

## Formy akumulacji piasku na równi zalewowej Odry między Koźlem a ujściem Kłodnicy

Leszek Kurowski\*

*Sedymentacja piasku na obszarze równi powodziowej, według dostępnej literatury, związana jest najczęściej z tworzeniem krewas i glijów krewasowych. W opinii autora takie podejście do tego zagadnienia jest daleko idącym uproszczeniem. Mechanizm powstawania form akumulacji piasku na obszarze równi powodziowej, nie ma nic wspólnego z tworzeniem krewas i glijów krewasowych. Są to: „nasypany za wałem przykorytowym” oraz „powodziowe nasypy powrotne”. Z etapem wylewania wód autor wiąże akumulację piasku w „nasypanych za wałem przykorytowym”, natomiast w stadium opadania wód mogą tworzyć się „powodziowe nasypy powrotne”. Formy te opisane zostały tutaj ze współczesnego środowiska aluwialnego (dolina górnej Odry) i trudno jest określić prawdopodobieństwo zachowania i rozpoznania „nasypanych za wałem” i „nasypanych powrotnych” w osadach kopalnych.*

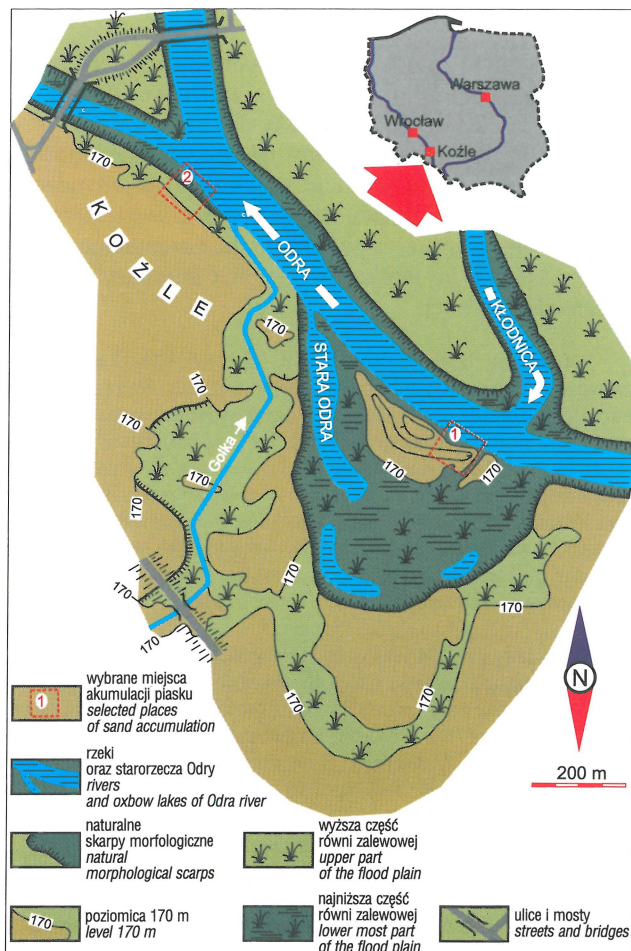
**Słowa kluczowe:** rzeka meandrująca, równia powodziowa, powódź, akumulacja piasku, „nasypany za wałem przykorytowym”, „powodziowy nasyp powrotny”

Leszek Kurowski — Sand accumulation forms on the flood plain of the Odra river between Koźle city and mouth of the Kłodnica river (SW Poland). *Prz. Geol.* 47: 194–198.

*Summary.* According to available bibliography, sand sedimentation on a flood plain area is mostly connected to development of crevasse and crevasse splay. In author's opinion such a treatment of the problem is a great simplification. New sand accumulation forms developed on a flood plain are described in this paper. They are: "bars behind a levee" and "flood return bars". According to the author, the mechanism of their formation is not connected to development of the crevasse and crevasse splay. Sand accumulation within bars behind a levee would be related to an overflow of river waters on a flood plain, whereas flood return bars may develop during a period of a decrease of flood water level. The sand accumulation forms described in this paper were developed within a modern environment (upper Odra river valley) but it is difficult to assess a probability of preservation and recognition of these forms within fossil deposits.

**Key words:** meandering river, flood plain, flood, sand accumulation, "bar behind a levee", "flood return bar"

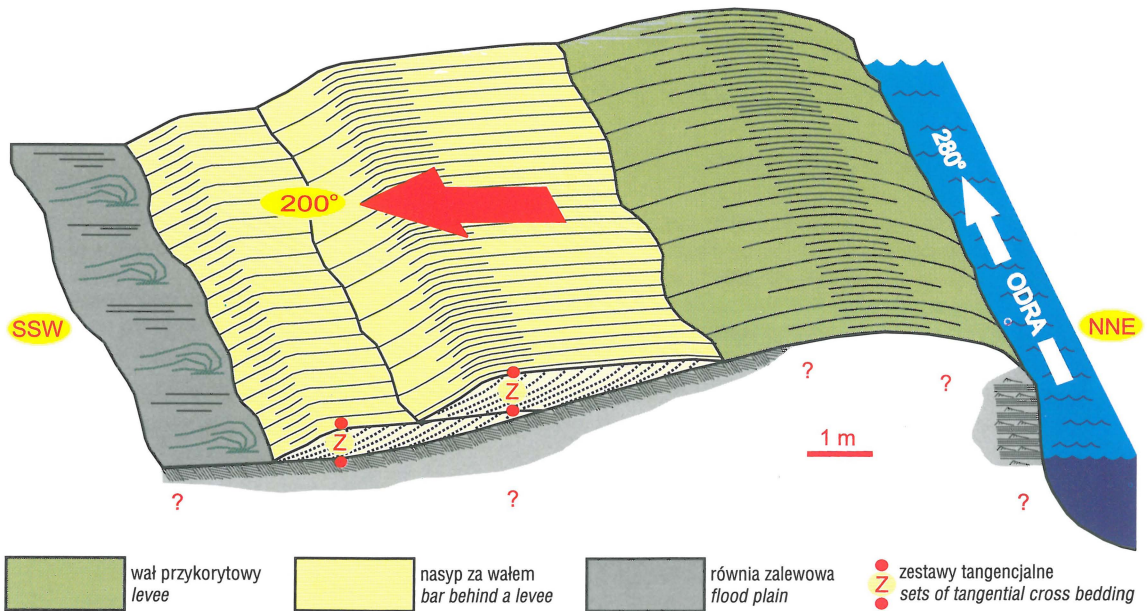
Lektura bogatej literatury omawiającej zjawiska zachodzące w strefie pozakorytowej środowiska rzek meandrujących sprawia, że proponowane tam modele i rozwiązania w dużym stopniu wpływają na zrozumienie i sposób interpretacji procesów erozji i sedymentacji w tym środowisku. To samo dotyczy stosownych rozdziałów popularnych podręczników sedymentologii (por. Gradziński i in., 1986). W efekcie tego, równia zalewowa rzeki meandrującej, przeciętnemu czytelnikowi, jawi się jako „rozległe zwykle obszary położone poza strefą koryta”, zdominowane przez powolną sedymentację osadów drobnoklastycznych i substancji fitogenicznej. Według dostępnej literatury, depozycja osadów grubszych frakcji na obszarze równi zalewowej związana jest w zasadzie tylko z tworzeniem glijów krewasowych. To ostatnie stwierdzenie, w opinii autora budzi poważne wątpliwości. Źródłem tych wątpliwości są obserwacje poczynione na niewielkim odcinku doliny Odry, między Koźlem a ujściem rzeki Kłodnicy (ryc.1). Odra w swoim górnym biegu (powyżej Koźła) płynie korytem naturalnym i ma niewątpliwie charakter rzeki meandrującej. Do takich wniosków upoważniają spostrzeżenia z pracy w terenie, jak również analiza odpowiednich map topograficznych (por. również ryc.1).



Ryc. 1. Plan sytuacyjny obszaru badań na podstawie mapy topograficznej 1 : 10 000, arkusz 484.211 — Stare Koźle  
 Fig. 1. Sketch map of the studied area based on topographic map 1 : 10 000, quadrangle 484.211 — Stare Koźle

\*Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50-204 Wrocław; e-mail: lkur@ing.uni.wroc.pl





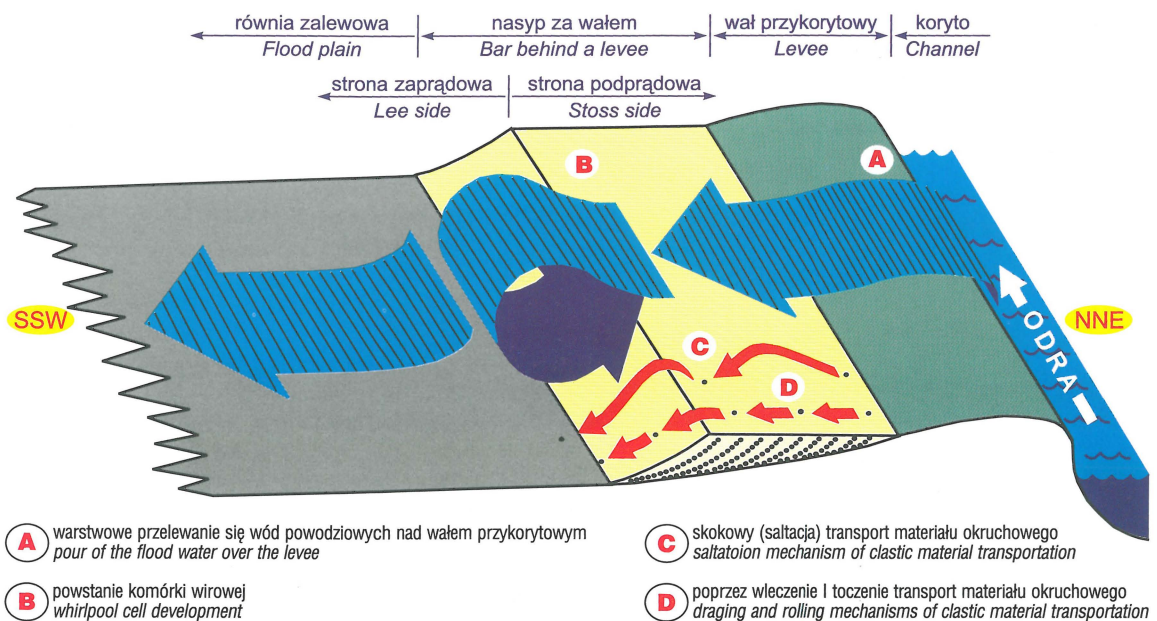
Ryc. 2. Schemat nasypu za wałem przykorytowym  
Fig. 2. Scheme of a bar behind a levee



Ryc. 3. Ogólny widok nasypu za wałem przykorytowym  
Fig. 3. General view of the bar behind a levee

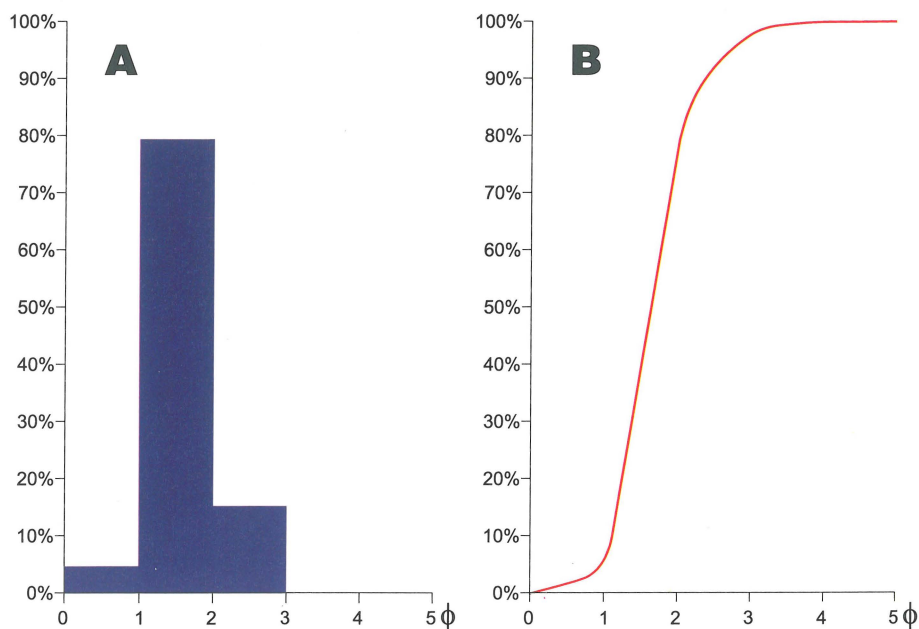
Sedymentacja na obszarze równi zalewowej zachodzi tylko w warunkach powodziowych. Można zatem przypuszczać, że zasięg i dynamika powodzi w lipcu 1997 roku, w dużym stopniu wpłynęła na intensyfikację procesów depozycyjnych na obszarach zalewowych. Po ustąpieniu wód powodziowych, natomiast, tereny te stały się doskonałym poligonem umożliwiającym obserwację „skutków” powodzi.

Zgodnie z tytułem pracy, zainteresowanie autora wzbudziły formy akumulacji piasku. Pierwsze obserwacje w tym kierunku zostały poczynione po powodzi, jaka miała miejsce na wspomnianym terenie w sierpniu 1985 roku. Jednak brak odpowiedniej dokumentacji z tego okresu sprawił, że trzeba było 12 lat aby nadarzyła się kolejna sposobność powrócenia do tego tematu.



Ryc. 4. Model powstawania nasypu za wałem przykorytowym  
Fig. 4. Model of development of the bar behind a levee





Ryc. 5. Histogram i krzywa kumulacyjna piasków budujących odsyp za wałem przykorytowym  
 Fig. 5. Histogram and cumulative curve of sands, of the bar behind a levee



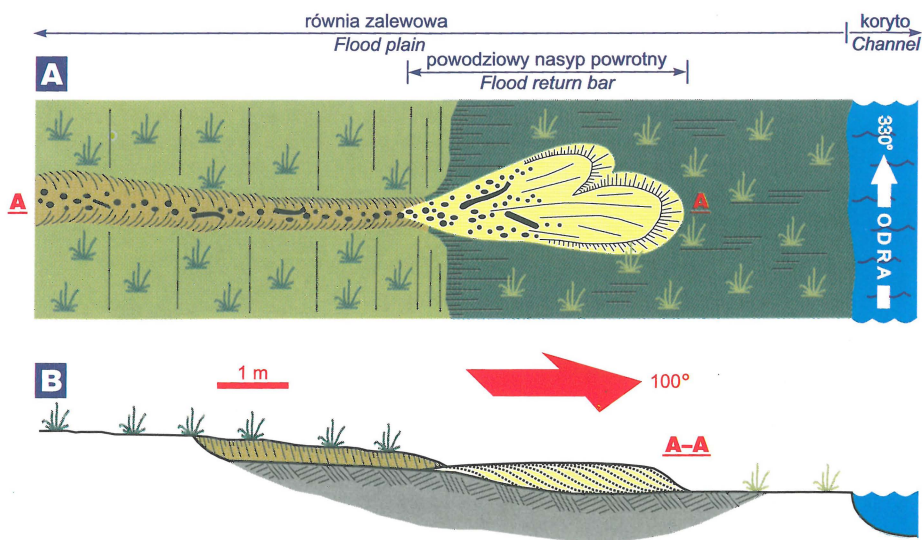
Ryc. 6. Wielozestaw warstwowanych przekątnie planarnie (w zestawach tangencjalnych), średnioziarnistych piasków nasypu za wałem przykorytowym

Fig. 6. Coset tangential cross-bedding of medium grain sands within the bar behind a levee



Ryc. 7. Ogólny widok powierzchni nasypu za wałem przykorytowym

Fig. 7. General view of a surface, of the bar behind a levee



Ryc. 8. Schemat nasypu powrotnego, A — plan, B — przekrój  
 Fig. 8. Scheme of the flood return bar; A — map, B — cross section

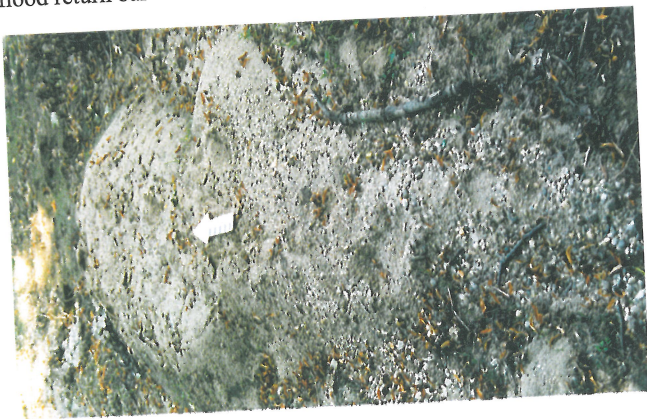




Ryc. 9. Fragment kanału zasilającego nasyp powrotny w materiał okruchowy  
Fig. 9. Fragment of a channel supporting with clastic material flood return bar



Ryc. 11. Nasyp powrotny — widok z boku  
Fig. 11. Flood return bar — view from flank



Ryc. 10. Nasyp powrotny — widok z góry  
Fig. 10. Flood return bar — view from top

### Nasypy za wałem przykorytowym

Nasypy tego rodzaju stanowią duże formy akumulacyjne przylegające do utworów wału przykorytowego od strony równi zalewowej (ryc.2). Nie tworzą one płaskich, wachlarzowo rozwiniętych stożków lecz mają wydłużony kształt. Ich długość (zgodnie z osią koryta rzeki) waha się od około 8 do kilkunastu metrów, a szerokość (prostopadle do koryta) nie przekracza 4,0 m. Miąższość takich nasypów osiąga natomiast 0,6 m (ryc. 3).

Ze względu na położenie tych form w stosunku do osi koryta rzeki nasypy takie zostały określone przez autora roboczo jako „nasypy za wałem przykorytowym”. Ich geneza nie jest związana z erozyjną działalnością wód powodziowych prowadzącą do utworzenia koryt typu krewas, a następnie akumulowania wyerodowanego materiału okruchowego u ich wylotu w postaci gliku krewasowego. Nasypy „za wałem” są efektem warstwowego przelewania się wzbierających wód rzeki nad wałem przykorytowym (ryc. 4). Taki mechanizm wydostawania się wody poza koryto jest związany, czego dowiodły obserwacje terenowe, z wysokim stopniem spoistości (kohezją) osadów, z których jest zbudowany wał przykorytowy, a także występowaniem chroniącej przed erozją szaty roślinnej, głównie trawiastej murawy. Nie bez znaczenia jest również ukształtowanie pionowe

zalewowej. Akumulacji osadów tworzących nasyp „za wałem” sprzyja występowanie skłonu morfologicznego związanego z nieznacznym obniżeniem terenu w kierunku dystalnej strefy równi zalewowej (ryc. 4). W takich warunkach przelewające się ponad wałem wody podlegają intensywnej turbulencji, co może prowadzić do utworzenia komórki wirowej o osi poziomej, równoległej do osi koryta (ryc. 4). Efektem takiego układu jest intensywna depozycja materiału okruchowego. Deponowany materiał prawie w całości (99,8%) jest frakcji piaszczystej (ryc. 5). Średnia średnica (1,53  $\phi$ ), wyznaczona metodą graficzną (Folk & Ward, 1957) sytuuje utwory nasypu „za wałem” w klasie piasku średnioziarnistego (Wentworth, 1922), a wartość odchylenia standardowego ( $\delta_1=0,422$ ) wskazuje na jego dobre wysortowanie. Obtoczenie ziaren piasku jest bardzo różne, najczęściej jednak są one ostrokrawędziste (Powers, 1953). Skład petrograficzny nie wykazuje dużego urozmaicenia. Ponad 90% ziarn stanowi kwarc. Reszta to nieliczne okruchy skalenia, oraz litoklasty głównie skał wulkanicznych, łupkowych skał metamorficznych i pojedyncze blaszki łyszczyków. Jako ciekawostkę można odnotować występowanie wśród tych piasków ziarn o genezie antropogenicznej — niewielkich fragmentów żużli i węgla.

Po stronie podprądowej nasypu materiał piaszczysty był transportowany prawdopodobnie głównie w trakcji dennej (włeczenie i toczenie) oraz na drodze saltacji. Po stoku zaprądowym natomiast piasek osypywał się grawitacyjnie, a częściowo wyrzucany był nieco dalej, poza krawędź formy (saltacja). Taki sposób transportu i depozycji piasku sprzyjał tworzeniu zestawów tangencjalnych warstwowania przekątnego (ryc. 4 i 6, por. również Allen, 1968). Kontakt spagowy utworów nasypu „za wałem” z niżej ległymi osadami równi zalewowej jest wyraźny, przejawiający się w zróżnicowaniu frakcji osadu i jego barwą — jasnożółte piaski nasypu graniczą z czarno zabarwionymi mułami równi zalewowej. Sama powierzchnia graniczna ma charakter erozyjny, jest lekko falista (ryc. 6). Miąższość pojedynczych zestawów tangencjalnych waha się od kilkunastu do około 25 centymetrów. W terenie jednak praktycznie nie obserwowano pojedynczych zestawów nasypu „za wałem”. Najczęściej były to wielozestawy o całkowitej miąższości nie przekraczającej, jak wspomniano wyżej, 0,4–0,6 m. Powierzchnie graniczne zestawów



podkreślone były cienkimi wkładkami czarno zabarwionej substancji fitogenicznej (ryc. 6). Azymut zapadu lamin przekątnych ( $200^\circ$ ) w stosunku do zwrotu kierunku przepływu w rzece ( $280^\circ$ ), oraz usytuowanie tych nasypów na jej prawym (SW) brzegu wskazuje na transport prawie prostopadle od koryta rzeki w kierunku równi zalewowej. Potwierdza to wcześniejsze sugestie autora, o związku tych form z etapem wzbierania i wylewem wód z koryta na obszar równi. Można przypuszczać, że każdy zestaw tangencjalny nasypu „za wałem” stanowi zapis w osadzie jednego cyklu powodziowego (?).

Materiał piaszczysty z natury jest dość sypki, jednak wpływ kohezji pozornej sprawia, że jeszcze długo po ustąpieniu powodzi nasypy tego typu zachowywały swoją pierwotną formę. Na ich powierzchni powszechnie występowały ślady kropel deszczu (ryc. 7). Ciekawe jest również to, że w warunkach naszego klimatu już po kilkunastu dniach na piaski tych nasypów wkraczały zdecydowanie pierwsze rośliny, głównie byliny z rodzaju *Urtica* i *Agropyron* (ryc. 7). Było to związane, prawdopodobnie, ze znaczącym wzbogaceniem gleby po powodzi w związku azotu. Silnie rozwinięty system podziemnych łodyg (kłączy) tych roślin wraz z korzeniami przybyszowymi oplatając gęstą siatką te formy, z jednej strony sprzyjać może ich unieruchamianiu i w ten sposób zwiększać szansę do zachowania w stanie kopalnym, z drugiej jednak, penetracyjna działalność korzeni i kłączy może prowadzić do zaburzenia pierwotnego warstwowania i powstania struktur deformacyjnych. Tego typu zmian w badanych utworach ze względu na ograniczony czas prowadzenia obserwacji nie udało się jednak zanotować.

### Powodziowe nasypy powrotne

Nasypy tego typu stanowią ciekawy przykład erozyjnej i akumulacyjnej działalności wód końcowego stadium powodzi. Tworzeniu tych form sprzyja ponadto odpowiednie ukształtowanie pionowe zalanych obszarów, polegające na nieznacznym obniżeniu terenu w kierunku koryta rzeki (ryc. 8). W pierwszym etapie ustępowania powodzi woda opada równomiernie na całym obszarze. W zaawansowanej fazie jej odpływ koncentruje się w obniżeniach terenu, w postaci wartkich strumieni, o znacznej sile erozji gruntu. Efektem takiego mechanizmu odpływu wód powodziowych jest tworzenie rynien erozyjnych. Na badanym obszarze ich długość wynosiła od kilku do kilkunastu metrów, natomiast maksymalna szerokość i głębokość nie przekraczały odpowiednio 1,5 i 0,3 m. Brzegi tego typu kanałów były wyraźnie erozyjnie wcięte, a ich dno wyścielone warstwą żwiru — bruku korytowego (ryc. 9). U wylotu rynien erozyjnych tworzyły się nasypy typu mikrodeltoowego, w postaci palczasto wyciągniętych łobów depozycyjnych.

W związku z faktem, że formy te są związane z powrotem wód powodziowych do koryta, proponuję dla nich nazwę „powodziowe nasypy powrotne”.

Długość takich nasypów (prostopadle do koryta rzeki) wynosiła około 4–5 m, a ich maksymalna szerokość, w obserwowanych przypadkach, osiągała 2,0 m. Miąższość nato-

miast, nie przekraczała 0,5 m (ryc. 8, 10, 11). Deponowany materiał wykazywał wyraźnie bimodalny rozkład uziarnienia. Okruchy frakcji żwirowej, których średni udział wynosił około 23% koncentrowały się głównie u nasady nasypu (ryc. 10). Ich wielkość wahała się w przedziale od 2 do 3 cm. Charakteryzował je średni do dobrego stopień obtoczenia (4–5 wg Powersa, 1953), oraz wysoka dojrzałość petrograficzna — głównie kwarc i skały krzemionkowe (lidyty, kwarcyty). Materiał piaszczysty przeważał zdecydowanie u czoła nasypu (ryc. 10). Były to w przewadze piaski średnio- do gruboziarnistych, o przeważnie słabym wysortowaniu i różnym stopniu obtoczenia — od ziaren ostrokrawędzistych do obtoczonych (Powers, 1953). Skład petrograficzny piasków tych nasypów nie odbiegał w zasadzie, od składu piasków nasypu „za wałem”.

„Nasypy powrotne” stanowiły pojedyncze zestawy z sigmoidalnym warstwowaniem przekątnym. Ich miąższość, jak wspomniano wyżej, nie przekraczała 0,4–0,5 m. Granica spagowa w takich zestawach była ostro zarysowana, jednak bez wyraźnych śladów erozji (ryc. 8). Wyraźny zarys powierzchni granicznej, podobnie jak w nasypach „za wałem” był związany ze zmianą frakcji i barwy osadu. Jasne piaski i żwiry „nasypu powrotnego” kontaktowały z ciemno zabarwionymi mułami równi zalewowej. Azymut kierunku zapadu lamin przekątnych ( $100^\circ$ ) w stosunku do zwrotu kierunku przepływu w rzece ( $330^\circ$ ), oraz usytuowanie nasypu na jej prawym (WSW) brzegu wskazuje na przepływ i transport materiału okrucowego w kierunku do koryta. Fakty te potwierdzniejsze sugestie autora o genetycznym związku „nasypów powrotnych” z fazą opadania i odpływem wód powodziowych.

„Nasypy za wałem” i „nasypy powrotne” zostały opisane tutaj z osadów współczesnych i trudno jest określić prawdopodobieństwo zachowania i rozpoznania podobnych form w osadach kopalnych. Dlatego, gdy niemożliwe jest dokładne określenie genezy formy, tzn. czy „za wałem”, czy „powrotna” można opisywać je bardziej ogólnie jako „powodziowe nasypy piaszczyste”. Zaslugują one jednak na uwagę również z innych względów. Środowisko aluwialne jest zdominowane przez różnego typu warstwowania przekątne rynnowe. Zestawy warstwowań przekątnych planarnych, są opisywane zwykle rzadziej i to wyłącznie z osadów interpretowanych jako efekt sedimentacji w strefie korytowej. Utwory piaszczyste z warstwowaniem przekątnym planarnym, w zestawach tangencjalnych lub sigmoidalnych na obszarze równi zalewowej, tak środowisk współczesnych, jak i kopalnych zaliczyć należy raczej do rzadkości.

### Literatura

- ALLEN J.R.L. 1968 — Current ripples. North Holland Amsterdam.  
 FOLK L.M. & WARD W.C. 1957 — Brazos River bar: a study of significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrol.*, 27: 3–26.  
 GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A. & UNRUG R. 1986 — Zarys sedymentologii. *Wyd. Geol.*: 410–415.  
 POWERS M.C. 1953 — A new roundness scale for sedimentary particles. *J. Sedim. Petrol.*, 23: 117–119.  
 WENTWORTH C.K. 1922 — A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, 30: 377–392.