

LESZEK BARANIECKI, MARTA RUSZCZYCKA-MIZERA

Uniwersytet Wrocławski

FOTOINTERPRETACJA JAKO METODA BADANIA ROZWOJU WSPÓLCZESNYCH PROCESÓW DOLINNYCH

Z praktyki terenowej wiadomo, że najbardziej uciążliwe i pracochłonne jest badanie oraz wyznaczanie rozmieszczenia takich form rzeźby terenu, które bądź są bardzo rozległe, bądź też słabo wyróżniają się z zespołu innych form krajobrazowych. Do tej grupy zjawisk należą szczegóły rzeźby dolin dużych rzek o płaskich dnach oraz inicjalne formy powstające w wyniku zmywów powierzchniowych czy — ogólniej mówiąc — denudacji na słabo nachylonych terenach poza dolinami rzek. Są to jednocześnie formy młode, związane z procesami działającymi w holocenie aż do współczesności włącznie.

Doświadczenie dowodzi, że jedną z najefektywniejszych metod rejestracji i badania rozwoju najmłodszych procesów rzeźbotwórczych w dolinach jest fotointerpretacja. Zdjęcia lotnicze spełniają bowiem dwa zasadnicze postulaty. Umożliwiają wykrycie i zarejestrowanie form i zjawisk często niewidocznych lub trudno rozpoznawalnych w czasie prac naziemnych oraz umożliwiają ich łączenie w systemy rozmieszczone niekiedy na rozległym obszarze i trudne do powiązania w trakcie prac terenowych. Posługując się tą metodą, można też ustalić kolejne generacje form, a więc następstwo procesów.

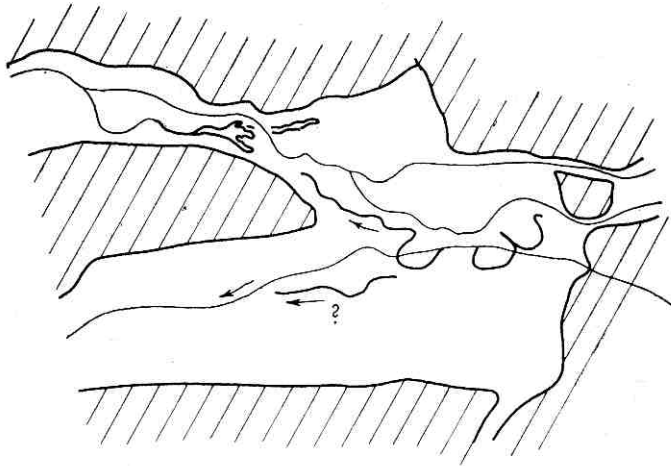
Wykorzystując te zalety zdjęć lotniczych, opracowano na ich podstawie historię rozwoju fragmentu doliny Odry długości 42 km, na odcinku od Brzeziny do Wojnowa, oraz problem rozwoju współczesnego drenażu na sąsiadującej z tym odcinkiem wierzcholinie.

Rozpoczynając analizę tych zagadnień od procesów działających poza dnem doliny Odry, można przedstawić kilka przykładów form rozwoju drenażu i związanych z tym zmian rzeźby. Będą to zarazem charakterystyczne typy rozwojowe form, które najczęściej spotyka się na płaskich

terenach międzyrzeczy Odry i jej dopływów. Ze względu na wiek i fazę rozwoju można je usystematyzować w następującym porządku:

I. Typ odciętych koryt strug wodnych, wyłączonych z drenażu dzięki zabiegom regulacyjnym lub w wyniku naturalnych procesów. Są to formy dobrze rozwinięte, najstarsze w zespole omawianych zjawisk i jednocześnie dobrze widoczne na zdjęciach lotniczych. Należy zaznaczyć, że określenie „dobrze rozwinięte” dotyczy zarysu w planie. Są to więc meandry lub inne odcinki koryt, dobrze widoczne na zdjęciach lotniczych, ale niekiedy prawie zupełnie wyrównane i niemal niewidoczne przy obserwacjach terenowych.

Analiza ich rozmieszczenia umożliwia odtworzenie sieci naturalnego drenażu na badanym terenie i ustalenie dominujących kierunków odpływu wód w okresie przed ingerencją człowieka. Jak się okazuje, zmiany te są w niektórych miejscach znaczne. Dobrym przykładem jest sytuacja na bardzo płaskim terenie podmokłych łąk między Krzykowem a Śliwicami. Widać tam wyraźnie przesunięcie kilkukilometrowego odcinka współczesnego koryta potoku na północ w stosunku do dawniejszego położenia. Poza tym część doliny została sztucznie zdrenowana w zupełnie innym kierunku, niż przebiegał spływ naturalny. Ilustruje to rys. 1.



Rys. 1. Obszar podmokłych łąk między Krzykowem a Śliwicami. Przesunięcie na północ współczesnego potoku i drenaż sztuczny w inną dolinę na zachód (linią grubszą zaznaczono stare przeływy)

Należy podkreślić, że formy należące do omawianego typu są z reguły terenami łąkowymi. Specyficzny rodzaj gleby i utrzymujące się w nich duże nawilgocenie sprawiają, że nieudają się tam inne uprawy. Jest to między innymi jedna z ważniejszych cech rozpoznawczych.

II. Typ pogrzebanych form drenażu powierzchniowego występuje na terenach rolniczych, prawie zupełnie płaskich. Leżą one zazwyczaj między współcześnie czynnymi ciekami. Często też znajdują się na przedłużeniu małych, współczesnych cieków, tj. powyżej źródeł tych ostatnich. Są one młodsze od poprzednio opisanych.

Formy pogrzebane nie występują na żadnych mapach topograficznych w postaci znaku cieku wodnego. Przeważnie nie oddaje ich również rysunek poziomic. Są to bowiem tereny prawie płaskie, a linia formy pogrzebanej albo nie odzwierciedla się na powierzchni, albo stanowi tak małe zagłębienie terenu, że jego wartość jest mniejsza od cięcia poziomicowego i nie zostaje uchwycona w rysunku poziomic. Z tych samych powodów obserwacje terenowe nie ujawniają tych form.

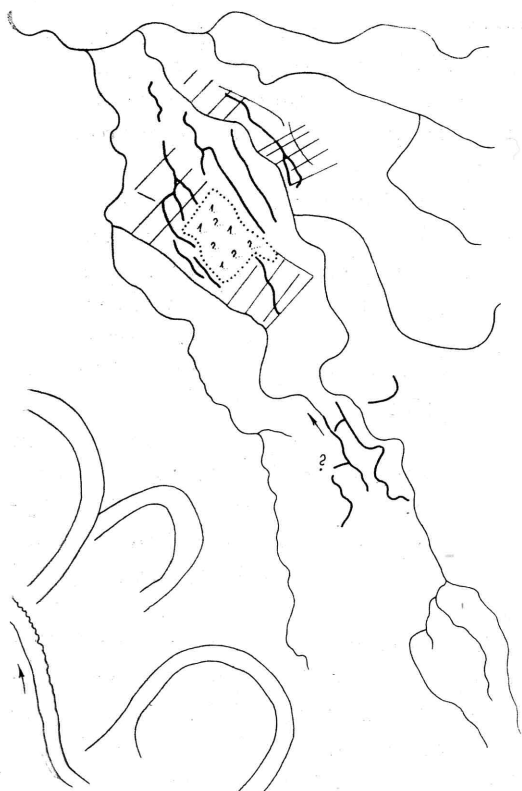
Na zdjęciu lotniczym formy pogrzebane zaznaczają się w postaci smug biegnących niezależnie od układu pól. Smugi te naśladują czasami kręty bieg cieku, w innych przypadkach „wpadają” do współczesnych cieków lub — jak już wspomniano — są przedłużeniem tych ostatnich. Niekiedy rysunek smug występujących na zdjęciu tworzy sieć sygnalizującą zmiany kierunku przepływu dawnych strug.

Przyczyną pogrzebania małej formy drenażu jest uprawa roli. Przy okresowym tylko odprowadzaniu wody i odwrotnie, częstym wysychaniu, mały ciek zagłębiony bardzo nieznacznie w podłoże był chętnie zaorywany i zasypywany. Nie stanowił on fizycznej przeszkody, a ilość wody była tak mała, że sam ciek i jego sąsiedztwo nie różniły się ekologicznie w taki sposób, który uniemożliwiałby ich jednakowe użytkowanie.

Należy zwrócić uwagę, że na podstawie obrazu na zdjęciu lotniczym nie można z całą pewnością określić, czy mamy do czynienia z formą pogrzebaną czy inicjalną. Pewną wskazówką może być tu rysunek smug. Formy inicjalne występują przeważnie pojedynczo i mają względnie prosty zarys. Są one także dość szerokie, w granicach kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Natomiast formy pogrzebane — jak już powiedziano — posiadają często kręte zarysy, wzajemnie się przecinają i są węższe.

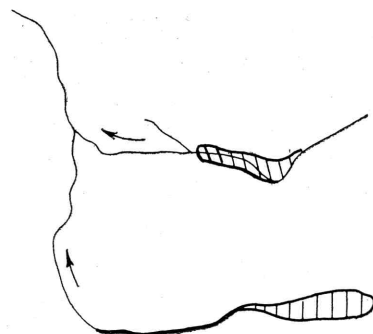
Miarodajne w określeniu genezy obserwowanych form są jedynie badania geologiczne. Formy pogrzebane po przekopaniu wzdłuż profilu poprzecznego przedstawiają się jako koryta wypełnione przy dnie osadem zawierającym humus. Koryto jest wypełnione glebą narzuconą tu w wyniku wielokrotnego orania. Omówiony typ form ilustruje przykład z okolicy Wojnowa, na międzyrzeczu Odry i Widawy (rys. 2).

III. Typ inicjalnych form drenażu powierzchniowego występuje w podobnych sytuacjach jak zjawiska poprzednio opisane, ale wiąże się z obecnie formującym się liniowym odpływem wody. Przykładem może być fragment wierzchowiny między Kiełczowem a Śliwicami. Na rozległym polu powyżej źródła cieku przekształconego w rów ciągnie się smuga wilgotniejszej, a zatem ciemniejszej od otoczenia gleby. Ślad ten zaznacza się na odcinku długości około 1 km. Charakterystyczny jest równocześnie fakt,



Rys. 2. Rozmieszczenie pogrzebanych form drenażu w stosunku do współczesnej sieci rzecznej na odcinku międzyrzecza Odry i Widawy w okolicy Wojnowa (formy pogrzebane zaznaczono grubszymi liniami)

że w górnej części smuga rozszerza się, przyjmując kształt rozległego „leja źródłowego”. Jest to oczywiście tylko zarys przypominający tę formę, gdyż w terenie brak wyraźnego zagłębienia. Można sądzić, że w ten sposób wyraża się na zdjęciu lotniczym nie zorganizowany spływ powierzchniowy, który nieco dalej w kierunku spadku przekształca się w spływ liniowy. W tym miejscu omawiana smuga staje się wyraźnie węższa. Wiadomo, że brak tu wody stale płynącej, a więc jest to obraz morfologiczno-glebowych skutków działania wód deszczowych i roztopowych. Proces ten ilustruje rys. 3.



Rys. 3. Inicjalne formy drenażu: „leja źródłowy” i rozszerzanie „doliny” (zakreskowane). Linia grubą zaznaczono ślad spływu liniowego nie wyrażony w terenie

Z przedstawionych przykładów wynika, iż znając określone prawidłowości i związki między obrazem zdjęć lotniczych a zjawiskami drenażu powierzchniowego, można względnie łatwo wykonać mapę rozmieszczenia omówionych typów form i zjawisk na terenach o słabym zróżnicowaniu morfologicznym.

W dolinie Odry wyróżniono następujące formy rzeźby:

1. System starorzeczy starszych, suchych

Największy wpływ na czytelność form starorzeczy wywarły takie czynniki, jak: głębokość występowania wody gruntowej, wysokość względna krawędzi i roślinność. Bezpośrednią cechą rozpoznawczą jest charakterystyczny kształt obrazu zakola. Nie może być ona jednak rozpatrywana samodzielnie. Równie ważną cechą jest fototon, zależny między innymi w dużym stopniu od poziomu wody gruntowej. Po opuszczeniu przez rzekę koryto utrzymuje jeszcze przez jakiś czas wodę, a bardzo długo występuje tam podwyższony poziom wód gruntowych. Obserwuje się to nawet wtedy, gdy koryto zanika jako forma rzeźby. Nawet mała różnica w nawilgoceniu zostaje zarejestrowana na błonie fotograficznej. Fototon tego typu starorzeczy jest szary, jednak zdecydowanie ciemniejszy od otoczenia. Mniejszą rolę odgrywa tu różnica wysokości między dnem zakola a jego krawędzią, gdyż formy te najczęściej są mocno spłycone i często bardzo słabo zaznaczają się w terenie. Odczytywanie tych form ze zdjęć ułatwia roślinność. Na omawianym terenie była to roślinność trawiasta, występująca w obrębie pól. Natrafiono także na nieliczne wprowadzie starorzeczka zajęte pod uprawę, z tym że układ pól nawiązuje do kształtu naturalnej formy, a fototon jest nieco ciemniejszy od otaczającego obszaru. Omawiane starorzeczka zaliczono do osobnej grupy zarówno ze względu na ich cechy morfometryczne pozwalające przypuszczać, że są to formy starsze, jak i na ich słabą czytelność, trudności w powiązaniu poszczególnych starorzeczy ze sobą i ścinanie ich przez formy zaliczone do grupy drugiej, co też świadczy o ich wcześniejszym powstaniu.

2. System starorzeczy młodszych

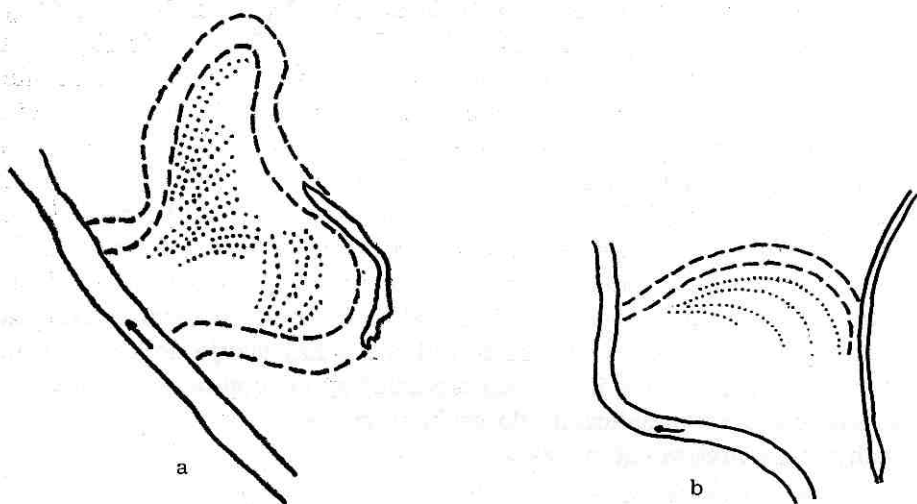
Są to bardzo wyraźne zakola, doskonale czytelne. Ich fototon jest ciemny ze względu na częściowe wypełnienie obniżień wodą i bardzo płytki poziom wody gruntowej w obrębie całej formy. Cechą ułatwiającą odczytywanie tych form ze zdjęć lotniczych jest ich świeżość. Wyraźnie zaznaczają się ich krawędzie i charakterystyczna roślinność hydrofilna. Tylko w niektórych przypadkach, jak na przykład stare zakole Odry koło wsi Zwierzętnik, obserwuje się znaczne spłyconie i silne zarastanie roślinnością prawdopodobnie na skutek szybszego drenażu. Należy tu podkreślić, że w większości przypadków przerwanie szyi meandrów nastąpiło w sposób sztuczny, a nie na skutek naturalnej działalności rzeki.

3. Serie odsypów i obniżień wskazujących fazy wzrostowe meandrów

W obrazie fotograficznym wyraźnie widać naprzemianległe jasne i ciemne łukowato wygięte smugi o wachlarzowatym rysunku. Odpowia-

dają one dawnym wałom brzegowym (jasne) i korytom (ciemne). Tworzą specyficzną mikrorzeźbę ostrogi zakola, świadcząca o poszczególnych fazach jego rozwoju. Badanie tych form stanowi klucz do odtwarzania kolejności zmian koryta rzeki.

Omawiane formy swym kształtem nawiązują do zarysu meandra (rys. 4). Promień ich krzywizny odpowiada niemal w każdym przypadku promieniowi krzywizny właściwego meandra. Ważną cechą prócz naśladowania kształtu meandra jest „wachlarzowość” w ułożeniu odsypów. Ich obraz na zdjęciu wygląda jak wiązka łukowatych smug rozchodzących się z jednego punktu. Takie ułożenie odsypów i zarejestrowanie punktów stanowiących w pewnym sensie oś obrotu dla przemieszczających się wokół nich zakoli jest możliwe do wykrycia tylko na zdjęciach lotniczych.



Rys. 4. Kierunki przesuwania się meandra o kilku fazach wyrażone w rysunku w ułożeniu odsypów: a — meander podwójny, b — meander pojedynczy

Wysokość odsypów jest nieznaczna, często formy te są w terenie niewidoczne, a tam gdzie można je pomierzyć, wysokość ich waha się w granicach 10 cm — 20 cm. Dotyczy to zwłaszcza terenów porośniętych roślinnością trawiastą. Maksymalna zaobserwowana wysokość odsypów dochodzi do 0,5 m. Występowanie form o tej wysokości stwierdzono w okolicy Kamieńca Wrocławskiego i Gajkowa na obszarach zalesionych. Na terenach porośniętych roślinnością trawiastą nie zauważa się różnicowania roślinności w obrębie tych form. Odsypy i obniżenia ujawniają się jedynie dzięki różnicom w nawilgoceniu gleby. Fakt ten pozostaje w związku zarówno ze zróżnicowaniem frakcji, a mianowicie grubszej w odsypach i drobniejszej w obniżeniach, jak też z większą odległością od zwierciadła wody na wypukłościach i mniejszą w zagłębieniach.

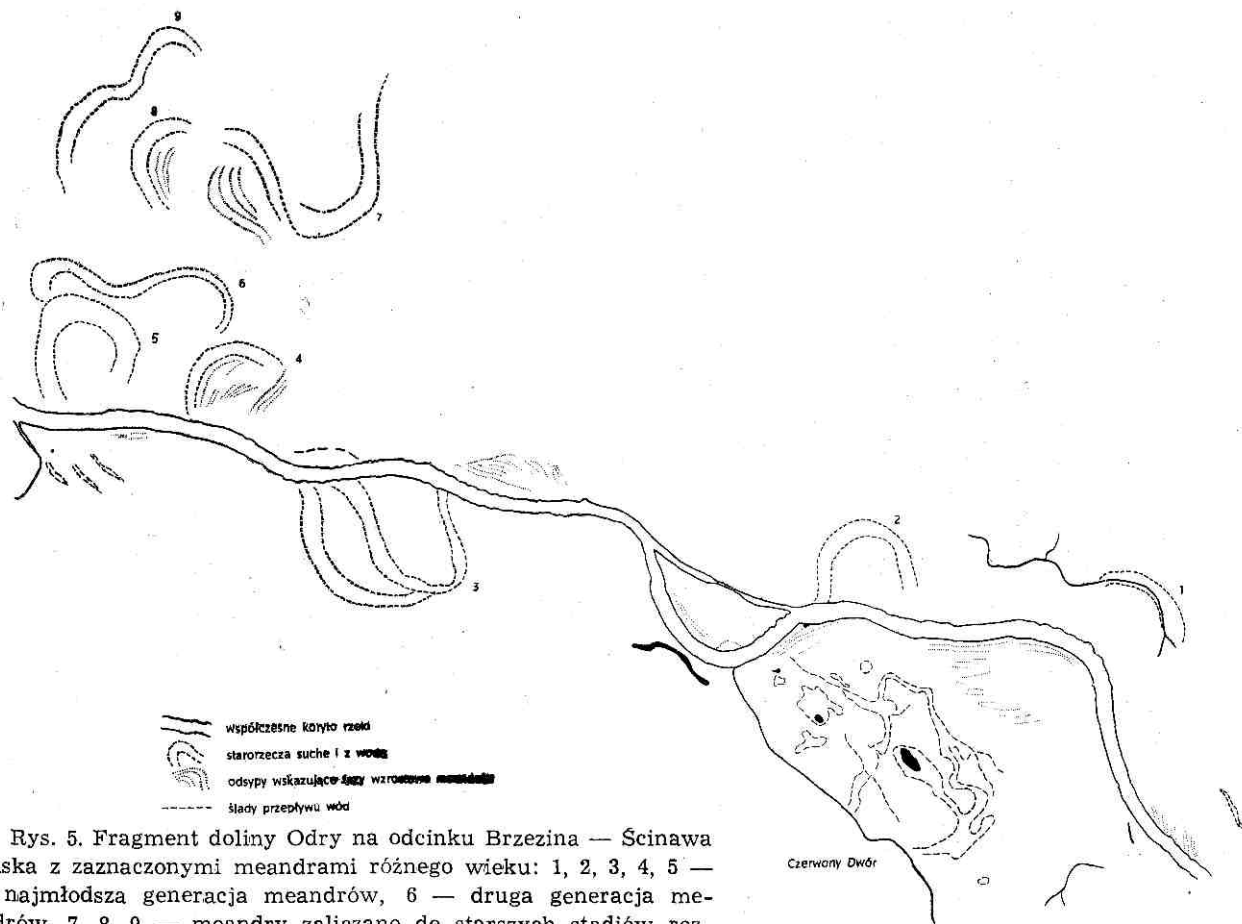
Inny rysunek pojawia się w terenie zalesionym. Występuje mianowicie wyraźne zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych. W lasach odsypy porośnięte są roślinnością drzewiastą, obniżenia charakteryzują się roślinnością trawiastą z wkraczającym podsyciem leśnym.

Zastosowanie metody fotointerpretacji poza możliwością skartowania form rzeźby dna doliny pozwoliło na wyróżnienie poszczególnych generacji meandrów. Na podstawie wzajemnego ułożenia form widocznych na zdjęciach można było wyróżnić z całą pewnością dwie generacje meandrów, a na niektórych odcinkach nawet trzy lub cztery, jak na przykład na odcinku Lipki — Ścinawa Polska (rys. 5). Najmłodsze starorzecza odcięte w latach 1746—1747 przekopami prostującymi bieg Odry są najlepiej czytelne. Ich wiek dokładnie określono na podstawie map. Starorzecza te ścinają formę starszą, odczytaną ze zdjęć lotniczych, przy czym mamy tu do czynienia z założeniem form młodszych na formie starszej. Meandry te są na tyle czytelne, że można łączyć ze sobą ich fragmenty występujące na lewym brzegu Odry. System dwóch generacji jest więc niewątpliwy. Trudności następują natomiast pozostałe starorzecza występujące na tym odcinku. Są one wyraźnie czytelne na zdjęciach lotniczych, a ich ułożenie wskazuje na dwa jeszcze starsze stadia rozwoju rzeki. Niestety, nie ma możliwości prześledzenia tych form na większym odcinku. Podobne fragmenty zakoli widoczne są dopiero poniżej Kotowic, na lewym brzegu doliny Odry.

Im więc starsza generacja meandrów, tym większe były trudności w wykreśleniu starszego biegu Odry. Trudności te wynikały między innymi z tego, że dolina Odry została bardzo silnie przekształcona działalnością człowieka. Niektóre formy antropogeniczne maskują nawet najmłodszą rzeźbę doliny. Tym niemniej ten właśnie moment antropogenicznego przekształcenia wymagał zastosowania zdjęć lotniczych. Jedynie te materiały ujawniły elementy rzeźby, których w inny sposób nie można byłoby wyróżnić z ogólnego tła.

Z odtworzonego ze zdjęć lotniczych obrazu starszego koryta i ustalenia poszczególnych generacji meandrów można wysnuć wniosek, że koryto Odry na odcinku Lipki — Oława przesunięte było na północny wschód w stosunku do dzisiejszego. Natomiast na odcinku Siedlce — Jelcz — Wrocław starszy przebieg Odry miał kierunek zbliżony do dzisiejszego, ale przesunięty bardziej na południowy zachód. Przesunięcie to było słabsze w okolicy Jelcza i silniejsze w rejonie Kotowic.

Zastosowanie metody fotointerpretacji pozwoliło na zarejestrowanie na niektórych odcinkach wspomnianego już wcześniej zjawiska częściowego wykorzystania przez rzekę form starszych. W obrazie fotograficznym wyraźnie widoczne jest częściowe włożenie formy młodszej w starszą. Na przykład na lewym brzegu rzeki poniżej Lipiek znajdują się dwa starorzecza, z których jedno na podstawie obrazu fotograficznego zaliczono do systemu meandrów młodszych. Druga z form czytelna jest na zdję-



Rys. 5. Fragment doliny Odry na odcinku Brzezina — Ścinawa
 Polska z zaznaczonymi meandrami różnego wieku: 1, 2, 3, 4, 5 —
 — najmłodsza generacja meandrów, 6 — druga generacja me-
 andrów, 7, 8, 9 — meandry zaliczane do starszych stadiów roz-
 woju rzeki (trzecia i czwarta generacja)

ciu również na podstawie charakterystycznego kształtu i fototonu; pełnej formy nie można jednak odtworzyć ze względu na włożoną w nią formę młodszą, co spowodowało częściowe zniszczenie starszego meandra. Zjawisko to dość często spotykamy na omiawianym odcinku Odry — forma młodszą czytelna jest w całości, starsza tylko częściowo, jest bowiem ścinana przez tę pierwszą. Innym przykładem wykorzystania przez rzekę form starszych mogą być podwójne meandry z wyraźnie widocznymi dwoma systemami odsypów usytuowanych do siebie pod kątem prostym, jak na przykład podwójne starorzecze koło Ratowic. Prawdopodobnie rzeka, tworząc zakole o dość dużym promieniu krzywizny, natrafiła w pewnym momencie na formę starszą starorzecza odciętego we wcześniejszym okresie i wykorzystwała częściowo fragment starszego koryta.

Ciekawe wyniki dało również przesledzenie szybkości spływania i zarastania odciętych meandrów najmłodszej generacji. Szybkość spływania możliwa jest do określenia, oczywiście, na podstawie porównania archiwalnych materiałów kartograficznych ze zdjęciami lotniczymi, niemniej już tylko dzięki zastosowaniu fotointerpretacji można wyróżnić w obrębie najmłodszej generacji meandrów trzy odcinki o innym stopniu zarastania, różniące się zasadniczo między sobą obrazem fotograficznym.

Na odcinku między Brzeziną a Ścinawą Polską odcięte meandry najmłodszej generacji są bardzo spłycone, o niewyraźnych krawędziach, zajęte przez roślinność trawiastą, a podkreślone tylko ciemniejszym fototonem. Ich obraz fotograficzny, mimo że są najlepiej czytelne ze wszystkich form widocznych na tym odcinku, sugerowałyby pozorną „starość”. Spływanie i zarastanie tych form następowało bardzo szybko. Ta pozorna „starość” wiąże się prawdopodobnie z bardzo szybkim zdrenowaniem tych form.

Odcinek między Ścinawą Polską a Siedlcami charakteryzuje się również bardzo szybkim zdrenowaniem starorzeczy, jest jednak jakby odcinkiem przejściowym, gdyż z biegiem rzeki obserwuje się coraz większą „świeżość” form. Wyraźniej zaznaczają się krawędzie zakoli, fototon jest coraz ciemniejszy, zmienia się również typ roślinności na bardziej wodnolubny.

Trzeci odcinek między Siedlcami a Wojnowem odznacza się już wielkim bogactwem form związanych z meandrowaniem rzeki, przy czym system meandrów najmłodszych odznacza się bardzo wyraźnymi krawędziami, częściowo formy te wypełnione są wodą, a częściowo zarośnięte roślinnością wodną.

Na zakończenie należałoby wspomnieć, że w celu uzyskania pełnej charakterystyki zmian biegu koryta przeprowadzono pomiary niektórych parametrów geometrycznych zakoli w obrębie poszczególnych generacji meandrów. Dla wszystkich zakoli pomierzono następujące parametry: długość fali meandra λ , amplitudę fali A , średni promień krzywizny R oraz określono przepływy charakteryzujące poszczególne generacje. Różne pa-

rametry geometryczne poszczególnych systemów zakoli w świetle badań wielu autorów wskazują na odmienne warunki przepływu kształtującego koryto, a więc odmienne warunki klimatyczne. W przypadku omawianego odcinka Odry nie można dokonać porównań ze współczesnym korytem rzeki, które nie stanowi efektu działania naturalnych procesów, ponieważ rzeka jest wyprostowana i obwarowana sztucznymi brzegami. Można jedynie stwierdzić, że generacja meandrów z okresu przed regulacją Odry, a więc sprzed 200 lat charakteryzuje się większymi parametrami geometrycznymi i większym przepływem. Należy więc wiązać ją z okresem współczesnym i subatlantyckim. Natomiast starszą generację meandrów o małych promieniach, małych szerokościach koryta i mniejszym przepływie należy łączyć z okresem bardziej suchym.

LESZEK BARANIECKI, MARTA RUSZCZYCKA-MIZERA

**PHOTOINTERPRETATION AS A METHOD OF STUDYING
THE DEVELOPMENT OF CONTEMPORARY VALLEY PROCESSES**

S u m m a r y

The useful features of aerial photography were used in order to describe, on this basis, the history of the development of a sector of the Odra valley 42 kilometers in length, that is between Brzezina and Wojnów, and the problem of the development of contemporary drainage on the higher lands bordering on this sector was considered.

From these aerial photographs it was possible to detect the direction of flow of ground waters, indicated by displacement of the soil, even in virtually flat areas. These directions appear as patches somewhat darker than the background against which they are seen. These form, as it were, a continuation, towards the higher ground, of the visible network of surface drainage. Also to be discerned is a set of drainage forms which may be termed buried. These are a fact small valleys formed by water courses which have been filled in and almost entirely levelled out as a result of age-long cultivation. Also a series of forms of initial drainage may be detected in the given territory.

In the analysis of the forms that have developed in the bottom of the Odra valley, study of the aerial photographs made it possible to determine several older river-bed systems, a series of alluvial deposits and depressions associated with these indicating the development of meanders, and from this source it was also possible to distinguish the individual generations of meanders. An important discovery was the recording of the partial use by the present day river of the old forms, over certain sectors, and also tracing the rate of shallowing and overgrowing of the cut off meanders of the youngest generation.

LESZEK BARANIECKI, MARTA RUSZCZYCKA-MIZERA

**LA PHOTOINTERPRÉTATION COMME LA MÉTHODE DE LA RECHERCHE
DU DÉVELOPPEMENT DES PROCESSUS CONTEMPORAINS DE VALLÉE**

R é s u m é

En exploitant les valeurs des vues aériennes, on a élaboré l'histoire du fragment de la vallée d'Odra la longueur de 42 km de Brzeziny a Wojnów, ainsi que le pro-

blème du développement contemporain du drainage du plateau marainique voisin de ce district.

Les vues aériennes ont permis de découvrir les directions du ruissellement s'exprimant par le déplacement du sol, même sur les terrains plats. Elles se distinguent sous la forme des traits plus foncés que le fond. Elles constituent une sorte de prolongement, vers le haut, du réseau formé du drainage de surface. Il existe aussi le groupe de formes du drainage qu'on peut appeler enseveli. Ce sont de petites vallées des cours d'eau qui ont été ensevelies et presque totalement arasées au cours d'une longue exploitation du terrain. Sur le terrain discuté on a aussi observé tout un groupe de formes initiales de drainage.

Dans l'analyse des formes de la vallée d'Odra les vues aériennes ont permis d'établir plusieurs systèmes de vieux-lits fluviaux, ainsi que la série de déblais liés avec eux et les abaissements montrant les phases d'accroissement des méandres, et en plus, ont permis de séparer les générations particulières des méandres. Le moment important était l'enregistrement sur certains districts de la mise à profit partielle par le fleuve des formes plus anciennes, ainsi que l'observation de la vitesse de plaine et de la croissance de flore dans les districts séparés des méandres de la plus jeune génération.