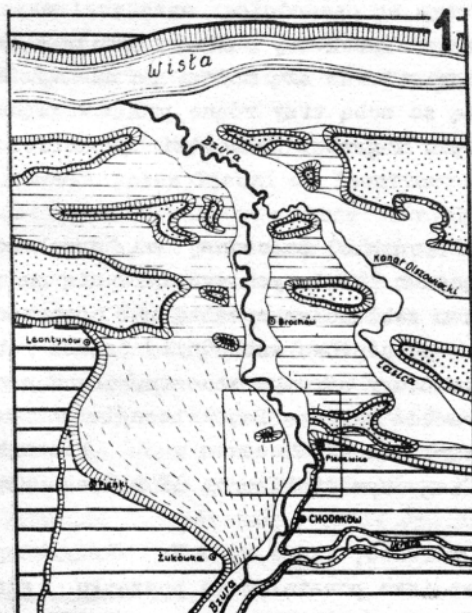


Józef Matusik  
/Warszawa/

UWAGI O MORFOLOGII DOLINY BZURY KOŁO CHODAKOWA



Rys. 1  
Ogólny szkic geomorfologiczny  
badanego terenu  
General geomorphologic outline  
of the researched area

Krótkie studium geomorfologiczne, które przedstawiam poniżej, przeprowadziłem w opanarciu o analizę zdjęć lotniczych wykonanych kamerą WILDA RC-5 o ogniskowej 212,83 mm we wrześniu 1953 r.

Interpretacją objęto kilkanaście zdjęć panchromatycznych w skali 1:18 000 o 60% pokryciu podłużnym.

W tym miejscu pragnę podziękować Panu płk Janowi LECHOWI i płk dypl. Leonowi SZOŁOMIAKOWI za pomoc w uzyskaniu materiałów naukowych oraz

za zachętę i życzliwe interesowanie się moimi badaniami.

Przedstawione opracowanie obejmuje odcinek doliny Bzury położony na północ od Chodakowa, zawarty między Zarzeczem i Konarami po prawej stronie, a Helenką i Babiampolem po lewej stronie rzeki /por. rys. 1/. Obszar ten liczy około 12 km<sup>2</sup>.

Zasadniczą część opracowania oparto na badaniach kameralnych. Otrzymane wyniki konfrontowane były następnie w terenie.

#### Ogólny rys geomorfologiczny obszaru

Już z pobieżnej analizy struktury obrazu fotograficznego zdjęć lotniczych zorientować się można, że na wymienionym obszarze graniczą ze sobą trzy różne pod względem budowy geologicznej, wieku i genezy jednostki geomorfologiczne.

Są nimi:

1/ Fragment Równiny Błońskiej położonej na wysokości 83-85 m n.p.m. Na zdjęciach lotniczych wydziela się on wyrównanym szarym fototonem zakłóconym mozaiką pól uprawnych. Fragment ten występuje w południowo wschodniej części obszaru i opada ku dolinie Bzury stromym zboczem. Północną granicę tworzy erozyjna krawędź błońska Lencewicza/Lencewicz 7/.

Biegnie ona równoleżnikowo od Plecewic w kierunku wschodnim i opada dość łagodnym stokiem na II terasę aluwialną Wisły /7/.

Równinę budują ily warwowe, które wg S.Z. Różyckiego /10/ osadziły się w zastoisku powstałym na początku glaciostadiału Wkry zlodowacenia środkowopolskiego /G III + 2/. Na nich zalegają pokrywy aluwialnych płasków akumulowane w czasie glacyfazy leszczyńskiej /G IV max/

i galecifyzy poznańskiej zlodowacenia bałtyckiego /10/.

2/ Druga terasa aluwialna Wisły leży na wysokości około 73 m n.p.m. Odróżnia się ona od Równiny Błońskiej ciemniejszym fototonem i mniej wyraźną mozaiką pól.

W okolicy Flecewic, na terasie tej występują utwory eoliczne. Wśród nich łatwo rozpoznać można pola piasków lotnych o skrajnie jasnym fototonie oraz wydmy utrwalone, porośnięte głównie sosną /*Pinus silvestris*/ ze stanowiskami brzozy /*Betula*/ w obniżeniach deflacyjnych - przedstawione w ciemnym fototonie.

3/ Fragment doliny Bzury z ostałcami wyższego poziomu akumulacyjnego położonego na wysokości około 74-75 m n.p.m. Poziom ten rozcięty jest współcześnie do głębokości 6 m. Fragment ten ogranicza od wschodu stroma krawędź Równiny Błońskiej.

Od zachodu granicę stanowi łagodna krawędź biegnąca od Żukówki przez Pieńki do Leontynowa. W obrębie tego odcinka doliny zachowały się ślady dawnych kierunków odpływu wód rzecznych. Na zdjęciach lotniczych podkreślają je linie starorzeczy, towarzyszące im równiny nadrzeczne<sup>1</sup> oraz krawędzie. Położenie przestrzenne tych form oraz ich związek z osią morfologiczną doliny pozwala przypuszczać, że obok współczesnego ramienia doliny istnieją tu prawdopodobnie dwa nieczynne ramiona starsze. Najstarsze, najmniej czytelne na zdjęciach, kierowało się wzdłuż zachodniej krawędzi. Młodsze przebiegało przez Helenkę i Mistrzewice. Ostatnie i współczesne ramię doliny stanowi przedmiot dalszego omówienia.

---

<sup>1</sup> Równiny te mimo posiadania wielu cech właściwych terasom, ze względu na małą powierzchnię badanego obszaru, trudno było zakwalifikować do form terasowych.

Komponenty czytelności form

Stopień czytelności rzeźby na badanym obszarze jest różny. Najlepiej czytelne są młode rozcięcia erozyjne o większych deniwelacjach oraz nieutralone formy eoliczne.

Czytelność występujących tu form uwarunkowana została szeregiem czynników. Pomijając znaczenie czynników natury technicznej jak: typ kamery, zdolność rozdzielcza obiektywu, rodzaj materiałów światłoczułych i sposób ich obróbki oraz skala zdjęć, należy podkreślić, że największy wpływ na stopień czytelności form spośród czynników naturalnych wywarły:

- a/ głębokość zalegana pierwszego horyzontu wody gruntowej,
- b/ skład litologiczny warstwy powierzchniowej,
- c/ wysokości względne form,
- d/ roślinność,
- e/ działalność człowieka.

Fototon poszczególnych form zarejestrowany na zdjęciach lotniczych jest wypadkową łącznego oddziaływania wymienionych czynników. Zauważyć można jednak, że o tej wypadkowej każdorazowo decydowały inne kombinacje czynników a mianowicie:

- a/ dla starorzeczy pozbawionych wody stojącej - bardzo płytki poziom wody gruntowej, skały organogeniczne i roślinność hydrofilna,
- b/ dla terasy zalewowej - płytki poziom wody gruntowej, skały luźne /piasek/,
- c/ dla równin nadrzecznych - płytki poziom wody gruntowej /piasek/ oraz poziom próchniczny,

- |  |   |
|--|---|
| d/ dla krawędzi równin nad-<br>rzecznych | - odwodniony materiał pias-<br>czysty i bardzo skąpa roś-<br>linność, |
| e/ dla wysokiej krawędzi<br>nad Bzurą    | - wysięki wody, wychodnie i-<br>żów i roślinność hydrofil-<br>na,     |
| f/ dla nieutrwalonych form<br>eolicznych | - odwodniony luźny materiał<br>piaszczysty,                           |
| g/ dla wydm utrwalonych                  | - roślinność drzewiasta /kry-<br>jąca/.                               |

Z podanych przykładów widać, że decydującą rolę w de-  
maskowaniu rzeźby dolinnej odegrała woda gruntowa. Jej wpływ  
przejawił się zarówno wtedy gdy występowała ona na powierz-  
chni /wysięki/, płytko pod powierzchnią lub nawet głębiej.  
Rola ta sprowadzała się do znanej zależności jaka istnieje  
między głębokością zalegania wody, rodzajem gleby i  
roślinności, a stopniem zacieśnienia emulsji światłoczułej.

Wody powierzchniowe oraz miejsca z płytko zalegającymi  
wodami gruntowymi przedstawione zostały na zdjęciach lot-  
niczych w ciemnych fototonach. Nawet stare koryta rzeczne  
tworzące obecnie niewyraźne zagłębienia terenowe ze wzglę-  
du na płytszy poziom wody gruntowej posiadały fototon ciem-  
niejszy od otoczenia. Głębszy natomiast poziom wód na kra-  
wędziach zapisany został na zdjęciach jaśniejszym fototonem.

Widać z tego, że woda gruntowa w każdym przypadku speł-  
niała tu rolę podstawowego czynnika różnicującego tonację  
obrazu form.

Czynnik ten miał zasadnicze znaczenie przy interpre-  
tacji rzeźby, szczególnie zaś wówczas, gdy niskie wysokości  
form nie pozwalały pod stereoskopem jednoznacznie przepro-  
wadzić ich granic, gdy morfometryczne elementy form zostały  
zatarte przez denudację lub działalność człowieka.

Na obszarze o wyrównanym poziomie wody gruntowej i małych deniwelacjach istnienie form uwidoczniło się dzięki zróżnicowanej litologii. Chodzi tu mianowicie o piaski akumulowane na terasie zalewowej, równinach nadrzecznych, a nawet w dawnych korytach rzeki oraz o piaski akumulacji eolicznej. Utwory te, młodsze w sensie geologicznym są obce dla podłoża, na którym zostały złożone. Na zdjęciach znajduje to wyraz w postaci smug i pól o jaśniejszym otoczenia fototonie.

Innym przykładem wpływu litologii na strukturę obrazu zdjęć lotniczych były utwory mułowo-bagiennie wypełniające zagłębienia terenowe dawnych starorzeczy. Dzięki ich ciemnemu fototonowi przebieg starorzeczy był stosunkowo łatwy do odczytania.

Duże znaczenie dla prawidłowej interpretacji rzeźby dolinnej posiadają wysokości względne form. Nie w każdej jednak sytuacji wywierają one widoczny wpływ na kompozycję fototonu.

Na krawędziach wyciętych w utworach piaszczystych wpływ ten jest łatwo dostrzegalny. Wyraża się on proporcjonalnym do wysokości krawędzi odwodnieniem zarejestrowanym na zdjęciach rozjaśnieniami fototonu. Trudno jest natomiast dopatrzeć się podobnej zależności w obrębie wysokiej krawędzi Równiny Błońskiej nad Bzurą /por. zdjęcie nr 1/.

O jej ciemnym fototonie zdecydowały przede wszystkim nie wysokość, ale powierzchniowe wysięki wody, wychodnie łąk warwowych i roślinność hydrofilna.

Z powyższych spostrzeżeń wyprowadzić można wniosek, że wpływ wysokości względnych na kompozycję fototonu rzeźby dolinnej ogranicza się prawdopodobnie do form zbudowanych z materiałów łatwo przepuszczalnych /żwir, piaski/.

Dużym utrudnieniem interpretacji rzeźby było występowanie na badanym obszarze form niskich, których wysokości



Fot.1. Dolina Bzury koło Chodaków  
The Bzura river valley near Chodaków

mieściły się w granicach dokładności pomiaru stereomikrometrem. Próby mierzenia ich na mapie w podziałce 1:25 000 również nie dawały zadawalających rezultatów. Szereg form z uwagi na stosunkowo duże cięcie warstwiczne /2,5 m/ nie znalazło na niej kartograficznego obrazu. W innych przypadkach warstwice zniekształcały rzeczywisty zarys form.

Z tych też przyczyn studium wysokości względnych, głównie krawędzi, przeprowadzono metodą pomiarów paralaktycznych na zdjęciach lotniczych oraz metodą bezpośredniego pomiaru w terenie. Wyniki pomiarów kameralnych z porównaniem z pomiarami terenowymi wahały się w granicach  $\pm 1,5 - 2$  m. Dokładność pomiarów stereomikrometrem na zdjęciach o podanej wyżej skali zależna była od wielkości deniwelacji, nachylenia stoków i czytelności stereomodelu.

Wpływ roślinności na czytelność form był dwójakiego rodzaju. Zespoły łąkowe oraz roślinność hydrofilna podkreślały swymi siedliskami występowanie wysokiego poziomu wody gruntowej, a więc istnienie fluwiogennych zagłębień terenowych.

Roślinność drzewiasta utrudniała interpretację rzeźby. Tym niemniej, zwarte stanowiska sosny pośrednio świadczyły o lokalnie gorszych warunkach hydrogeologicznych. W przypadku występującego tu podłoża piaszczystego wiązało się to zawsze z wyraźnym zróżnicowaniem form.

Należałoby jeszcze wspomnieć o roślinności kulturowej. Jednak fakt oparcia badań na zdjęciach lotniczych wykonanych we wrześniu, tj. u schyłku okresu wegetacyjnego uniemożliwił przeanalizowanie jej wpływu na czytelność poszczególnych elementów rzeźby.

#### Typy form i ich cechy na zdjęciach lotniczych

Charakterystyczną cechą rzeźby dolinnej badanego obszaru wyodrębniającą ją na zdjęciach lotniczych jest widoczny



liniowy przebieg form o orientacji zbliżonej do kierunku płynięcia rzeki. Wyróżniają się wśród nich: krawędzie, równiny nadrzeczne, terasa zalewowa, starorzeczna, fragmenty wyższego poziomu akumulacyjnego doliny oraz wydmy.

Spośród krawędzi można wydzielić:

- a/ starą krawędź erozyjną Równiny Błońskiej o wysokości około 10 m opadającą łagodnym stokiem na II terasę Wisły,
- b/ stromą 13 m krawędź tej równiny nad Bzurą,
- c/ sieć młodszych krawędzi erozyjnych w dolinie, o wysokościach względnych do 4 m.

Na obu krawędziach Równiny Błońskiej znajdują się wychodnie ilów warwowych /strop. 83 m n.p.m. /3/ zalegających pod pokrywami piasków. Wskutek nieprzepuszczalności ilów w pokrywach tych wykształca się okresowo horyzont wód gruntowych. Ma to swoje konsekwencje rzeźbotwórcze w postaci wysięków wody i związanych z nimi zjawisk spełzywania, osiadania gruntu, obrywów, a nawet klasycznych osuwisk zboczowych widocznych na krawędzi nad Bzurą.

Istnienie tych procesów rozpoznać można na zdjęciach po:

- a/ ciemniejszych smugach wskazujących powierzchnie większego nawilgocenia i miejsca wysięku wód gruntowych,
- b/ poszarpanych jaśniejszych liniach stoków obrazujących osiadanie i osuwanie się gruntu,
- c/ widocznej na steromodelu charakterystycznie sfalowanej linii stoków.

Intensywność wspomnianych procesów zależna jest od kąta pochylania stoku, obfitości wyciekających wód oraz od głębokości zamrażania gruntu. Stąd też, najodpowiedniejsze warunki do rozwoju tych form istnieją tu wczesną wiosną /roztopy/ i w czasie wilgotnego lata.

Szczególne nasilenie masowych ruchów zboczowych obserwuje się w obrębie zakola Bzury przy szosie Chodaków-Brochów.

Miejsce to na zdjęciach przedstawione jest ogólnie w ciemnym fototonie /rynny osuwiskowe/ z jaśniejszymi liniami bocznych krawędzi tych rynien. Ma to związek ze współczesnym podcinaniem krawędzi przez rzekę.

Rezultatem występujących tu ruchów zboczowych jest wydłużanie się i łagodnienie stoków oraz zacieranie krawędzi /3/. Proces ten jest dobrze widoczny na krawędzi błońskiej i na niektórych starszych odcinkach krawędzi nad Bzurą /por. zdjęcie/. Na zachód od Flecewic materiał stokowy wpełznął na aluwia odcinając zakole rzeki.

Sieć młodszych krawędzi wypreparowana została w aluwach wyższego poziomu doliny oraz w równinach nadrzecznych. Są one wynikiem erozyjnej pracy rzeki w przebytych etapach rozwoju doliny.

Krawędzie te oznaczają się mniejszymi wysokościami /maksymalnie do 4 m/ przeważnie półkolistymi kształtami i dużym kątem pochylenia stoków /kątem naturalnego spoczynku/. Są w zasadzie odwodnione i pozbawione bujniejszej roślinności trawiastej. Na zdjęciach lotniczych wyróżniają się innymi niż poprzednie cechami interpretacyjnymi, a mianowicie:

- a/ jaśniejszym od otoczenia fototonem,
- b/ zmianą kontrastu obrazu /załamaniem fototonu/ zależną od wysokości i kąta pochylenia stoku,
- c/ wyraźnym związkiem genetycznym z erozją rzeki wyrażonym przez kształt oraz położenie w stosunku do starorzeczy i równin nadrzecznych,
- d/ załamaniem dwóch różnych poziomów widzianych w modelu stereoskopowym.

gorzej czytelne były krawędzie o łagodnie pochylnych długich stokach. Szczególnie zaś trudno było interpretować takie spośród nich, które wskutek małych wysokości /do 1 m/ nie spowodowały wyraźniejszych zmian w strukturze obrazu fotograficznego.

Równiny nadrzeczne zajmują największe powierzchnie. Oznaczają się na ogół wyrównanym szarym fototonem z dostrzegalnymi jaśniejszymi smugami materiału klastycznego akumulowanego na nich w okresie gdy stanowiły one jeszcze terasy zalewowe. Równiny niżej leżące /młodsze/ posiadają fototon ciemniejszy i mniej kontrastującą mozaikę pól uprawnych.

W okolicy Plecewic, głównie po lewej stronie rzeki zachowały się cztery ponadzalewowe poziomy tych równin. W stosunku do poziomu rzeki /67,8 m n.p.m./ leżą one w przybliżeniu na następujących wysokościach:

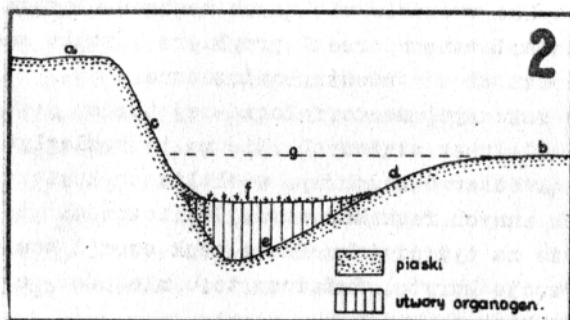
- równina nadrzeczna I - 70 m n.p.m.
- równina nadrzeczna II - 71 m n.p.m.
- równina nadrzeczna III - 72 m n.p.m.
- równina nadrzeczna IV - 73 m n.p.m.

Niezależnie od nich dają się wydzielić:

- fragment wyższego poziomu doliny na wysokości 74 - 75 m n.p.m.
- poziom starszego ramienia doliny koło Helenki - 73 m n.p.m.

Poziomy równin nadrzecznych oddzielone są krawędziami biegnącymi często prostopadle w stosunku do morfologicznej osi doliny /por. rys. 9/. Na zakolach stoki krawędzi starszych równin schodzą poniżej poziomu równin młodszych. Między nimi występują wyraźne zagłębienia o charakterze starorzeczy. Podczas analizy stereoskopowej tego typu rzeźby otrzymuje się często złudzenie istnienia między poszczególnymi poziomami równin większych różnic wysokościowych niż to jest w rzeczywistości /por. rys. 2/.

Terasę zalewową położoną w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki, w przeciwieństwie do równin nadrzecznych charakteryzują:



Rys. 2

Schematyczny przekrój przez równiny nad-  
rzeczne i starorzecze w obrębie zakola:  
a, b - równiny nadrzeczne, c - stromy  
stok krawędzi równiny nadrzecznej star-  
szej /brzeg wklęsły/, d - łagodny stok  
krawędzi młodszej równiny /brzeg wypuk-  
ły/, e - dno koryta rzecznego, f - współ-  
czesna forma starorzecza /dno/, g - po-  
ziom równiny nadrzecznej /b/  
Schematic cross - section through ri-  
verside plains and old rivers in the ar-  
ea of meander

a/ niejednolity fototon, będący rezultatem istnienia  
w obrębie terasy żywych procesów erozyjno-akumulacyjnych,

b/ jasne smugi łań piaszczystych akumulowanych w cza-  
sie wylewów lub też ślady erozyjnego zdarcia poziomu próch-  
nicznego,

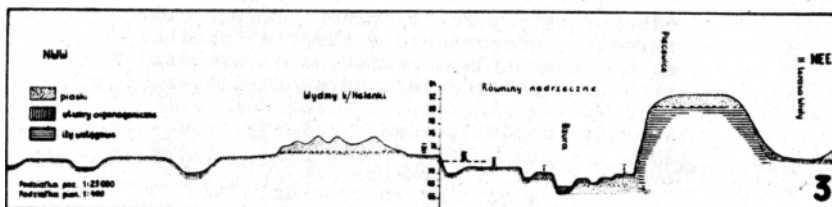
c/ ciemny fototon głęboczków i rozcięć erozyjnych wy-  
pełnionych wodą lub porośniętych roślinnością hydrofilną,

d/ niespokojna mikrorzeźba dostrzegalna na modelu ste-  
reoskopowym.

W obrębie tej terasy istnieją dwa poziomy. Poziom niż-  
szy o formie suchych koryt lub starorzeczy z wodą, zalewa-  
ny niemal co roku wodami roztopowymi oraz poziom wyższy

zalewany tylko w czasie większych wezbrań. Poziom wyższy w miarę oddalania się od rzeki przybiera kształt suchych koryt i wchodzi między równiny nadrzeczne.

Warto zauważyć, że morfologia tej terasy jest raczej nietypowa dla rzek nizinnych. Nie ma tu rozległych i podmokłych łąk obserwowanych np. w okolicach Łowicza czy też w dolinach innych rzek Mazowsza. Okoliczności te nasuwają wniosek, że na tym odcinku Bzura obok erozji bocznej stale pogłębia swoje koryto. Świadczy to o młodości geologicznej tego jej odcinka.



Rys. 3

Przekrój przez dolinę Bzury

Cross - section through the Bzura river valley

Morfologię doliny uzupełniają s t a r o r z e c z a .  
Na zdjęciach lotniczych można je rozpoznać po:

- a/ ciemniejszym od otoczenia fototonie, a w niektórych przypadkach omówionych wyżej również po fototonie jaśniejszym,
- b/ charakterystycznym dla koryt rzecznych liniowym zarysie,
- c/ położeniu z reguły w sąsiedztwie krawędzi między równinami nadrzecznymi.

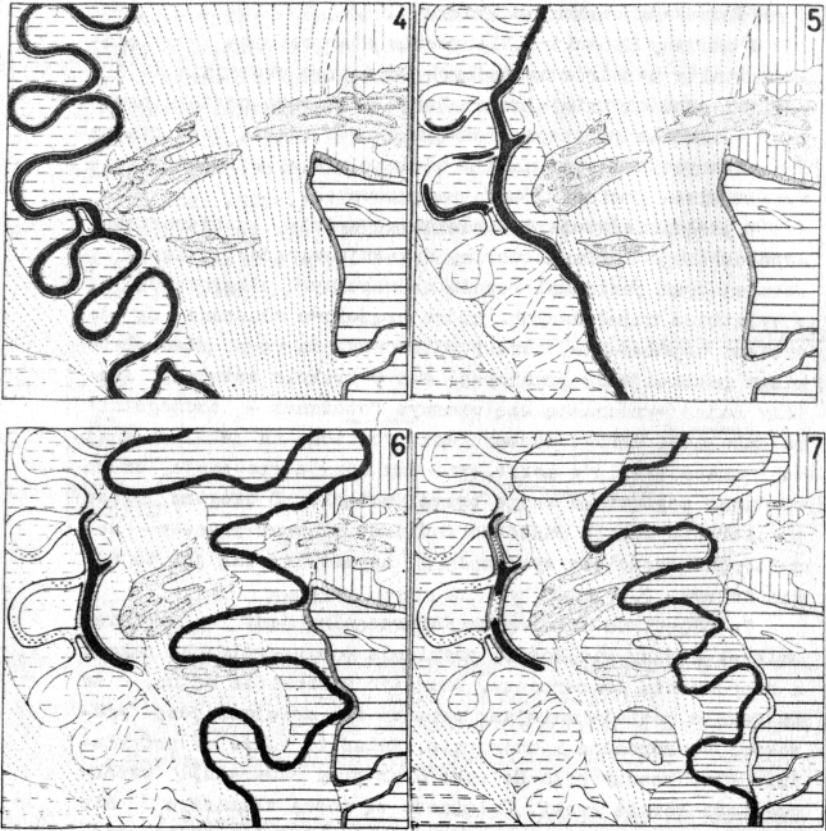
W obrębie analizowanego wycinka doliny zachował się system starszych starorzeczy przechodzący przez Helenkę i

Mistrzewice oraz system starorzeczny młodszych związanych z współczesnym ramieniem Bzury.

W okolicy Helenki i Mistrzewic starorzeczna posiadają kształty meandrów swobodnych, wciętych erozyjnie do 2 m poniżej poziomu inicjalnego. Szyje meandrowe zostały przerwane w określonym etapie rozwoju koryta rzeki. Jest rzeczą charakterystyczną, że na tym odcinku nie wykształciły się wyraźniejsze poziomy równin nadrzecznych.














W przeciwieństwie do omówionych wyżej, starorzeczna współczesnego ramienia doliny wykazują wyraźny związek z istniejącymi poziomami równin nadrzecznych. Starorzeczna te z wyjątkiem najmłodszych, które częściowo włączone są do systemu współczesnej terasy zalewowej, są suche mimo płytkiego poziomu wody gruntowej. Już w trakcie wstępnej analizy zdjęć wyróżniają się ciemnym fototonem - szczególnie na zakolach. Wzrost zaczernienia fototonu na zakolach znajduje uzasadnienie w morfologii dna koryta rzecznoego. Rzeka erodując pogłębiała swoje brzegi wklęsłe. Z biegiem czasu po odcięciu zakoli sukcesja roślinności oraz procesy denudacyjne częściowo wyrównały tę asymetrię: tak jak to widać na rys. 2.

Na zdjęciach lotniczych dostrzegalny jest również związek między wielkością promienia poszczególnych zakoli a szerokością starorzeczy. Zauważyć mianowicie można, że im zakole posiada mniejszy promień tym mniejsza jest szerokość starorzeczna i odwrotnie. Widać to także na przykładzie starorzeczy koło Helenki oraz przy obserwacji współczesnego koryta rzeki. Zależność tę można tłumaczyć nie tylko związkiem między erozją rzeki a morfologią jej dna, ale jak się wydaje również zmiennym stanem prowadzonych wód. Wrodzona bowiem krętość rzek, jak można wnioskować z obserwacji, jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości przepływów i wprost proporcjonalna do osiągniętego na określonym etapie profilu równowagi.





Zmiany koryta rzeki Bzury  
na badanym obszarze

-  Równina Błońska /wysoczyzna/
-  Stożek napływowy Bzury
-  Utwory eoliczne
-  Fragment najstarszego ramienia doliny
-  Młodsze ramie doliny
  - a/krawędź erozyjna do 1 m wysokości
  - b/ równina nadrzeczna IV
- 
  - a/krawędź erozyjna do 2 m wysokości
  - b/równina nadrzeczna III
- 
  - a/krawędź erozyjna do 4 m wysokości
  - b/równina nadrzeczna II
-  Równina nadrzeczna I
-  II terasa aluwialna Wisły
-  Zagłębienie bezodpływowe na wysoczyźnie
  - a/koryto Bzury
  - b/terasa zalewowa niższa
  - c/terasa zalewowa wyższa
-  Osuwiska na krawędzi wysoczyzny
  - a/starorzecza suche
  - b/starorzecza z wodą
-  Równiny mułowo-torfowe w starorzeczach
-  Boczna dolinka erozyjna na wysoczyźnie



Z położenia starorzeczy wynika także fakt przesuwania się na badanym obszarze rzeki Bzury z zachodu ku wschodowi /por. zdjęcie i rys. 4-9/.

Wyraża się to w:

a/ istnieniu najstarszego ramienia doliny na zachodzie, a najmłodszego /współczesnego/ na wschodzie,

b/ zachowaniu się po zachodniej stronie rzeki lepiej czytelnych elementów rzeźby dolinnej,

c/ erozyjnym rozcinaniu szyi meandrów w zasadzie po stronie wschodniej.

Zjawisko to można tłumaczyć:

a/ istnieniem na badanym obszarze stożka napływowego Bzury,

b/ zmianami reżimu przepływów rzeki uwarunkowanych wielkimi wahnięciami klimatycznymi,

c/ erozją wielkich wód, zmianą lokalnej bazy erozyjnej i osiąganym przez rzekę stopniem profilu równowagi.

Prawdziwość pierwszego wniosku potwierdzałyby istnienie fragmentów wyższego poziomu dolinnego, które dają się interpretować jako ostańce erozyjne stożka napływowego Bzury /por. rys. 4-9/. Za taką interpretacją przemawia również istnienie północno-zachodniego, najstarszego ramienia rzeki, która wykorzystywała pochylenie w tym kierunku terasy wiślanej podobnie jak to obecnie obserwować można na zalewowej terasie Wisły.

Wniosek drugi i trzeci wynika z osiąganego rzez rzekę różnego stopnia krętości /por. tab. 2/, prowadzącego do przerywania szyi meandrów, co najczęściej zdarza się w czasie wysokich stanów wód. Należy zdać sobie również sprawę z tego, że wspomniane ramiona dolinne biorą początek w lejkowatym wylocie doliny Bzury koło Chodakowa. W miejscu takim przy istnieniu stożka napływowego, w czasie wysokich stanów wód najłatwiej było o zmianę orientacji rzeki. Dla

lepszego zilustrowania rozmiaru występujących różnic w przepływach Bzury można się posłużyć wynikami pomiarów S. Siebauera /11/ otrzymanymi na wodowskazie w Sochaczewie w latach 1930-1931.

Tabela 1

Przepływy rzeki Bzury z lat 1930-1931

T r e ś ó	Jedn. charak- tery- styczna	Woda	Średnia	Największa	Stosunek rubryk 5:3
		średnia najniż- sza	wielka woda roczna	wielka woda	
		/V-IX/	/I-XII/	/I-XII/	
Spływ jednostk.	1/s km <sup>2</sup>	0,62	20,2	69,0	1:111
Przepływ	m <sup>3</sup> /s	3,85	125,0	425,0	1:110
Stan wody	cm	96	274,0	480,0	1:5

Z przytoczonych pomiarów najbardziej wymowny jest stosunek przepływu i stanu największej wielkiej wody do wody średniej najniższej, przemawiający za słusznością postawionych wyżej tez.

Obok form erozyjno-akumulacyjnych będących wynikiem działania wód płynących, na badanym obszarze występują formy eoliczne zorientowane w kierunku SWW-NEE oraz NWW-SEE. Na zdjęciach lotniczych dały się rozpoznać: podłużne wały wydmore, powierzchnie piasków lotnych i smugi piaszczyste. Wydmę koło Flecewic przylegając niemal do krawędzi błońskiej, wznoszą się lokalnie do 80m n.p.m. czyli około 7 m nad równiną aluwialną. Posiadają kształt wałów podłużnych połączonych wałami poprzecznymi, pomiędzy którymi widoczne są zagłębienia deflacyjne. Południowe stoki wydm pozbawione roślinności stanowią dziś pola piasków lotnych, w obrębie których trwają żywe procesy eoliczne.

Ciąg tych wydm urywa się raptownie nad doliną Bzury przy szosie Plecewice - Brochów. Bzura podcięła je erozyjnie nawet poniżej poziomu piasków eolicznych tak, że z wałów podłużnych sięgających ongiś dalej w głąb doliny ocalały jedynie ich fragmenty, doskonale zresztą widoczne przy obserwacji stereoskopowej.

Po lewej stronie rzeki na powierzchni stożka napływowego zachowały się dwa pola piasków wydmowych, które prawdopodobnie stanowią przedłużenie wydm z okolic Plecewic. Zarys rzutów poziomych tych pól wskazuje na to, że i one atakowane były przez wody Bzury. Mówi o tym widoczna od zachodu zmiana fototonu, która podkreśla okrojony kształt tych pól.

Również od wschodu widać wyraźne obcięcia erozyjne. Dalej na południe znajduje się mniejsze pole wydmowe z widocznymi smugami piaszczystymi.

Położenie ocalałych pól wydmowych pozwala na wydatowanie względnego wieku tego fragmentu doliny, tym bardziej, że pola te należałoby łączyć w jeden ciąg genetyczny z południową strefą wydm Puszczy Kampinoskiej, którym przypisuje się wiek schyłku plejstocenu /6, 10/.

#### Próba rekonstrukcji rozwoju rzeźby

Scharakteryzowane elementy składowe współczesnej rzeźby badanego odcinka doliny tworzą genetyczny zapis jej dziejów. Zapis ten nie zawsze wyraźny i łatwy do rozszyfrowania staje się bardziej czytelny i zrozumiały na fotograficznym obrazie terenu wykonanym z samolotu.

Wyniki analizy zdjęć lotniczych uzupełnione badaniami terenowymi oraz literaturą przedmiotu pozwalają dostrzec w rozwoju badanego odcinka doliny dwa zasadnicze cykle rzeźbotwórcze.

Pierwszy cykl<sup>1</sup> cechował się rozcinaniem Równiny Błońsko-Lowickiej z jednoczesnym kształtowaniem ogólnych zarysów wyższych krawędzi doliny i lejkowatego jej wylotu na II terasę Wisły.

Równoległe z tym wody Bzury usypywały u wylotu swej doliny dość rozległy stożek napływowy. W późniejszym okresie na stożku tym podobnie jak i na wspomnianej terasie Wisły w wyniku panowania suchego i chłodnego klimatu /dryasy/ rozwinęły się procesy eoliczne.

W tym czasie uboga w wody Bzura wykorzystując obniżenia dziedziczone opływała stożek po zachodniej stronie.

Drugi cykl rozpoczął się zmianą orientacji rzeki w obrębie stożka, o czym zadecydowały zapewne warunki klimatyczne i obniżenie się bazy erozyjnej. Cykl ten posiada na zdjęciach lotniczych wyraźniejszy zapis morfologiczny i dzięki temu można w nim wyróżnić szereg etapów.

Etap I przedstawiony na rys. 4 rozpoczyna się błędzeniem rzeki po równi pochyłej stożka w kierunku północno-zachodnim. Meandry swobodnie wcinają się lokalnie w podłoże nawet poniżej 2 m i gdzie nigdzie zbliżają się do siebie. W tym czasie prawa strona doliny pozbawiona jest cieków wodnych lub co najwyżej prowadzi po niej okresowo swe wody potok rozcinający krawędź Równiny Błońskiej koło Zarzecza, Między Plecewicami a Helenką na stożku napływowym wznoszą się wydmy. Pomiędzy nimi istniały być może obniżenia deflacyjne, które wykorzystuje wspomniany wyżej potok.

---

<sup>1</sup> Przyjmując za S.Z. Różyckim /40/ dla pokryw aluwialnych Równiny Błońskiej wiek glacyfazy leszczyńskiej i poznańskiej, a dla terasy praskiej II b /odpowiednik II terasy aluwialnej Wisły St. Lencewicza/ wiek glacyfady pomorskiego, pierwszy cykl rozwoju badanego wycinka doliny należałoby prawdopodobnie wiązać wiekowo z tym glacyfady i ze schyłkiem plejstocenu.

Etap II /rys. 5/ cechuje dalszy rozwój erozji bocznej, w wyniku której dochodzi do poprzerywania zakoli, obcięcia wydym w okolicy Helenki, wyprostowania i pogłębienia koryta rzeki. W części południowej erozja boczna, a później również akumulacja doprowadza do wyrównania doliny i zamazania starych śladów erozyjnych. Wielkie wody przedzierają się lokalnie pod wschodnią krawędź doliny torując odpływ przyszłego ramienia rzeki.

Etap II /rys. 6/ otwiera najnowsze dzieje tego odcinka doliny. Wody Bzury opuszczają dotychczasowe koryto, zaczynają błędzić rozległymi zakolami po wschodniej stronie stożka napływowego i atakować krawędź Równiny Błońskiej. W obrębie krawędzi w wyniku podcięć erozyjnych dochodzi do obrywów i osuwisk, do procesów, które można obserwować i dziś na południe od Plecewic /por. zdjęcie/. Pod wpływem erozji i ruchów zboczowych krawędź ta zaczyna się cofać. Dalej ku północy wody przedzierają się przez pola wydymowe i szukają odpływu między drugą terasą Wisły a postawą stożka.

Etap IV, V i VI /rys. 7, 8, 9/ cechuje dalsze pogłębienie doliny, przy czym promienie zakoli błędzącej rzeki mają tendencję do ciągłego zmniejszania się, a więc zwiększania swojej krętości. Na obrzeżeniach doliny powstają kolejne fragmenty równin nadrzecznych. Dno doliny pogłębia się coraz więcej i przesuwa bardziej ku wschodowi. Erozja boczna rzeki niszczy wydmy w rejonie Plecewic pozostawiając niewielkie fragmenty podłużnych wałów, które zachowały się po dzień dzisiejszy. Również obcięte zostają wydmy okolic Helenki - tym razem od wschodu. Rzeka w dalszym ciągu atakuje krawędź Równiny Błońskiej. Kolejne etapy erozji rzecznej wycinają w niej nowe odcinki krawędzi o kształtach zakoli.

Wreszcie ostatni etap /rys. 9/ to etap najmłodszych procesów wyrażających się w znacznym wyprostowaniu koryta rzecznoego oraz dalszym wcięciem do głębokości ponad 2m poniżej terasy zalewowej. Współczesne dno doliny /terasa zalewowa/ jest miejscami bardzo wąskie z nielicznymi jak na rzekę nizinną starorzeczami wypełnionymi wodą.

Zestawiając wskaźniki krętości rzeki obliczone dla każdego etapu wg wzoru  $k = R : D /8/$  otrzymujemy metodą pomiarów hydrograficznych potwierdzenie istnienia wydzielonych etapów w rozwoju tego odcinka doliny. Daje się przy tym zauważyć ciekawe zjawisko prostowania koryta po osiągnięciu przez rzekę maksymalnego wskaźnika krętości  $k = 3,6$  czyli w momencie gdy długość rzeki trzy i półkrotnie przekroczyła długość osi morfologicznej jej doliny.

Tabela 2

Zestawienie wskaźników krętości rzeki

Etap	Długość rzeki w km /R/	Długość osi morfologicznej doliny /D/	Wskaźnik krętości /R : D	U w a g i
I	11,7	3,3	3,5	Meandry pionierskie
II	3,5	3,3	1,1	/Wyprostowanie koryta/
III	11,4	3,3	3,5	Meandry pionierskie
IV	7,4	3,4	2,2	
V	10,1	3,4	3,0	
VI	12,2	3,4	3,6	
VII	4,8	3,4	1,3	Wyprostowanie koryta

Z układu tabeli przewidzieć można, że kolejny etap rozwoju doliny cechować się winien rosnącym wskaźnikiem krętości rzeki. Tym razem będzie to jednak krętość spowodowana podparciem wód Bzury zalewem Wisły spiętrzonej zaporą pod Włocławkiem.

Autor zdaje sobie z tego sprawę, że przedstawiona wyżej próba rekonstrukcji rozwoju rzeźby badanego odcinka doliny, podobnie zresztą jak każda rekonstrukcja genetyczna zawiera również elementy hipotetyczne. Tym niemniej potwierdza ona wartość zdjęć lotniczych jako materiałów dokumentacyjnych w badaniach geomorfologicznych.

#### LITERATURA

1. Chilczuk M., Ciołkosz A., Zastosowanie zdjęć lotniczych w geografii, PWN, Warszawa 1966.
2. Gospodinow G.W., Odczytywanie zdjęć lotniczych, PWN, Warszawa 1964.
3. Halicki B., Iły wstęgowe w Plecewicach nad Bzurą. Zabytki Przyrody Nieożywionej Ziemi Rzeczypospolitej Polski, z. 2. Wyd. Komisji d/s Ochrony Przyrody Państw. Inst. Geolog. oraz Tow. Muzeum Ziemi, Warszawa 1933.
4. Klimaszewski M., Geomorfologia ogólna, PWN, Warszawa, 1961.
5. Kobendza J. i R., Rozwieranie wydm Puszczy Kampinoskiej. Wydmy śródlądowe Polski, Studium zbiorowe pod red. Rajmunda Galona, cz. I, PWN, Warszawa 1958.
6. Kondracki J., Geografia fizyczna Polski, PWN, Warszawa 1965.
7. Lenczewicz St., Dyluwium i morfologia środkowego Powiśla, Prace P.In. Geol., t. III, z. 2, 1927.

8. Pietkiewicz St., Wody kuli ziemskiej. Wody lądowe PWN, Warszawa 1958.
9. Praca zbiorowa, Primienienie aerometodów dla izuczzenia gruntowych wod, Akademia Nauk SSSR, Moskwa-Leningrad 1962.
10. Siebauer S., Stany i przepływy charakterystyczne rzeki Bzury, Wiad. Służby Hydrolog. i Meteorolog., t. IV, z. 2 i 3, Wyd. Komunikacyjne, Warszawa 1953.
11. Trafas K., Rekonstrukcja starych koryt rzecznych na podstawie zdjęć lotniczych, Fotointerpretacja w Geografii nr 6, Wyd. U.W., Warszawa 1968.



OBSERVATIONS ON MORPHOLOGY OF THE BZURA RIVER  
VALLEY NEAR CHODAKÓW

Summary

The article is a short geomorphologic study based on analysis of air photos that were made on panchromatic material in 1:18 000 scale. The study concerns a small section of the Bzura river to the north from Chodaków. The main part of the study is based on chamber researches and the results have been confronted with author's observation made in the field.

After presentation of general geomorphologic feature the interesting interpretative observations, concerning the form legibility, have been given. The author concludes that such factors as lithological composition of surface layers, relative height of forms, vegetation, man's activity and especially the lay of the first level of the underground water have a great influence on degree of the form legibility. Numerous examples have been shown and they clearly indicate that the under ground water takes deciding part in exposing of relief of the valley in this type of area. It amounts to well known dependence between the depth the water appears at, the kind of soil and that of vegetation - and the density of negative. This factor had a peculiar significance at the interpretation of forms

that had very small height when it was difficult to draw under stereoscope the boundaries of their appearance.

The influence of vegetation on form legibility was of two kinds. Hydrophilic vegetation underlined with its collections the existence of fluvial reentrants. Arborescent vegetation made the interpretation of relief difficult, none the less tight stands of pine implicitly showed locally worse water conditions and the appearance of the sand bed.

Considerable part of the article includes a description of form types and their features in airphotos, and attempts to reconstruct the surface development in this area.

In the end the author underlines the worthiness of air photos as an excellent documentation material in geomorphologic researches.