trakcie którego doszło do częściowego zalania równiny zalewowej, pozwoliło na zebranie informacji na temat form i cech budujących je osadów. Obserwacje terenowe, dokumentację fotograficzną i pobór próbek osadów wykonano wzdłuż prawie 20-kilometrowego odcinka koryta Wieprzy pomiędzy miejscowościami Staniewice i Kowalewice. Na wodowskazie w Starym Krakowie, który umiejscowiony jest mniej więcej w połowie tego odcinka zanotowano stan – 352 cm (przy przeciętnym z wielolecia wynoszącym 211 cm), przy przepływie – 37,5 m³/s (przeciętny z wielolecia – 14,7 m³/s). Wezbranie miało dość charakterystyczny dla Wieprzy przebieg.

Następstwem stosunkowo wolno podnoszącego się stanu wody jest spokojne jej wylewanie się z koryta w miejscach obniżen brzegowych oraz na odcinkach powyżej i poniżej mostów, w których pobliżu następowało zawężenie szerokości przepływu. W takich warunkach terenami inundacyjnymi stają się, w zależności od morfologii, przykorytowa równina zalewowa albo te jej części, które jako obniżenia pełnią rolę basenów powodziowych

Efekty morfologiczne analizowanego wezbrania zaznaczyły się przede wszystkim w strefie przylegającej bezpośrednio do koryta (przykorytowej równinie zalewowej), w postaci odsypów piaszczystych, wstęg piaszczystych, nadbudowy stropowych partii wałów brzegowych, łach meandrowych oraz form „korokujących” starorzecza. Mieszczą się one w schemacie rozmieszczenia form pozakorytowych na równinie zalewowej zaproponowanym przez Zwolińskiego (1985, 1992). Na badanym odcinku doliny Wieprzy występują one zarówno w zakolach, jak i na odcinkach prostych, często w cieniu drzew i krzewów. Na obszarach sąsiadujących z wymienionymi formami, a będących w zasięgu wód wezbraniowych (zewnątrzna-dystalna równina zalewowa; *distal floodplain*) można mówić jedynie o minimalnym efekcie sedymentacyjnym w postaci cienkich powleczeń drobnopiaszczysto-mułkowych, miejscami o ciemnym zabarwieniu, świadczącym o obecności domieszki materii organicznej

Złożone wzdłuż koryta osady, w zdecydowanej przewadze reprezentują niewielkie formy odsypów piaszczystych, charakteryzują się znaczną drobnopiaszczystością (M_z zmienia się w przedziale od 0,73 do 2,83 phi; przeciętnie 1,86 phi). Są to zatem piaski drobnopiaszczyste z domieszką średnioziarnistych i bardzo drobnopiaszczystych. Znaczne (w skali phi) wartości średniej średnicy ziaren informują o niskiej energii środowiska prądowego i potwierdzają dane z obserwacji na temat spokojnego występowania wód z koryta w miejscach obniżen brzegowych. Drobnopiaszczystość osadów pozakorytowych, nawet tych zdeponowanych w bezpośrednim sąsiedztwie koryta, wynika z drobnopiaszczystości osadów korytowych Wieprzy w ogóle, co zostało stwierdzone zarówno w odniesieniu do osadów kopalnych, jak i współczesnych (Florek 1991, Kaczmarzyk 2004). Sytuacja taka znajduje uzasadnienie w budowie geologicznej i rzeźbie zlewni Wieprzy na wysokości oraz powyżej badanego odcinka doliny. Na znacznym obszarze utworami powierzchniowymi zlewni są gliny zwałowe i zwietrzelinowe. W budowie środkowej i dolnej części zlewni Wieprzy znaczący jest też udział drobnopiaszczystych osadów zastoiskowych. Drobnopiaszczystość osadów w połączeniu z niewielkim urozmaiceniem pod względem hipsometrycznym na terenach stanowiących potencjalne obszary alimentacyjne dla rumowiska rzeczno-egzogenicznego wydają się stanowić jedną z

głównych przyczyn decydujących o drobnoziarnistości osadów korytowych oraz powodziowych.

Oprócz nieznacznie większej drobnoziarnistości w stosunku do osadów korytowych badane osady wezbraniowe charakteryzują się także lepszym wysortowaniem ($\delta_1 = 0,15-1,18$; przeciętnie $-0,42$; ryc. 2, 3). Wartości odchylenia standardowego wskazują na bardzo dobre i dobre wysortowanie osadu (niska dynamikę środowiska prądowego). Tak dobre wysortowanie osadów pozakorytowych (ryc. 7) należy tłumaczyć nie tylko względnie spokojnym sposobem występowania wody z koryta, ale także ograniczonym spektrum wielkości ziaren biorących udział w transporcie pozakorytowym.

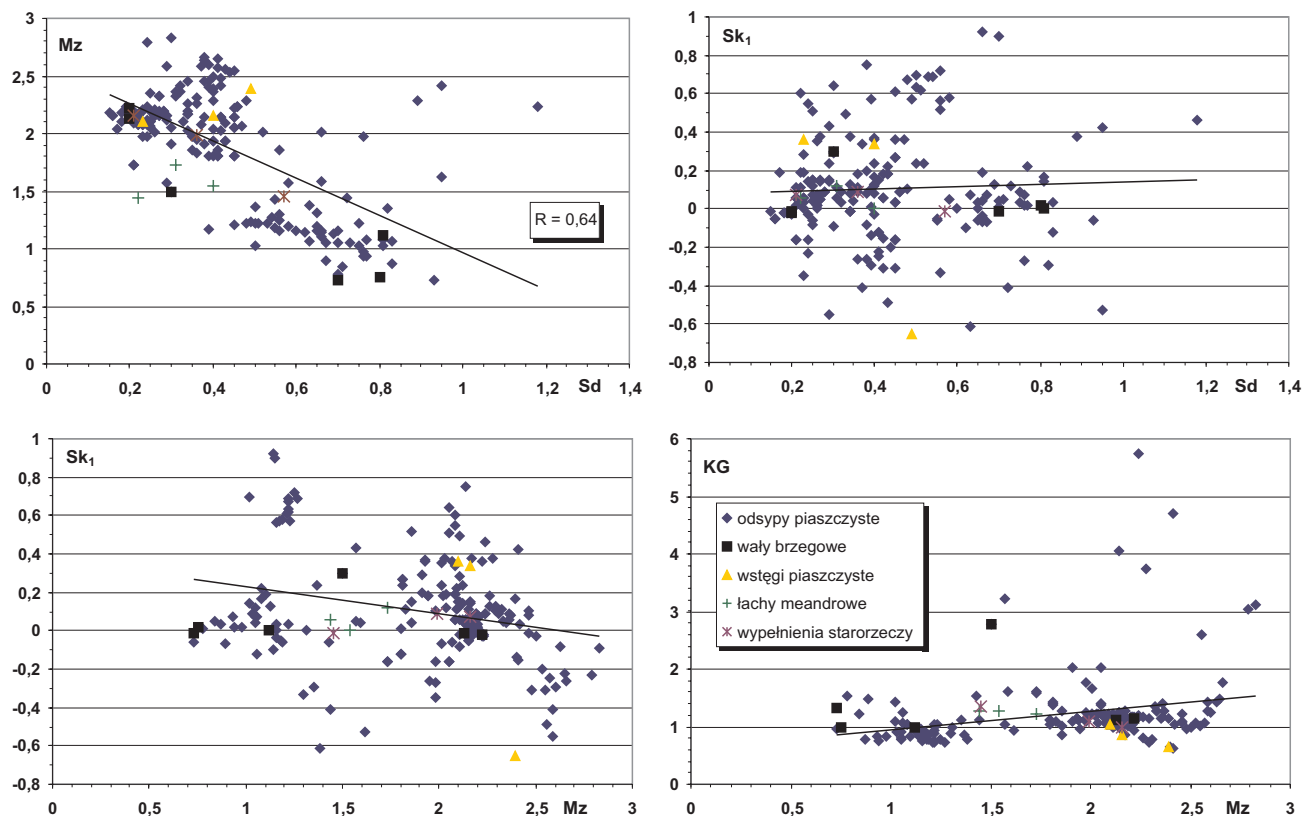
Wartości wskaźnika skośności graficznej wskazują na prawie symetryczne rozkłady uziarnienia (Sk_1 zmienia się w przedziale od $-0,65$ do $1,00$; przeciętnie $0,09$; ryc. 7) i jednocześnie brak wyraźnych tendencji do erozji czy akumulacji osadów. Przykorytowe strefy równiny zalewowej w czasie wezbrania są miejscem spadku energii i dynamiki płynącej wody, co potwierdzają powstałe tam formy i osady. Zatem brak wskazań wyraźnych tendencji akumulacyjnych w badanych osadach wynika najprawdopodobniej z krótkiej drogi transportu oraz deficytu rumowiska biorącego udział w transporcie pozakorytowym. Rozmywane w trakcie wezbrań osady korytowe, poderwane do transportu, przemierzają najprawdopodobniej krótką drogę do miejsca wypływu wody z koryta, gdzie są deponowane na jego brzegu. Ten

krótki transport nie wystarcza do istotnego przekształcenia cech uziarnienia osadów pozakorytowych w stosunku do osadów korytowych.

Wartości graficznego współczynnika kurtozy graficznej wskazują, że większość próbek analizowanych osadów wykazuje wyraźne maksima i ostre, wyraźne maksima. Wskazuje to na stosunkowo jednorodne warunki depozycji badanych osadów, ale w przypadku Wieprzy należy uwzględnić także, że w transporcie zarówno korytowym, jak i pozakorytowym biorą udział ziarna pod względem rozmiarów mieszczące się w wąskim spektrum, co dodatkowo wpływa na wzrost wyrazistości maksimów w rozkładach uziarnienia (K_G zmienia się w zakresie od $0,62$ do $5,75$; przeciętnie $-1,21$).

Diagram zależności pomiędzy Mz i Sd wskazuje na zależność opisaną przez Mycielską-Dowgiałło (1995) jako układ pierwszy, w którym wraz ze wzrostem średniej średnicy ziaren pogarsza się stopień wysortowania osadu (ryc. 7). Siłę tego związku wyraża wskaźnik korelacji równy $0,64$. Stwierdzony układ przypisywany jest głównie osadom fluwialnym facji korytovej, należy zatem przyjąć, że akumulowane w czasie wezbrania (w większości na dokorytowych skłonach brzegów koryta) nie nabrały cech związanych z transportem pozakorytowym.

Diagram zależności Sk_1 - Mz nie wskazuje na istnienie istotnego związku pomiędzy tymi wskaźnikami (ryc. 7). Linia trendu informuje o bardzo słabej, ogólnej zależności, polegającej na tym, że wyższym



Ryc. 7. Diagramy zależności pomiędzy wskaźnikami uziarnienia dla współczesnych osadów powodziowych Wieprzy
Fig. 7. Relationships between grain size indices for contemporary flood sediments of the Wieprza river

wartościom średniej średnicy ziaren odpowiadają nieco niższe wartości skośności graficznej.

Diagram zależności Sk_1 – Sd pozwala stwierdzić, że na stopień wysortowania badanych osadów nie wpływa obecność domieszek drobno- bądź gruboziarnistych wyrażona wartością skośności graficznej, a zatem nie zależy od tego, czy osad został zdeponowany w warunkach przepływu z wyraźnymi tendencjami do erozji bądź akumulacji (ryc. 7).

Diagram zależności KG – Mz informuje, że wraz z drobnieniem średniej średnicy ziaren, w badanych osadach pojawiają się nieco wyraźniejsze maksima w rozkładzie uziarnienia (ryc. 7). Można więc wnioskować, że w miejscach wypływania z koryta strumieni wody o nieco mniejszej energii powstawały bardziej jednorodnie warunki depozycji osadu.

Zestawienie informacji uzyskanych na podstawie wskaźników uziarnienia pozwala określić hydrodynamiczne warunki transportu i depozycji współczesnych osadów pozakorytowych Wieprzy. Strumienie wody wypływające z koryta miały niewielką energię i dynamikę, co decydowało o tym, że warunki transportu i depozycji rumowiska były stosunkowo jednorodne. Strefa depozycji najczęściej jest bardzo wąska i ogranicza się do bezpośredniego sąsiedztwa koryta, tylko lokalnie odnotowano powstanie nagromadzeń osadów w strefie kilkunastu, a zupełnie wyjątkowo w odległości kilkudziesięciu metrów od brzegów. O warunkach depozycji w pewnym stopniu decydowała też morfologia brzegów koryta – dość wysokich, w wyniku regulacji koryta, a także morfologia równiny zalewowej, oddzielonej od koryta bardzo niskim, połogim i nieciągłym wałem przykorytowym. W takich warunkach powstała zdecydowana większość analizowanych osadów.

Przeprowadzone analizy zawartości materii organicznej potwierdziły minimalną jej zawartość (0–9,2%; przeciętnie 0,21%) stwierdzoną wcześniej makroskopowo. Również zawartość węglanów jest bardzo mała (0–0,32%; przeciętnie 0,11%). Odpowiada to stwierdzonemu, lekko kwaśnemu odczynowi badanych osadów (pH przyjmuje wartości od 6,15 do 7,15; przeciętnie 6,56).

Formy utworzone w wyniku wezbrania w marcu 2000 roku to przede wszystkim odsypy piaszczyste powstałe w bliskim sąsiedztwie koryta, w większości na wewnętrznych jego skłonach. Analiza zmienności cech osadów budujących formy wezbraniowe zgodnie z biegiem rzeki wykazała wzrost średniej średnicy ziaren na odcinku Wilkowice–Chudaczewko oraz niewielki wzrost udziału frakcji drobnopiaszczystej (0,25–0,16 mm) na całej długości badanego odcinka. Ze wzrostem udziału domieszki drobnoziarnistej wiąże się pogorszenie stopnia wysortowania osadu.

W relacji do osadów odsypów piaszczystych osady wałów brzegowych, łąch meandrowych i „korków” starorzeczy cechują się większą gruboziarnistością.

Pod względem litofacjalnym badane pozakorytowe aluwia Wieprzy reprezentują przede wszystkim litofację piasków o strukturze masywnej (Sm) (Zieliński 1998), przy czym litosomy związane z poszczególnymi formami mają stosunkowo niewielki zasięg przestrzenny. Cechy te różnią badane aluwia od osadów pozakorytowych najczęściej opisywanych i uznanych za typowe. Autorzy prac zawierających charakterystyki osadów powodziowych (np. Antczak 1986, Myciel-ska-Dowgiałło, Zieliński 1997, Szymańda 2006) zwracają uwagę na dwudzielność osadów reprezentujących pojedyncze wezbranie (w spągu warstewka bardziej gruboziarnista, w spągu drobnoziarnista). Dwudzielność ta składa się na rytmikę, jaką wykazują serie kopalnych osadów powodziowych. Rytmikę taką wykazują także kopalne osady pozakorytowe Wieprzy (Kaczmarzyk 2004). Przyczyny braku tej cechy we współczesnych osadach powodziowych Wieprzy można upatrywać w tym, że po regulacji (prostowaniu) koryta nastąpiło jego znaczne wcięcie w poziom równiny zalewowej, co w rezultacie musiało wpłynąć na charakter sedymentacji pozakorytovej. Doprowadziło to do ograniczenia sedymentacji wezbraniowej do obszaru określanego jako przykorytowa (proksymalna) równina zalewowa (*proximal floodplain*) (Zwoliński 1985, 1992, Zieliński 1998) i uzyskania dominacji przez osady piaszczyste o cechach charakterystycznych dla właściwości osadów tworzących migrujące formy dna (Bridge, Leeder 1979, Zieliński 1998).

Należy przy tym zauważyć, że dostawa materiału z niewielkich cieków zasilających Wieprzę nie powoduje zmian w udziale poszczególnych frakcji osadów.

Obserwacje poczynione podczas wezbrań, które miały miejsce w ciągu ostatnich pięciu lat (w tym wezbrania z marca 2005 r., kiedy to Wieprza na wodowskazie w Starym Krakowie osiągnęła stan 460 cm, a więc zaledwie o 1 cm niższy od absolutnego maksimum z 31.01.1892 r.), pokazały, że nawet najwyższe wezbrania przynoszą na dnie doliny środkowej Wieprzy bardzo umiarkowane skutki morfologiczne (niemal całkowity brak form erozyjnych na powierzchni równiny zalewowej i występowanie niewielkich form akumulacyjnych ograniczone do wąskiego pasa wzdłuż koryta rzeki). Poza koryto trafiają osady o cechach osadów korytowych, które budują wspomniane formy akumulacyjne, oraz osady bardzo drobnoziarniste, które na całym obszarze podlegającym zalaniu tworzą cienkie (rzędu 1 mm miąższości) powleczenia na powierzchni równiny zalewowej i na porastających ją roślinach.

Wiek badanych osadów pozakorytowych Wieprzy

Na temat wieku scharakteryzowanych osadów pozakorytowych Wieprzy można wypowiedzieć się

na podstawie datowań radiowęglowych, datowań TL oraz przesłanek archeologicznych. Uzyskane z tych źródeł informacje dają tylko pewne przybliżenie czasu akumulacji poszczególnych ogniw sekwencji osadów pozakorytowych. Najważniejsze informacje stratygraficzne, jakie udało się pozyskać, to:

- osady wypełniające paleomeandry są młodsze niż wydатовany radiowęglowo spąg tego wypełnienia, a więc 2160 ± 40 lat BP, 1050 ± 50 lat BP oraz 980 ± 130 lat BP (ryc. 6);
- osady leżące na drewnianej konstrukcji drogi związanej z wczesnośredniowiecznym grodziskiem we Wrześnicy powstały po IX w. (fot. 1); pod względem litofacjalnym i cech teksturalnych warstwa tych subfosalnych osadów powodziowych (prawy brzeg) jest podobna do dwóch stropowych warstw basenu powodziowego widocznych w odsłonięciu na lewym brzegu, co pozwala wnioskować, że powstały one synchronicznie (ryc. 5);
- datowania TL wszystkich zbadanych ogniw osadów wypełniających basen powodziowy wskazują, iż zostały one zdeponowane w górnym holocenie (ryc. 4). Najstarsza data dla ogniwa spągowego to $2,8 \pm 0,4$ ka. Daty odnoszące się do dwóch stropowych ogniw osadów basenu powodziowego wskazują, że wiek ich akumulacji przypadł na przedział od $2,0 \pm 0,3$ ka do $1,7 \pm 0,3$ ka. Są to daty wyraźnie starsze w stosunku do wieku tych ogniw oszacowanych na podstawie przesłanek archeologicznych, choć ostatnie stwierdzenia Rączkowskiego (2008) stanowią wyraźny krok w kierunku zbliżenia geologicznego i archeologicznego punktów widzenia na wiek górnoholocennych osadów występujących w rejonie grodziska we Wrześnicy.

Podsumowanie

Wykazano, że przebadane paleomeandry mają zróżnicowane wypełnienia powstałe w różnych okresach subatlantyku. Towarzyszą im urozmaicone osady łąk meandrowych. Również w okresie subatlantyckim zostały zdeponowane osady przeanalizowanego basenu powodziowego. Wszystkie te osady przykrywają osady powodziowe, które tworzą się na badanym odcinku równiny zalewowej Wieprzy od wczesnego średniowiecza. Współczesne osady powodziowe Wieprzy różnią się od subfosalnych przede wszystkim znacznie mniejszym zasięgiem występowania, co jest efektem regulacji rzeki i jej wcięcia w równinę zalewową. Wskutek tego powódzie mają obecnie mniejszy zasięg niż w okresie sprzed regulacji i nie obejmują całej holocennej równiny zalewowej, a osady powodziowe są zdeponowane przede wszystkim w bezpośrednim sąsiedztwie koryta rzeki.

Literatura

- Antczak B. 1986. Transformacja układu koryta i zanik bifurkacji Warty w pradolinie warszawsko-berlińskiej i południowej części przełomu poznańskiego podczas późnego vistulianu. UAM, seria Geografia, 35: 111.
- Bridge J.S., Leeder M.R. 1979. A simulation model of alluvial stratigraphy. *Sedimentology*, 26: 617–644.
- Florek W. 1991. Postglacjalny rozwój dolin rzek środkowej części północnego skłonu Pomorza. Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Słupsku, Słupsk.
- Florek W., Kaczmarzyk J. 2007. Współczesne formy i osady wezbraniowe Wieprzy na odcinku Staniewice–Kowalewice. [W:] R. Sołtyś (red.), Systemy dolinne i ich funkcjonowanie. Prace Instytutu Geografii Akademii Świętokrzyskiej, Kielce, s. 205–213.
- Kaczmarzyk J. 2004. Holocenna paleohydrologia środkowej Wieprzy w świetle cech sedimentologicznych osadów korytowych. *Prace Geograficzne IGIPZ PAN*, 200: 119–145.
- Miall A.D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. [W:] A.D. Miall (red.), *Fluvial sedimentology*. Canadian Society Petrol. Geol., Memoire, 5: 597–604.
- Miall A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth-Science Reviews*, 22: 261–308.
- Mycielska-Dowgiałło E. 1995. Wybrane cechy teksturalne osadów i ich wartość interpretacyjna. [W:] E. Mycielska-Dowgiałło, J. Rutkowski (red.), *Badania osadów czwartorzędowych*. Wybrane metody i interpretacja wyników. Warszawa, s. 29–105.
- Mycielska-Dowgiałło E., Zieliński T. 1997. Wartość interpretacyjna cech teksturalnych i strukturalnych osadów rzecznych. [W:] *Procesy, formy i osady fluwialne na obszarze młodoglacjalnym Niżu Polskiego*, Warsztaty Terenowe, Toruń–Słupsk, 18–21 czerwca 1997 r. Wydawnictwa UMCS, Lublin, s. 14–17.
- Rączkowski W. 2008. Antropogeniczne formy krajobrazowe powstałe w pradziejach i wczesnym średniowieczu w dorzeczu środkowej Wieprzy. *Landform Analysis*, 7: 143–153.
- Rączkowski W., Sikorski A. 1996. Datowanie grodziska wczesnośredniowiecznego we Wrześnicy, gmina Sławno, stanowisko 7. *Geochronometria*, 14: 169–181.
- Sylwestrzak J. 1978. Zagadnienia morfologii i typizacji dolin północnego skłonu Pomorza. *Biul. Inst. Geol.* 306, Z badań czwartorzędu w Polsce, 21: 199–231.
- Szmańda J. 2006. Rytmika powodziowa w aluwjach pozakorytowych Wisły, Drwęcy i Tażyny. [W:] 55 Zjazd PTG, Toruń. Przewodnik sesji terenowej. Toruń, s. 266–270.

Zieliński T. 1995. Kod litofacjalny i litogenetyczny – konstrukcja i zastosowanie. [W:] E. Mycielska-Dowgiało, J. Rutkowski (red.), *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. Warszawa, s. 220–234.

Zieliński T. 1998. Litofacjalna identyfikacja osadów rzecznych. [W:] E. Mycielska-Dowgiało (red.), *Struktury sedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna*. Warszawa, s. 195–257.

Zwoliński Z. 1985. Sedymentacja osadów przyrostu pionowego na terasie zalewowej Parsęty. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, 35, A: 205–238.

Zwoliński Z. 1992. Sedimentology and geomorphology of overbank flows on meandering river floodplain. *Geomorphology*, 4: 367–379.