

ZASADY USTALANIA SCHEMATYCZNEGO PRZEKROJU GEOLOGICZNEGO DOLINNYCH JEDNOSTEK GEOMORFOLOGICZNYCH DLA CELÓW INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNYCH I HYDROGEOLOGICZNYCH

UKD 551.312.3:551.435.1.04/.06:556.535.6(034.28):624.131+556.3

Niniejszy artykuł stanowi krótkie podsumowanie wyników badań i rozważań teoretycznych nad rozwojem dolin rzecznych oraz nad związkami, występującymi między reżimem hydrologicznym cieków, przyczynami jego zmienności a rozwinięciem koryta rzeczno-geologicznego oraz rzeźbą i budową geologiczną form dolinnych. Geneza i budowa geologiczna określa z kolei geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne warunki całych jednostek geomorfologicznych lub ich części. Uwzględniono tu również nowy morfogenetyczny podział dolin rzecznych na odcinki.

W wyniku wieloletnich badań autora nad rozwojem koryt rzecznych dolin i form aluwialnych, powstała metodyka badań, sprawdzona szeroko w praktyce. Charakteryzuje się ona dużą dokładnością przy sporządzaniu map w skali 1:25 000. Pozwala również na szybkie opracowanie mapowe terenu, bez strat na dokładności. Określa też bardzo szczegółowo budowę geologiczną wydzielonych obszarów. Warunkiem zastosowania metody jest wykorzystanie zdjęć lotniczych. Zdjęcia satelitarne obecnie dostępne nie mają jeszcze zastosowania.

Stosując omawianą tu metodę — wykorzystując zdjęcia lotnicze i materiały archiwalne — sporządzono mapę morfo- i litogenetyczną w skali 1:25 000 odcinka doliny Wisły od Zawichostu do Warszawy (200 km) w ciągu 1,5 miesiąca; takąż mapę opracowano dla odcinka Warszawa — ujście Wisły, bez zbiornika „Włocławek” (ok. 600 km) w ciągu 5,5 miesiąca. Obecnie opracowuje się dolinę Narwi na odcinku: granica państwa — ujście Biebrzy. W 1978 r. Przedsiębiorstwo Fizjograficzno-Geologiczne i Geodezyjne Budownictwa „Geoprojekt” oddział we Wrocławiu opracowało w ciągu jednego sezonu mapę geologiczną 300-kilometrowego odcinka doliny Odry w skali 1:25 000. Tak duży obszar opracowania pozwolił uściślić metodę, jak też — co jest godne szczególnego podkreślenia — rozszerzyć badania. W innym świecie postawiły one wiele zagadnień litologicznych i morfogenetycznych aluwialnych oraz genezy poszczególnych odcinków dolin. Geneza np. doliny Wisły wpływa w istotny sposób na typ transportu i sedymentacji wszystkich tarasów.

Wiele nowych danych do znajomości rozwoju aluwialnych lub modyfikacji tego rozwoju wniosły prace W. C. Kowańskiego (6), E. Mycielskiej-Dowgiało (19), K. Laskowskiego (13, 15), K. Krauzlisa (11, 12), A. Szumańskiego (20, 21), B. Kozerskiego 1966, B. Kozerskiego i K. Rotnickiego 1978, K. Klimka (10), K. Magoń (17), R. Mazura (18) i innych. Podkreślić należy, że aluwia okazały się serią sedymentu, wrażliwą na

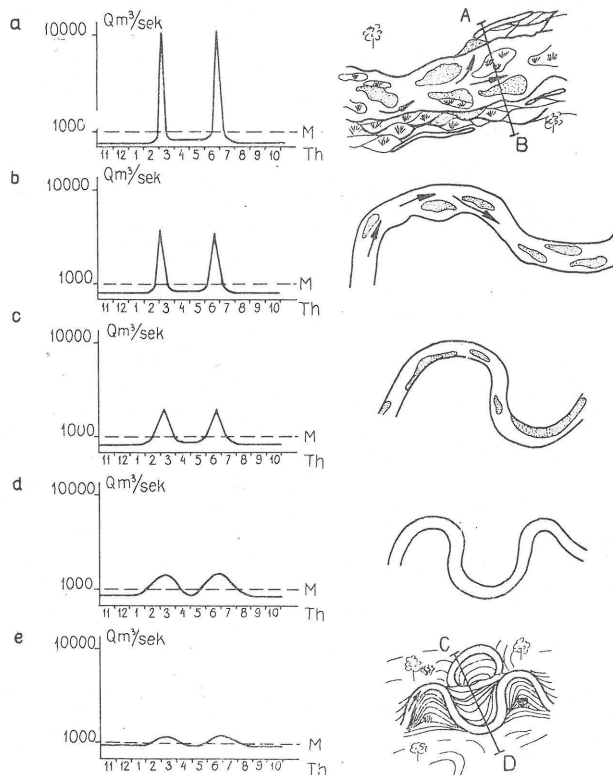
przebieg zjawisk geologicznych i klimatycznych na obszarze dorzecza. Przekonywającego dowodu na to dostarcza reakcja rzek, np. Wisły (2, 3) oraz Odry (16, 7, 17, 18) na poczynania gospodarcze człowieka na obszarze dorzecza. Zmiany typu rozwinięcia koryta i typu sedymentacji aluwialnych, w krótkim — kilkaset lat trującym okresie, a czytelne w terenie i na zdjęciach lotniczych, stawiają litogenetę wszystkich aluwialnych (z kopalnymi włącznie) w liczbie najdoskonalszych kryteriów, określających warunki panujące w dorzeczu dowodnie rozpatrywanej rzeki.

Dotychczas ustalono prawidłowości w rozwoju aluwialnych, m.in. współczesne dziczenie rzek wskutek zmian użytkowania ziemi i wód w dorzeczu oraz przejście ich koryta do tzw. rozwinięcia rozłokowego, dającego na powierzchni tarasów taki sam relief (i manierę fototonu na zdjęciach lotniczych), jak obserwuje się na obszarze tarasów powstałych w czasie trwania klimatu strefy paryglacjalnej. Prawidłowości te wskazują również, że klimat i działalność człowieka są przyczynami pośrednimi, wywołującymi określony zespół zjawisk na obszarze dorzecza. Zjawiska te kształtują typ reżimu hydrogeologicznego rzek i charakter dostawy materiału skalnego (tzw. rumowiska unoszonego i wleczonego) do koryt cieków głównych (1, 22).

Jeśli chodzi o reżim hydrologiczny rzek, to mogą tu wystąpić dwa skrajne wypadki: rzeka o bardzo dużych wahaniami stanów (rozłokowa — ryc. 1a) oraz rzeka o maksymalnie wyrównanych przepływach (meandrująca — ryc. 1e). Wszystkie inne pośrednie typy reżimów hydrologicznych tej samej rzeki dają też pośrednie typy sposobu rozwinięcia koryta (ryc. 1b, c, d) oraz charakterystyczne zjawisko w procesie sedymentacji aluwialnych, czytelne w reliefie tarasów, jak też widoczne w profilach litologicznych poszczególnych podstawowych facji aluwialnych: korytowej, powodziowej i starorzecznej.

Na rycinie 1a—e przedstawiono pełną prawidłowość zmienności rzek dojrzałych swobodnych. Nowy podział rzek na odcinki został podany przez autora w 1971 r. (2). Dla odcinków rzek młodych i rzek dojrzałych skrzepowanych również stwierdzono prawidłowości rozwoju litologicznego i morfogenetycznego form, jednak różnicowanie przyczyn i skutków jest tu większe. W rzece młodej na charakter osadów wypełniających dolinę w dominujący sposób wpływają inicjalne warunki geomorfologiczne, np. czy jest to odcinek rzeki wysuszonej jeziora przypływowe, czy też odcinek, gdzie rzeka erozyjnie modeluje dolinę.

Na odcinku rzeki dojrzałej skrzepowanej ważny jest czynnik krepujący swobodnie rozwinięte koryta — wydmy (13), współczesne ruchy skorupy ziem-



Ryc. 1. Schemat zmiany reżimu hydrogeologicznego rzek i odpowiadające im fazy rozwinięcia koryta. Wielkości średniego rocznego przepływu wzorowane na Wiśle środkowej.

Th — rok hydrologiczny, M — średni roczny przepływ, A—B, C—D — linia przekrojów pokazanych na ryc. 2 i 4. a—e opisane w tekście.

Fig. 1. Scheme of changes in hydrological regime of rivers and corresponding phases in channel development. The magnitude of mean annual flow as estimated for the Middle Vistula River.

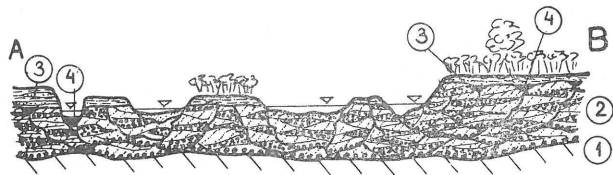
Th — hydrological year, M — mean annual flow, A—B, C—D — lines of cross-sections shown in Figs. 2 and 4. a—e discussed in the text.

skiej (11, 14), rudy darniowe i bruk morenowy czy nasypy drogowe (2), lub też ciek główny, podnoszący szybciej koryto niż dopływ, np. Odra w stosunku do Warty (17), Pilica w stosunku do Mogilanki podczas zlodowacenia północnopolskiego (K. Czepulis — informacja ustna).

Stwierdzenie zespołu przyczyn i skutków, przy uwzględnieniu typu i genezy doliny, pozwala na ocenę modelu budowy geologicznej wydzielonych jednostek geomorfologicznych lub ich części. Pewne zasady kartowania dolin rzecznych podano w pracy E. Falkowskiego i A. Szumańskiego w 1975 r. (4).

Dla odcinków rzek dojrzałych swobodnych, a więc takich, które mają dostatecznie szeroką dolinę dla swobodnego rozwijania się meandrów o wielkości promienia krzywizny, charakterystycznej dla danej wielkości przepływów średnich rocznych, i odpowiedniej szerokości i głębokości koryta, najbardziej prawidłowa jest sekwencja zmian sposobu rozwinięcia koryta, wywołana zmianą reżimów hydrologicznych.

Przyczyną zmian reżimu hydrologicznego rzeki mogą być różne czynniki, jak: a) klimat wywołujący sezonowe opady lub roztopy śniegu i gradu, lub też oba te zjawiska w jednym roku, istnienie w dorzeczu zwartej pokrywy leśnej lub jej brak itp., b) działalność człowieka niszcząca szatę leśną i intensyfikująca spływ powierzchniowy wód oraz spływ materiału skalnego bądź polegająca na sztucznym stwarzaniu retencji wód powierzchniowych i pod-



Ryc. 2. Schematyczny przekrój koryta rzeki dzikiej (roztokowej) A—B, o reżimie hydrologicznym i kształcie koryta pokazanym na ryc. 1a.

1 — podłoże aluwii, 2 — utwory facji korytowej rzeki dzikiej (roztokowej) ze śladami szybkiej, beładnej sedimentacji soczew (lamin) w obrębie odsypów, seria w spągu podkreślona brukiem; 3 — utwory powodziowe — mada piaszczysta, 4 — utwory organiczne starorzeczy rzeki dzikiej (roztokowej) oraz osady rynien między odsypami.

Fig. 2. Sketch cross-section A—B through wild (braided) river channel with hydrological regime and channel shape as shown in Fig. 1a.

1 — basement of alluvia, 2 — channel facies deposits of wild (braided) river with traces of rapid, random deposition of lenses (laminae) within individual sediments and pavement accentuating the base of the series, 3 — flood facies deposits — sandy muds, 4 — organic deposits of oxbows of wild (braided) river and furrow deposits between.

ziemnych, przez budowę zbiorników, stawów i progów przeciwwrumowiskowych, a wywołującej wyrównanie przeciwywów w rzekach.

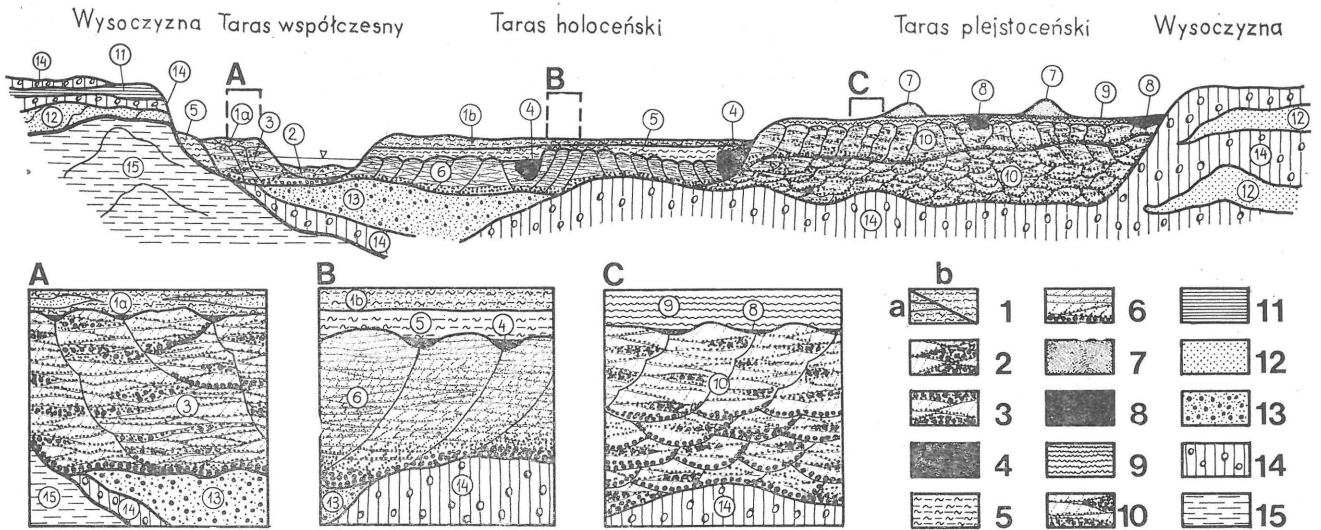
Zarówno klimat, jak też działalność człowieka w dorzeczu (jako przyczyna pośrednia) na odcinkach rzek dojrzałych swobodnych może wywołać dwa skrajne typy rozwinięcia koryta (ryc. 1a i 1e). Dużym wahaniom stanów wody w rzece towarzyszy roztokowe, szerokie i ogólnie płytkie koryto, pełne mielizn, głębi i wysp, dzielące się na ramiona. Jak przedstawiono na ryc. 2, utwory facji korytowej zostały uformowane głównie podczas powodzi w postaci wielkich ciał sedimentacyjnych — mielizn, które stanowią fundament tarasu, a oddzielone są zmiennej głębokości rynnami. Składają się one z poszczególnych soczewkowatych składek (lamin), wewnątrz przekątnie warstwowanych. W takich jednorodnych odsypach, o miąższości równej głębokości, do jakiej rzeka przerabia aluwia, składek (laminy) mają różny skład granulometryczny — od piasków drobnych do pospótek, a nawet żwirów — przy czym składek rozrzucone są beładnie (patrz ryc. 2), tak że warstewki żwirów występują często w stropie serii, a drobne piaski w spągu.

Beładność ułożenia lamin (składek — soczewek) jest cechą rozpoznawczą tej serii, pozwalająca wiązać ich genezę z charakterystycznym — o dużych wahaniami przepływów — reżimem rzeki. Wykres stanów i kształt koryta (ryc. 1a) wzorowano na reżimie hydrologicznym Wisły. W podobny sposób układają się już przepływy wielu rzek Polski, np. Pilicy, Nidy, Wieprza, Odry itp. Utwory facji powodziowej rzeki roztokowej kształtują się jako seria przekładanych pyłów piaszczystych, glin pylastych z soczewami piasku facji korytowej. Tylko daleko od koryta odkładają się wyłącznie pyły i gliny.

Utwory facji starorzecznej są wykształcone głównie w postaci namulów piaszczystych, rzadziej torfów. Należy podkreślić, że miąższość utworów facji starorzecznej rzeki dzikiej współczesnej i plejstocenkiej roztokowej klimatu peryglacjalnego jest niewielka w stosunku do głębokości przerabiania aluwii przez rzekę podczas wezbrań. Podobnie też starorzecza są wąskie, krótkie, tworzą romboidalną sieć, w której kształcie można łatwo zobaczyć zarys mielizn. Starorzecza są śladami kanałów wód płynących między mielizną a brzegiem koryta w trakcie przyrastania mielizny do brzegu, gdzie staje się fundamentem tarasu (patrz ryc. 1a).

Starorzecza rzeki roztokowej nie odwzorowują kształtów całego koryta. Ten charakterystyczny relief jest cechą rozpoznawczą tarasu lub jego części, pozwala też na zastosowanie określonego schematu

Góra Kalwaria



Ryc. 3. Schematyczny przekrój geologiczny przez dolinę Wisły k. Góry Kalwarii.

Fig. 3. Sketch geological section through Vistula River valley near Góra Kalwaria.

1a — mady pylasto-piaszczyste współczesnej Wisły (osady powodziowe), 1b — mady jw. leżące na tarasie holoceni, 2 — piaski współczesnej dzikiej Wisły (utwory korytowe), 3 — współczesne odsypy dzikiej Wisły podobne do tarasu plejstoceni wysokiego, 4 — utwory organiczne (namuły, torfy) holocenijskiej Wisły, 5 — mady gliniaste (osady powodziowe) holocenijskiej Wisły meandrującej, 6 — piaski rzeczne Wisły meandrującej dobrze przesortowane, 7 — wydmy plejstocenijskie na tarasie wysokim, 8 — utwory organiczne (torfy, namuły) w starorzeczach plejstocenijskiej Wisły, 9 — zwietrzałe mady piaszczysto-pylaste (osady powodziowe) tarasu plejstocenijskiego, 10 — piaski ze żwirami rozstokowej Wisły tarasu plejstocenijskiego, 11 — iły wstęgowe (zastoiskowe), 12 — piaski plejstocenijskie, 13 — piaski i żwiry rzek lodowcowych (fluwioglacjalne), 14 — gliny zwalowe, 15 — iły pstre plicenu.

1a — silty-sandy muds of the present-day Vistula River (flood-facies deposits), 1b — muds as above, overlaying Holocene terrace, 2 — sands of the present-day wild Vistula River (channel-facies deposits), 3 — present-day wild Vistula River sediments resembling high Pleistocene terrace, 4 — Holocene Vistula River organic deposits (aggradations, peats), 5 — loamy muds (flood-facies deposits) of meandering Holocene Vistula River, 6 — well-sorted fluvial sands of meandering Vistula River, 7 — Pleistocene dunes on high terrace, 8 — organic deposits (peats, aggradations) in oxbows of Pleistocene Vistula River, 9 — weathered sandy-silty muds (flood-facies deposits) of Pleistocene terrace, 10 — sands with gravels of braided Vistula River on Pleistocene terrace, 11 — varved (ice-dammed lake) clays, 12 — Pleistocene sands 13 — fluvio-glacial sands and gravels, 14 — tills, 15 — Pliocene mottled clays.

interpretacyjnego budowy geologicznej. Jest to widoczne na ryc. 2 i 3. Relief i budowa geologiczna tarasu mówią o klimacie, jaki panował w dorzeczu w okresie jego powstawania, lub też o charakterze gospodarczej działalności człowieka. Należy tu podkreślić, że stosując schemat zmian rozwinięcia koryta (ryc. 1a—1e) i posługując się schematycznymi przekrojami (ryc. 2, 3, 4) można z bardzo dużą dokładnością określić dalszą tendencję rozwojową wszystkich odcinków rzek dojrzałych swobodnych oraz określić przyczyny takich zmian. Jeśli chodzi o aluwialne osady kopalne, to ich tekstura i układ warstw pozwalają na określenie charakteru klimatu.

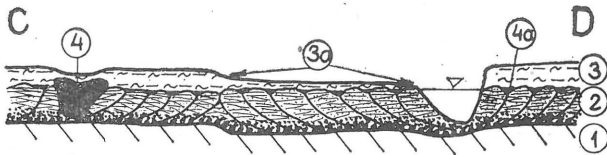
Podanym na ryc. 1a—1e zmianom reżimu hydrologicznego towarzyszy zmiana rozwinięcia koryta. Przy maksymalnie możliwym wyrównaniu wielkości przepływu w roku hydrologicznym („Th”), przebieg jego jest zbliżony do średniego rocznego („M — ryc. 1). Koryto jest najbardziej zwarte, najgłębsze i zaczyna bardzo regularne łuki zbliżone do bikłotoidy (23). Najbardziej wyrównane przepływy powodują meandrowanie rzeki, jednocześnie łagodząc spadek rzeki. Należy podkreślić, że pełne — swobodne meandrowanie zachodzi tylko wtedy, kiedy promienie krzywizn łuków meandrów mają najbardziej zbliżone wartości, a zwiększają się stopniowo w dół rzeki. Krzywizn wywołanych innymi przyczynami, jak np. różną odpornością skał występujących w korycie, wysypywaniem się wydym w dolinę, występowaniem ostańców erozyjnych nie należy utożsamiać ze swobodnym meandrowaniem, z którym związane jest ściśle określone litologiczne wykształcenie aluwów oraz określona rzeźba powierzchni tarasu.

Przyczyną wyrównywania przepływów jest równomierny spływ wód ze zlewni rozpatrywanego ciekłu, niezależnie czy jest on spowodowany pojawieniem się zwartej pokrywy leśnej na obszarze dorzecza, czy też została stworzona przez człowieka od-

powiednia retencja wód powierzchniowych i gruntowych. Procesowi wyrównywania przepływów w rzece zawsze towarzyszy zmniejszenie się w cieklu głównym ilości materiału wleczonego, tzw. rumowiska wleczonego. Rzeka meandrująca, mimo łagodności swego żywiołu, systematycznie, w zasięgu meandrów obniżają dno doliny. Można ją określić jako rzekę charakteryzującą się przewagą erozji nad sedymentacją — rzeką erodującą, niezależnie od położenia odcinka (z wyłączeniem tylko odcinka ujściowego). Typowo meandrująca rzeka osadza corocznie nowe odsypy utworów korytowych sierpowatego kształtu, o przekroju w postaci wygiętego klina (ryc. 4). Układają się one zawsze w sposób regularny na brzegu wypukłym (ryc. 1e). Ze względu na niewysokie i bardzo rozłożone w czasie wezbrania, proces erozji i transportu materiału przebiega też łagodnie. Dlatego utwory facji korytovej są dobrze przesortowane w porównaniu z osadami rzeki dzikiej — rozstokowej, w której główny transport odbywa się głównie podczas gwałtownych i wysokich wezbrań, natomiast sedymentacja — podczas opadania fali wezbraniowej, a więc rośnie gwałtownie i tym samym bezładnie. Przepływ formujący koryto rzeki rozstokowej leży w sferze wód wielkich.

Łagodność wezbrań i sedymentacji rzeki meandrującej powoduje, że materiał facji korytovej układa się w odsypach według wielkości ziarn. W spągu odsypu układa się materiał grubszy, ku górze przechodzi w piaski o coraz drobniejszym ziarnie — przy czym stropowa partia odsypu może być poziomo laminowana.

Utwory facji powodziowej są ubogie we frakcje piaszczystą. Łagodność wezbrań przypomina proces dekantacji. Wraz z łagodnym wylewem rzek tarasy są pokrywane mąką gliniastą, bogatą w substancję organiczną (zabudowane lasem dorzecza). Starorzecza w odciętych łukach meandrów są wypełniane grun-



Ryc. 4. Schematyczny przekrój koryta rzeki meandrującej C—D o reżimie hydrologicznym i kształcie koryta podanym na ryc. 1.

1 — podłoże aluwii, 2 — regularne odsypy facji korytowej o powolnej, selektywnej sedymentacji, 3 — utwory powodziowe — mady gliniaste, 3a — strefa narastania mady gliniastej wewnątrz meandry, 4 — osady organiczne facji korytowej — starorzecze w przekroju odzwierciedla przekrój koryta, 4a — osad gliniasty i organiczny w rynienkach na granicy odsypów.

Fig. 4. Sketch section C—D through channel of meandering river with hydrological regime and channel shape as given in Fig. 1.

1 — basement of alluvia, 2 — regular sediments of the channel facies, related to slow, selective sedimentation, 3 — flood facies deposits — loamy muds, 3a — zone of increment of loamy muds inside a meander, 4 — channel-facies organic deposits — oxbows showing river channel outline in the cross-section, 4a — loamy and organic deposits in small furrows at sediments margins.

tem organicznym, z dopływem mady gliniastej podczas wezbrań. Głębokość wypełnień w głęboczkach jest równa głębokości koryta.

Powierzchnia tarasu świeżo odłożonego przez rzekę nosi ślady sierpowatych odsypów wypełniających łuki meandrów. Ze względu na to, że między jednym odsypem a drugim zawsze istnieje niewielka rynienka — wypełniona gruntem spoistym, nieprzepuszczalnym (kolmatacja), utrzymującym wodę gruntową — ślady meandrów na zdjęciach lotniczych są widoczne nawet przy grubej pokrywie mad. Obraz budowy geologicznej tarasu, odłożonego przez rzekę meandrującą, przedstawiono na ryc. 1e oraz 4 i 3b. Ślady swobodnego meandrowania (ryc. 1e) są doskonałym kryterium zarówno wydzielenia tarasu, jak też określenia schematu budowy geologicznej. Badania wykazały ścisły związek reżimu z typem sedymentacji.

Między klasycznymi formami sedymentacji rzeki roztokowej (czy obecnie dzikiej) a rzeki meandrującej występują formy pośrednie, pokazane schematycznie na ryc. 1b, c i d. Wskaźnikiem kierunku zmian jest tu litologia utworów powodziowych. Mady rzeki roztokowej są piaszczyste. Mady rzeki meandrującej są gliniaste, zwarte, mimo widocznej laminacji. Kiedy utwory powodziowe piaszczyste nakładają się na mady gliniaste, następuje niewątpliwie przejście rzek od meandrowania do roztokowego rozwinięcia koryta. Obecnie, ponieważ bardzo często mady piaszczyste nakładają się na mady gliniaste, zachodzi już — niestety — powszechnie proces dziczenia rzeki i podnoszenia się koryta oraz zabagniania części dolin. W literaturze fachowej spotyka się niekiedy niesłuszne określenie „stepowienia krajobrazu dzięki wcinaniu się rzek”. Obecnie rzeki — jeżeli człowiek nie interweniował bezpośrednio w korycie — podnoszą poziom wód w dolinach i przyległych wysoczyznach. Odwrotna sytuacja w ułożeniu się serii niż omówiona poprzednio musi wskazywać przejście rzeki od roztokowego rozwinięcia koryta do meandrującego. Przejście takie odbywało się prawdopodobnie na początku holocenu. Dotychczas nie udało się stwierdzić w terenie profilu mad dokumentującego takie zjawisko. Zagadnienie to pozostaje chwilowo jako problem otwarty.

Jest zrozumiałe, że schemat przejścia jednego typu rozwinięcia koryta w drugi typ, wraz ze swymi konsekwencjami, zanotowanymi w budowie tarasów, może mieć następstwa wywołane nowo pojawiającymi się przyczynami. W wielu ciekach mniejszych i równych wielkością Sanowi, Warcie, Pilicy, Nidzie itp. mogła wystąpić taka zabudowa koryta, że dzięki

utrudnieniu erozji brzegów meandry wśród lasów pokrywających taras zataczały ciasne pętle, tym samym następowało podnoszenie się zwierciadła wody gruntowej w tarasach. W konsekwencji tego lasy liściaste i mieszane zamieniały się w gaje olchowe, a na tarasie następowała sedymentacja mady błotnistej z dużą ilością drewna. Poziom takich mad występuje bardzo powszechnie w dolinach rzek — zwrócili na to uwagę K. Laskowski i K. Krauzlis (14).

Również dużą modyfikację w przebiegu kształtowania się procesów erozji i sedymentacji wywołują wydmy gromadzące się w dolinach rzek. Ich wpływ zaznacza się szczególnie mocno w dolinach mniejszych rzek, jednak — sądząc na przykładzie Bugu — duże znaczenie w pewnych geomorfologicznych sytuacjach mają w dolinach rzek większych (15). Czynnikiem krępującym swobodne rozwinięcie koryta może też być ruda darniowa, stwierdzana (2) w dolinie Bugu i dolinie środkowej Narwi. Przyjmując jeden lub drugi skrajny typ rozwinięcia koryta, można ustalić również przyczyny modyfikacji w prawidłowościach rozwoju aluwii uformowanych w tarasy.

Interpretacja budowy geologicznej tarasów, występujących na odcinkach dolin rzek młodych, modelujących dolinę w procesie erozji, nie sprawia trudności, gdyż — mimo na ogół dużych spadków (wyrównanie przepływów bądź duże wahania stanów)

— dają one jeden z typów sedymentacji podanych poprzednio (ryc. 2 i 4). Rzeki górskie o spadkach przekraczających 1‰ prawdopodobnie powszechnie dają roztokowy charakter koryta. Autor poczynił też obserwacje rzek Kaukazu: dopływów rzeki Rioni i Kury, które potwierdzają tę tezę. Problem też wymaga jednak pełnego naświetlenia, przy czym konieczne jest ustalenie granicy między transportem rzeczonym a spływem błotnym. Podkreślić tu jednak należy, że wpływ reżimu hydrologicznego na typ erozji, transportu i sedymentacji jest dominujący. Rzeki młode modelujące doliny w procesie sedymentacji, np. Krutynia na odcinku Ukta—Jezioro Ogrodowe, Narew na odcinku Wizna—Łomża (2) wymagają przede wszystkim oceny morfogenezy odcinka obniżenia terenu, który wyzyskała rzeka na trasę przepływu. Ważne jest tu ustalenie inicjalnych warunków geomorfologicznych, tzn. ustalenia typu obniżenia terenu, jaki wykorzystwała rzeka na trasę przepływu:

— system jezior przepływowych, powstałych w misach końcowych lodowców kolejnych faz recesyjnych z przesmykami, bądź wyerodowanymi przez jęzory lodowcowe bądź rozcięte rygle moren erozją spiętrzonych wód roztopowych lodowca (Narew górna, Krutynia, Łyna itp.);

— system obniżeń również w formie mis końcowych lodowca jednej fazy recesyjnej lodowca, np. odcinki Warty i Noteci wchodzące w skład tzw. pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej;

— system egzarycyjnych rynien polodowcowych tzw. jezior rynnowych, np. odcinek Wisły od Fordonu do Malborka;

— system wytopisk polodowcowych, nie zawsze związanych z misami końcowymi lodowca lub z misami przemodelowanymi przez bliskie stacjonowanie następnej fazy recesyjnej lądolodu, np. dolina Supraśli, Krzny, Widawki k. Bełchatowa itp.

Po rozpatrzeniu stanu i rodzaju wypełnienia mis jeziornych, jak też form wypełniających polodowcowe obniżenia, należy rozpatrzyć sposób, w jaki rzeka usunęła pierwotne sedymenty i włożyła swoje własne aluvia. Zawsze jednak trzeba rozpocząć badania od ustalenia morfogenezy inicjalnej formy, jaką wyzyskała rzeka na trasę przepływu, zgodnie z zasadami stosowanymi w badaniach form polodowcowych.

Przykład Narwi na odcinku Łomża—Suraz wskazuje, że następnym zagadnieniem, które należy rozpatrzyć, jest ustalenie budowy i genezy form pierwotnie wypełniających obniżenie polodowcowe zaadaptowane przez rzekę na dolinę. W rejonie Łomży pod warstwą 6—10 m aluwii leży gruba (do głęb. 18 m) seria gytii i kredy jeziornej (oczyszczalnia

ścieków Łomży), co wskazuje, że w tzw. przełomie Łomży istniało jezioro. Na odcinku Pniewo—Wizna grobla aluwii Narwi jest usypana przez rzekę jednocześnie z przebiegającą sedimentacją jeziorną (dokumentacja dla złóż torfów Wizna proponowanej dawniej elektrowni opalanej torfem). Na odcinku Nieciecie—Zółtki (rejon Tykocina) aluwia rzeki zostały włożone w wycięte utwory zastoiskowe, które obecnie tworzą jeziorny taras (2). Odcinek Zółtki—Suraz, złożony z licznych rozległych mis jeziornych, wykazuje pod aluwiami i torfami obecność gytii i kredy jeziornej dawnych, wypełnionych i zdrenowanych jezior.

Należy podkreślić, że dzięki takiej budowie dolin i aluwii najczęściej nie istnieje praktycznie ważny, pełny i bezpośredni kontakt hydrauliczny między wodami w aluwiami i wodami gruntowymi w wysoczyznach, a drenaż wysoczyzn odbywa się w sposób złożony. Dotychczas zagadnienie to nie zostało opracowane. Zważywszy że większość dolin rzecznych na obszarze zlodowacenia środkowopolskiego i północnopolskiego wyzyskuje polodowcowe obniżenia terenu, w których odbywała się w pierwszej fazie sedimentacja jeziorna i bagienna, daje to w sumie skomplikowany układ warunków hydrogeologicznych w relacji rzeka—wysoczyzna. Zmusza to do stosowania wielkiej ostrożności przy opracowywaniu map hydrogeologicznych, a szczególnie map prognostycznych. Można tu również postawić przykładem Wisły dolnej, gdzie w dolinie zdecydowanie ilościowo przeważają formy sedimentacji związane z lodowcem, jak np. tarasy w rejonie Nieszawy i Cieclocinka zbudowane w dużym stopniu z otoczków, wielkością nie odpowiadające dynamice transportu wiślanego (do 30 cm), tarasy wysokie w Kotlinie Toruńskiej, ze śladami wytopisk, zawierające wysoko położone cokoły, zbudowane z glin zwałowych, podobne tarasy w okolicy Solca Kujawskiego, relikt jeziora w Basenie Grudziądzkim, bruk morenowy występujący płytko pod aluwiami, tarasy kemowe w tzw. przełomie koło Fordonu, Chełmna, Świecica itp.

Dość powszechnym zjawiskiem w dolinach rzek nizinnych jest występowanie torfów w formie ciągłego lub rozległego płata. Rozważając teoretycznie to zagadnienie, dochodzi się do wniosku, że torfy na powierzchni tarasów mogą sedimentować tylko wtedy, kiedy zostały podpiętrzony wody rzeki oraz wody gruntowe tarasów, lub też kiedy rzeka płynie przez świeżo wypełnione osadami jezioro i nie zdążyła jeszcze włożyć własnych osadów (np. Krutynia koło Ukty i Jezioro Ogrodowe). Inne wystąpienia torfów muszą być sprowadzone do starorzeczy oraz form erozyjnych wód wezbraniowych.

K. Laskowski (14) przypisuje dużą rolę w tworzeniu się torfów w dolinie wydom spiętrzającym wody powierzchniowe i gruntowe. Klasycznym przykładem jest tu wspomniany odcinek doliny Narwi koło Tykocina — pod pokrywą 1,5 m miąższości torfów występują mady gliniaste, leżące na piaskach rzecznych. Rzeki płynące przez rejon sedimentacji torfów mają charakterystyczny układ koryt czynnych i zamarych: tworzą one na ogół gęstą sieć kanałów, załamujących się często i tworzących skomplikowane łamane krzywizny. Jest to cecha rozpoznawcza obszaru występowania torfów w dolinach rzecznych. Obraz taki jest również czytelny na mapach topograficznych.

Podane w niniejszym artykule przykłady nie wyczerpują w pełni zagadnienia. Pominięto np. genezę i zasady interpretacji budowy geologicznej dolin, drobnych cieków oraz tzw. pradolin. Przytoczone przykłady wskazują, że:

- a) serie aluwialne mają zróżnicowaną genezę i budowę geologiczną dobrze czytelną, jednak przy uwzględnieniu określonych schematów rozwoju;
- b) sedimentacja aluwii odbywa się według ścisłe dających się określić prawidłowości;
- c) aluwia są doskonałym kryterium dla ustalenia paleoklimatu, jak też paleogeografii dolin i dorzeczy;
- d) stosowanie proponowanej metodyki badań dla celów inżyniersko-geologicznych skraca potrzebny na to czas, a jednocześnie umożliwia uzyskanie bardzo dobrych rezultatów.

LITERATURA

1. Falkowski E. — Ewolucja holocenijskiej Wisły na odcinku Zawichost—Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju. Biul. Inst. Geol. 1967 nr 198.
2. Falkowski E. — Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW. 1971, t. 12.
3. Falkowski E. — Prawidłowości rozwoju rzek nizinnych i zmiany den dolinnych w holocenie. [W:] Paleogeograficzne zmiany den dolinnych dorzecza Wisły w holocenie. Cz. 2. Niż Polski. Przewodnik wycieczek Symp. Kom. Bad. Holocenu INQUA. Polska 12—20 IX 1972.
4. Falkowski E., Szumański A. — Problemy inżyniersko-geologiczne kartowania den dolin rzecznych w strefie klimatu umiarkowanego. [W:] Aktualne problemy geologii inżynierskiej. Wyd. Geol. 1975.
5. Kowalski W. C. — Osiadanie dodatkowe mady wiślanej. Prz. Geol. 1959 nr 1.
6. Kowalski W. C. — Zróżnicowanie odcinków rzek Polski na tle współczesnych i neotektonicznych ruchów powierzchni skorupy ziemskiej. [W:] Paleogeograficzne zmiany den dolinnych dorzecza Wisły w holocenie. Cz. 2. Niż Polski. Przewodnik wycieczek Symp. Kom. Bad. Holocenu INQUA. Polska 12—20 IX 1972.
7. Kowalski W. C. — Naturalne i quasinatualne stadia rozwoju rzek (na przykładzie Odry i jej dopływów). [W:] Metody dokumentacji geologiczno-inżynierskiej obszaru dolin rzecznych dla potrzeb budownictwa hydrotechnicznego na przykładzie doliny rzeki Odry. Mat. Kcnf. Nauk. Techn. „Geoprojekt” Wrocław—Głogów—Krosno Odrzańskie—Ślubice wrzesień 1978.
8. Kozarski S. — Późnoglacialne i holocenijskie zmiany w układzie koryt rzecznych niżowej części dorzecza Odry. Kraj. Symp.: Rczwój den dolinnych... Wrocław—Poznań 16—21 IX 1974.
9. Kozarski S., Rotnicki K. — Valley floors and changes of river channel patterns in the North Polish Plain during the Late-Würm and Holocene. Quaest. Geogr. 1977 t. 4.
10. Klimek K. — Współczesne procesy fluwialne i rzeźba równiny Skeidararsandur (Islandia). Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN 1972 nr 94.
11. Krauzlis K. — Wpływ ruchów neotektonicznych na morfologię i litologię tarasów Warty środkowej. Kraj. Symp.: Rozwój den dolinnych... Wrocław—Poznań 16—21 IX 1974.
12. Krauzlis K. — Wpływ działalności człowieka na procesy erozyjno-akumulacyjne w dolinie Warty między Konopnicą a Uniejewem. Mat. Symp. IAEG: Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Polska 18—22 VI 1979.
13. Laskowski K. — Związek procesów rzecznych z eolicznymi. [W:] Paleogeograficzne zmiany den dolinnych dorzecza Wisły w holocenie. Cz. 2. Niż Polski. Przewodnik wycieczek Symp. Kom. Bad. Holocenu INQUA. Polska 12—20 IX 1972.
14. Laskowski K., Krauzlis K. — Czynniki geologiczne modyfikujące przebieg procesów korytotwórczych. [W:] Metody dokumentowania geologiczno-inżynierskiego obszarów dolin rzecznych dla potrzeb budownictwa hydrotechnicznego na przykładzie doliny rzeki Odry. Mat. Kcnf. Nauk. Techn. „Geoprojekt” Wrocław—Głogów—Krosno Odrz.—Ślubice wrzesień 1978.
15. Laskowski K. — Part of dunes in stream evolution and ways of their utilization. Mat. Symp. IAEG: Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Polska 18—22 VI 1979.
16. Magoń K. — Morfogenez i litogenez tarasów jako kryterium oceny warunków geologiczno-inżynierskich w opracowaniach w skali

1:25 000. Mat. Konf. Nauk. Techn. „Geoprojekt”, Wrocław, Głogów, Krosno Odrz., Ślubice, wrzesień 1978.

17. Magoń K. — Tendencje zmian zachodzących w morfologii koryta Odry pod wpływem gospodarczej działalności człowieka. Mat. Symp. IAEG: Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Polska 18—22 VI 1979.
18. Mazur R. — Zagadnienie dostosowania systemu zagospodarowania koryta rzeki do warunków przyrodniczych na przykładzie Odry. Ibidem.
19. Mycielska-Dowgiałło E. — Rozwój doliny środkowej Wisły w holocenie w świetle badań z okolic Tarnobrzega. Prz. Geogr. 1972 t. 44 z. 1.
20. Szumański A. — Dolina dolnego Sanu (w Kotlinie Sandomierskiej). Zmiany rozwinięcia koryta dolnego Sanu w późnym plejstocenie i holocenie. [W:] Paleogeograficzne zmiany den do-

linnych dorzecza Wisły w holocenie. Cz. 2. Niż Polski. Przewodnik wycieczek Symp. Kom. Bad. Holocenu INQUA. Polska 12—20 IX 1972.

21. Szumański A. — Zmiany układu koryta dolnego Sanu w XIX i XX wieku oraz ich wpływ na morfogenezę tarasu łęgowego. Stud. Geomorph. Carpatho-Balc. 1977 vol. 11.
22. Wierzbicki J. — Elementy układu poziomego rzek w świetle analizy hydrogeologiczno-morfologicznej dolin i dorzecza dla potrzeb projektowania tras regulacyjnych. Mat. Symp. w Kazimierzu Dolnym: Geologiczne problemy zagospodarowania Wisły środkowej od Sandomierza do Puław. SITG Katowice 1965.
23. Wierzbicki J. — Geometria koryt rzecznych. Mat. Symp. IAEG: Zmiany środowiska geologicznego pod wpływem działalności człowieka. Polska 18—22 VI 1979.

SUMMARY

The paper presents a brief summary of results of surveys and theoretical analyses of evolution of river valleys and interrelationships between hydrological regime of a creek, the reasons of its variability and development of river channel and relief and geological structure of valley forms. The origin and geological structure are well known to determine geological-engineering and hydrogeological setting of geomorphological units as a whole or their parts. A new morphogenetic subdivision of river valleys into sections is taken into account. The studies on development of river valleys, carried out for many years by the author, made it possible to establish methodology of such studies and to test it in current practice. Leaving aside the questions of origin and type of geological structure, the following conclusions are drawn: 1) alluvial series are characterized by differentiated origin and geological structure which, however, are easily decipherable when certain evolutionary schemes are taken into account, 2) sedimentation of alluvia is taking place in accordance with some regularities which may be accurately defined, 3) alluvia may be used as a useful tool for reconstruction of paleoclimate and paleogeography of river valleys and drainage basins, and 4) the use of the proposed methods makes engineering-geological surveys less time consuming, ensuring at the same time highly reliable results.

РЕЗЮМЕ

Настоящая статья содержит краткое подытожение результатов изучения и теоретических рассуждений о развитии речных долин и о связях, которые имеют место между гидрологическим режимом проточных вод, причинами его изменчивости, а развитием русла реки, а также рельефом и геологическим строением долинных форм. Как известно, генезис и геологическое строение определяет в свою очередь геолого-инженерные и гидрогеологические условия целых геоморфологических единиц или их частей.

В статье учитывается также новое морфогенетическое подразделение речных долин на участки. В итоге проведенных автором многолетних исследований развития речных русел, была разработана методика исследований, которая проверена практикой. Упуская вопросы происхождения и интерпретации геологического строения, автор делает следующие выводы:

- 1) аллювиальным сериям присущен разнообразный генезис и геологическое строение — однако хорошо читабельное при учете определенных схем развития,
- 2) седиментация аллювия осуществляется согласно закономерностям, поддающимся строгому определению,
- 3) аллювий рек является прекрасным критерием для определения палеоклимата, палеогеографии долин и бассейнов,
- 4) применение для инженерно-геологических целей предлагаемой методики исследований сокращает необходимое на это время со значительной гарантией получения очень хороших результатов.