

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 70, 2015: 350–360  
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 70, 2015)  
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 70, 2015: 350–360  
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 70, 2015)

**Piotr OSTROWSKI**

Katedra Geoinżynierii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Department of Geotechnical Engineering, Warsaw University of Life Sciences – SGGW

## **Zróżnicowanie erozyjnych form rzeźby dna doliny w strefie podlaskiego przełomu Bugu**

### **The diversity of erosional landforms in the Bug river valley in the Podlasie Region (NE Poland)**

**Słowa kluczowe:** geomorfologia fluwialna, erozyjne formy rzeźby, dolina Bugu  
**Key words:** fluvial geomorphology, erosional landforms, Bug river valley

#### **Wprowadzenie**

Doliny Wisły i Bugu to cenne przyrodniczo obszary wchodzące w skład europejskich korytarzy ekologicznych (Wojciechowski, 2003), które poddawane są coraz silniejszej antropopresji związanej z poszukiwaniem nowych terenów pod zabudowę czy też koniecznością czynnej ochrony przeciwpowodziowej. Równina zalewowa w dolinach tych rzek, często postrzegana jako stosunkowo płaska powierzchnia o niewielkich różnicach wysokości względnych, charakteryzuje się dużym bogactwem form rzeźby.

Szczególą rolę w morfogenezie i funkcjonowaniu złożonych systemów,

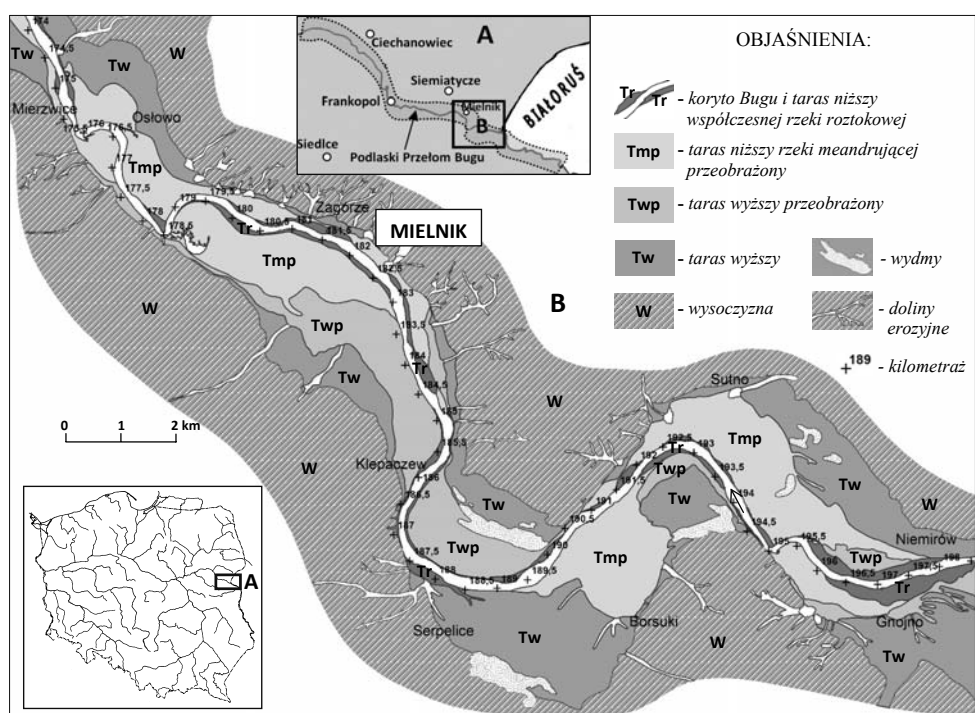
jakimi są doliny rzeczne Niżu Polskiego, pełnią formy rzeźby o genezie erozyjnej. Z jednej strony warunkują one przebieg procesów fluwialnych – stanowią strefy uprzywilejowanego przepływu wód wezbraniowach czy baseny powodziowe (Zwoliński, 1992; Falkowski i Ostrowski, 2010), z drugiej zaś są powiązane z występowaniem cennych przyrodniczo siedlisk, takich jak mokradła fluwioogeniczne: torfowiska, namuliska czy mułowiska (Dembek i in., 2000; Rycharski i Piórkowski, 2001). Właściwa identyfikacja i przewidywanie dalszej ewolucji form erozyjnych ma duże znaczenie dla ochrony takich siedlisk, ochrony przeciwpowodziowej, a także dla wyboru optymalnego sposobu gospodarowania, co ma szczególne znaczenie na obszarach włączonych do sieci Natura 2000.

## Cel i obszar badań

Celem prowadzonych badań była identyfikacja charakterystycznych erozyjnych form rzeźby na zbliżonym do naturalnego (nieobwałowanym) i cennym przyrodniczo (Natura 2000) odcinku dna doliny Bugu oraz próba klasyfikacji tych form pod względem cech morfometrycznych i genezy.

Badaniami objęto fragment doliny zlokalizowany w środkowej części podlaskiego przełomu Bugu (Kondracki, 2009) na odcinku od miejscowości Niemirów (km 198,5) do miejscowości Stare Mierzvice (km 174) – rysunek 1. Obszar ten wybrano ze względu na brak antro-

pogenicznych elementów mogących w sposób istotny zaburzyć przebieg naturalnych procesów morfogenetycznych zachodzących w obrębie dna doliny, a w szczególności na obszarze równiny zalewowej. Koryto na tym odcinku nie zostało obwałowane ani poddane regulacji. W strefie korytowej brak jest budowli hydrotechnicznych i mostów. Na analizowanym odcinku doliny nie przeprowadzono także prac melioracyjnych (Kozłowski i Wojciechowski, 2003; Rąkowski, 2003). O wysokim stopniu naturalności badanego obszaru świadczy także fakt, że jest on objęty ochroną w ramach Europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000 zarówno



RYSUNEK 1. Położenie badanego fragmentu doliny Bugu (A) i typy tarasów występujących w dnie doliny (B)

FIGURE 1. Location of the study reach Bug river valley (A); general landform borders (B)

w ramach dyrektywy tzw. siedliskowej (specjalny obszar ochrony siedlisk – Ostoja Nadbużańska), jak i dyrektywy tzw. ptasiej (obszar specjalnej ochrony ptaków – Dolina Dolnego Bugu), (Geoserwis GDOŚ, 2015) oraz pełni rolę europejskiego korytarza ekologicznego (Wojciechowski, 2003).

### **Materialy i metody badań**

Ze względu na specyfikę rzeźby dolin rzecznych Niżu Polskiego (znaczne rozmiary i niewielkie wysokości względne występujących w ich obrębie form, które często są dobrze widoczne tylko w określonej sytuacji hydrologicznej czy fenologicznej) do prac badawczych zdecydowano się wykorzystać metody teledetekcyjne.

Podstawowym materiałem do identyfikacji charakterystycznych erozyjnych form rzeźby oraz typów i zasięgu poszczególnych tarasów były wysokorozdzielcze, wielospektralne zobrazowania satelitarne wykonane przez satelitę IKONOS-2. Analizowano zobrazowania wykonane w lipcu i sierpniu 2007 roku na potrzeby projektu badawczego 2P04E06929 zrealizowanego w Zakładzie Hydrogeologii Katedry Geoinżynierii SGGW w Warszawie. Danymi źródłowymi były pozyskane jednocześnie zobrazowania panchromatyczne o rozdzielczości przestrzennej 0,82 m oraz wielospektralne o rozdzielczości 4 i 1 m w czterech zakresach promieniowania (niebieskim, zielonym, czerwonym i bliskiej podczerwieni). Wykonaną na ich podstawie ortofotomapę o rozdzielczości 0,82 m umieszczono w bazie danych GIS w postaci dwóch

oddzielnych warstw informacyjnych – kompozycji barwnej w barwach naturalnych (RGB) i kompozycji w barwach nienaturalnych z uwzględnieniem bliskiej podczerwieni (NRG). Ze względu na złożony charakter rzeźby dna doliny (obszar wielokrotnie przemodelowywany w wyniku działalności wielkich wód) i specyficzne cechy obrazu satelitarnego identyfikowanych form zrezygnowano z klasyfikacji obiektowej na rzecz bardziej precyzyjnej (Adamczyk i Będkowski, 2007) klasyfikacji manualnej.

W celu identyfikacji badanych form niezależnie od siebie przeprowadzono fotointerpretację ortofotomapy wykonanej w barwach rzeczywistych (RGB) i barwach nienaturalnych (NRG). Dodatkowymi warstwami informacyjnymi wspomagającymi proces identyfikacji były mapy topograficzne w skali 1 : 25 000 oraz szczegółowe mapy geologiczne Polski (SMGP) w skali 1 : 50 000. Szczegółowo analizowano tylko formy najbardziej charakterystyczne i najlepiej widoczne. Wyniki prac teledetekcyjnych zdigitalizowano i zapisano w postaci dwóch wektorowych warstw informacyjnych – oddzielnie dla kompozycji RGB i NRG. Na ich podstawie wykonano pomiary morfometryczne oraz opisano cechy obrazu satelitarnego zidentyfikowanych form. Uzyskane w ten sposób dane przestrzenne i opisowe stanowiły materiał wyjściowy do ich klasyfikacji.

Podczas badań terenowych (kartowania geomorfologicznego z wykorzystaniem technologii mobilnego GIS-u, wierceń i szurfów geologicznych) zweryfikowano poprawność identyfikacji poszczególnych tarasów i występujących na ich powierzchni erozyjnych

form rzeźby. Wykonano także dokumentację fotograficzną oraz dodatkowe pomiary morfometryczne (głównie głębokości względnej) najbardziej charakterystycznych form.

## Wyniki badań

Bug na badanym odcinku ma charakter rzeki nizinnej o krętym typie koryta i szerokości od 60 do 260 m. Szerokość doliny jest dość zróżnicowana i waha się od 0,9 do 2,9 km. W jej dnie wyróżnić

(Twp). W obrębie równiny zalewowej wydzielono *taras niższy rzeki meandrującej przeobrażony* (Tmp) oraz sąsiadujący bezpośrednio z głównym korytem, występujący w postaci wąskiej nieciągłej listwy, *taras niższy współczesnej rzeki roztokowej* (Tr) – rysunek 1.

W dnie doliny zidentyfikowano cztery główne typy charakterystycznych erozyjnych form rzeźby – **krewały (1)**, **zanikające koryta boczne (2)**, **starorzecza (3)** i **ślady przepływów wezbraniowych (4)**, w obrębie których wydzielono dziewięć rodzajów tych form (tab. 1).

TABELA 1. Zestawienie charakterystycznych erozyjnych form rzeźby dna doliny Bugu  
TABLE 1. Typology of the Bug river valley erosional landforms

Typ formy		Rodzaj formy		Typ tarasu, na którym zidentyfikowano formę
Nazwa	nr	Nazwa	nr	
Krewasy	1	krewały głównego koryta proste	1a	Tmp
		krewały głównego koryta skośne	1b	Tmp
		krewały starorzeczy	1c	Tmp
Zanikające koryta boczne	2	–	2	Tr
Starorzecza	3	prostopadłe do głównego koryta	3a	Tmp
		równoległe do głównego koryta	3b	Tmp
Ślady przepływów wezbraniowych	4	rynny erozyjne przepływów wezbraniowych	4a	Tw, Twp, Tmp
		obniżenia przepływów wezbraniowych	4b	Tw, Twp
		niecki przepływów wezbraniowych	4c	Tw, Twp

można plejstoceni taras wyższy (nadzalewowy) oraz holoceni równinę zalewową (Janicki, 1999; Albrycht, 2001; Nitychoruk i in., 2003). Na podstawie przeprowadzonych prac teledetekcyjnych i terenowych w obrębie tarasu wyższego wydzielono jego nieco bardziej wyniesioną część (8–14 m ponad poziom średniej wody), którą oznaczono jako *taras wyższy* (Tw) oraz nieco niższy (ok. 7 m ponad poziomem średniej wody) *taras wyższy przeobrażony*

**Krewasy (1)** to wydłużone, często rozwidlające się palczasto obniżenia występujące w bezpośrednim sąsiedztwie lub niewielkiej odległości od głównego koryta na *tarasie niższym rzeki meandrującej przeobrażonym* (Tmp). Powstały one w skutek lokalnego przerwania wałów brzegowych i przelewania się wód wezbraniowych z głównego koryta na obszar równiny zalewowej. Świadczą o tym obniżenia będące efektem erozji

wału przykorytowego występujące u podstawy tych form.

**Krewasy głównego koryta proste (1a)** to formy stosunkowo wąskie (od 2 do ponad 10 m szerokości), płytkie (zazwyczaj do 1 m głębokości) i położone prostopadle do głównego koryta. Osiągają one od 20 do ponad 120 m długości i charakteryzują większą niż przyległe obszary wilgotnością.

**Krewasy głównego koryta skośne (1b)** to formy wygięte łukowato i położone ukośnie w stosunku względem głównego koryta. Ich długość wynosi od 20 do 150 m. Są one szersze (od 10 do około 120 m) i głębsze (zazwyczaj ponad 1 m) od form krewasów 1a. Na uwagę zasługuje fakt, że są one zazwyczaj (także w miesiącach letnich) wypełnione wodą.

**Krewasy starorzeczy (1c)** to formy występujące na *tarasie niższym rzeki meandrującej przeobrażonym* (Tmp) w bezpośrednim sąsiedztwie krawędzi *prostopadłych do głównego koryta starorzeczy* (3a). Powstały one wskutek erozji wywołanej przepływem po równinie zalewowej wód wezbraniowych, które wypełniwszy starorzecza w miejscach niestabilizowanych roślinnością rozmyły ich wały brzegowe. Formy te mają charakter lekko wydłużonych obniżen o niewielkich rozmiarach – ich długość waha się od kilku do około 40 m, szerokość nie przekracza 10 m, a głębokość wynosi około 0,5 m.

**Zanikające koryta boczne (2)** to wydłużone, niekiedy łukowato wygięte obniżenia powstałe w wyniku zanikania koryt bocznych oddzielających znacznych rozmiarów wyspy od głównego koryta. Są to formy równoległe do niego o niewielkiej szerokości (od 10 do 30 m) i znacznej,

nawet kilkusetmetrowej długości. Występują w obrębie *tarasu niższego współczesnej rzeki roztokowej* (Tr), niekiedy oddzielając go od *tarasu niższego rzeki meandrującej przeobrażonego* (Tmp). Zanikające koryta boczne są często wypełnione wodą i mają dość zróżnicowaną głębokość – mniejszą formy starsze, a większą, dochodzącą nawet do 3 m, formy młodsze. Wzdłuż krawędzi zanikających koryt bocznych rosną wierzbowe lub topolowe łęgi nadrzeczne.

**Starorzecza (3)** to wypełnione wodą fragmenty dawnych meandrów występujące na *tarasie niższym rzeki meandrującej przeobrażonym* (Tmp). Formy te można podzielić na dwie grupy o nieco odmiennym charakterze – *starorzecza prostopadle do głównego koryta* (3a) oraz *starorzecza równoległe do głównego koryta* (3b).

**Starorzecza prostopadle do głównego koryta (3a)** to zlokalizowane najczęściej w proksymalnej części równi zalewowej łukowato wygięte formy o znacznych rozmiarach, usytuowane niemal prostopadle do głównego koryta i o zbliżonej do niego szerokości. Szerokość starorzeczy typu 3a wynosi od 60 do 140 m, a długość od 150 do około 700 m. Charakteryzują się one dość zróżnicowaną, także w obrębie jednej formy, głębokością (od 0,5 do nawet kilku metrów) oraz dość wyraźnie zaznaczonym wałem brzegowym. Wał brzegowy, z którym genetycznie powiązane są krewasy starorzeczy, jest szczególnie dobrze widoczny na ich zewnętrznych, zazwyczaj porośniętych pojedynczymi drzewami i krzewami, krawędziach.

**Starorzecza równoległe do głównego koryta (3b)** to wydłużone, lekko wy-

gięte formy niemal równoległe do głównego koryta o znacznie mniejszej od niego szerokości. Szerokość starorzeczy typu 3b waha się od 30 do 60 m, a długość pojedynczych form nie przekracza 200 m. Starorzecza typu 3b mają dużą, dochodzącą niekiedy do kilku metrów głębokość, a wzdłuż ich krawędzi rosną olchy. Formy te zlokalizowane są w najczęściej w dalszej odległości (dystalnej części typu Tmp) od głównego koryta niż formy starorzecza typu 3a.

**Ślady przepływów wezbraniowych (4)** to formy będące wynikiem erozyjnej działalności wód wezbraniowych, które zaadaptowały na trasy swojego przepływu i przemodelowały różnego typu obniżenia występujące na wyżej położonych fragmentach dna doliny. W obrębie tego typu wyróżniono trzy rodzaje form: *rynny erozyjne przepływów wezbraniowych (4a)*, *obniżenia przepływów wezbraniowych (4b)* i *niecki przepływów wezbraniowych (4c)*. Formy te występują na *tarasie wyższym (Tw)* i *tarasie wyższym przeobrażonym (Twp)*, jedynie rynny erozyjne przepływów wezbraniowych są zlokalizowane także w obrębie *trasy niższego rzeki meandrującej przeobrażonego (Tmp)*.

**Rynny erozyjne przepływów wezbraniowych (4a)** to wydłużone, wąskie zwykle rozgałęzione obniżenia. Szerokość pojedynczych rynien erozyjnych przepływów wezbraniowych waha się od około 15 do 100 m, a długość od około 100 do 800 m. Charakteryzują się one znaczną (przekraczającą niekiedy 2 m) głębokością. Formy te są podmokłe i częściowo wypełnione wodą, a ich krawędzie porastają krzewy i drzewa wśród których dominują olchy.

**Obniżenia przepływów wezbraniowych (4b)** to wydłużone, czasami lekko wygięte i rozwidlające się obniżenia występujące pojedynczo lub częściej w grupach form równoległych do siebie i głównego koryta. Szerokość pojedynczych obniżeń przepływów wezbraniowych waha się od około 20 do 100 m, a długość od 50 do 950 m. Mimo dość zróżnicowanych rozmiarów przeważają formy o kilkusetmetrowej długości, które często układają się w ciągi. Ich głębokość nie przekracza zazwyczaj 1 m, co przy znacznych rozmiarach czyni je trudnymi do identyfikacji w terenie. Formy te nie są wypełnione wodą.

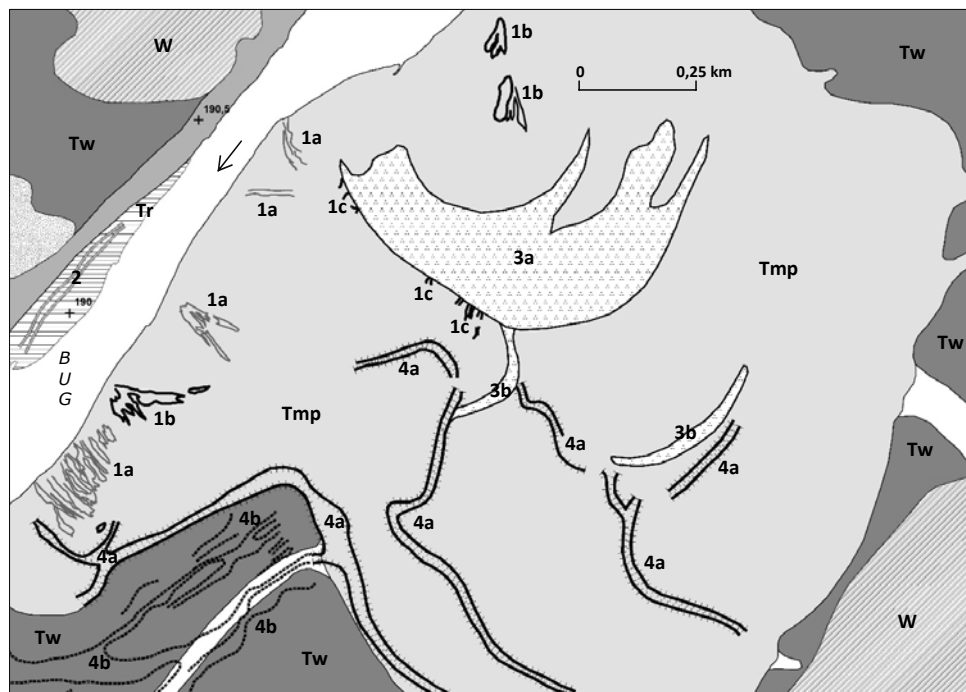
**Niecki przepływów wezbraniowych (4c)** to owalne czasami nieznacznie wydłużone obniżenia o dość nieregularnych kształtach i łukowato wygiętych słabo zaznaczonych krawędziach powstałe w miejscach, gdzie wody wezbraniowe płynęły na dużej szerokości tarasu lub gdzie łączyły się trasy ich przepływu. Wielkość tych form waha się od 200 do 800 m, a ich głębokość nie przekracza zazwyczaj 1,5 m.

## Dyskusja

















Badany odcinek dna doliny Bugu ma bardzo zróżnicowaną rzeźbę, o czym świadczy fakt, że w obrazie zdjęć satelitarnych wydzielono na nim aż dziewięć rodzajów charakterystycznych form erozyjnych, których identyfikacja i geneza nie budzą wątpliwości. Na uwagę zasługuje fakt, że erozyjne formy rzeźby występują nie tylko w obrębie holocenijskiej równi zalewowej, ale także na plejstoceńskich tarasach nadzalewowych.

Na obszarze równiny zalewowej (typy Tr, Tmp) dominują zlokalizowane w jej proksymalnej części formy typów 1, 2 i 3a (rys. 2) oraz położone zazwyczaj w części dystalnej (często na grani-

cy typów Twp i Tw) formy typu 3b. Nieco rzadziej występują tu formy typu 4a, zlokalizowane niekiedy na granicy typu Tmp i tarasów nadzalewowych (typy Twp i Tw), łączące się z występującymi



OBJAŚNIENIA:

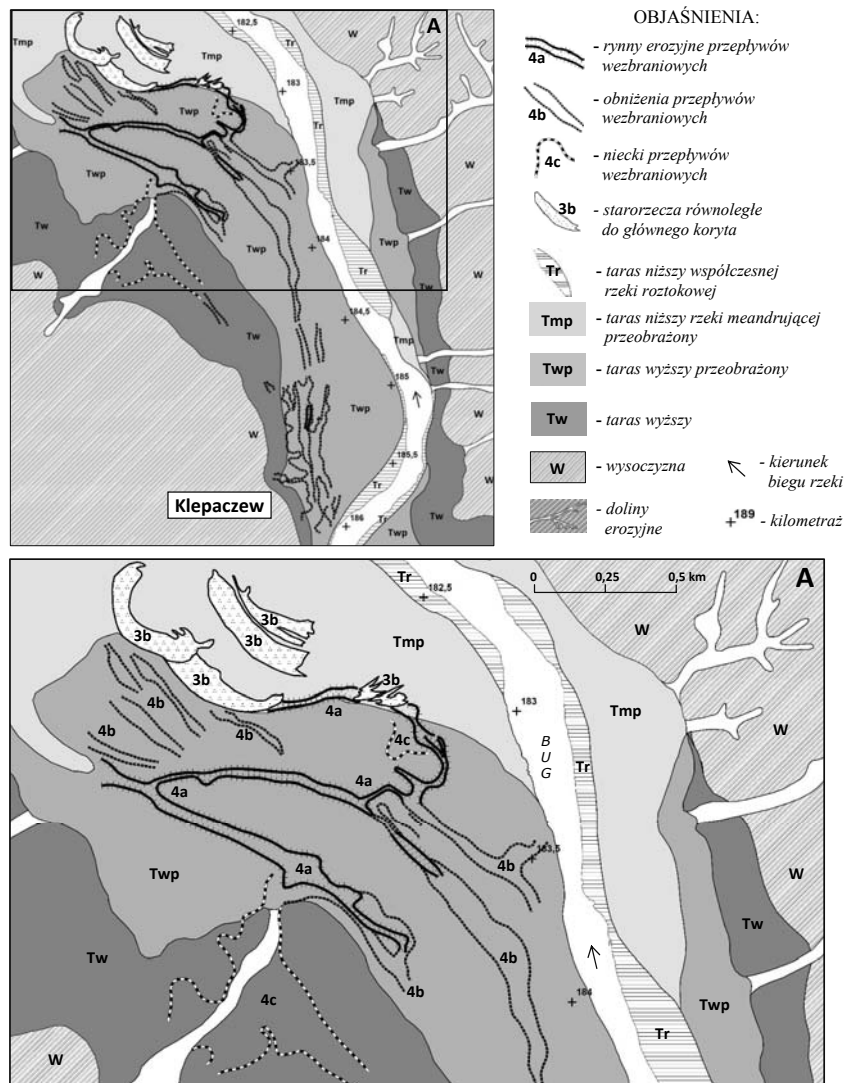
- |  |   |  |
|--|---|--|
|  - krewasy głównego koryta proste             |  - rynny erozyjne przepływów wezbraniowych |  - taras niższy współczesnej rzeki roztokowej   |
|  - krewasy głównego koryta skośne             |  - obniżenia przepływów wezbraniowych      |  - taras niższy rzeki meandrującej przeobrażony |
|  - krewasy starorzeczy                        |  - kierunek biegu rzeki                    |  - taras wyższy przeobrażony                    |
|  - zanikające koryta boczne                   |  - kilometr                                |  - taras wyższy                                 |
|  - starorzecza prostopadłe do głównego koryta |   |  - wysoczyzna                                   |
|  - starorzecza równoległe do głównego koryta  |   |  - doliny erozyjne                              |

RYSUNEK 2. Charakterystyczne erozyjne formy rzeźby równi zalewowej (km 189,5–191)  
 FIGURE 2. Floodplain terraces (holocene) and its erosional landforms (km 189.5–191)

na nich formami erozyjnymi we wspólne ciągi obniżeń. Na obszarze holocennej równiny zalewowej brak natomiast charakterystycznych dla wyższych powierzchni tarasowych form typów 4b i 4c (rys. 2). Niektóre z form typu 2 (szczególnie wygięte łukowate i wypeł-

nione wodą) są morfologicznie zbliżone do form typu 3b i mogą być mylnie identyfikowane jako starorzecza.

Charakterystyczne dla tarasów wyższych (typy Tw i Twp) są formy typu 4 – formy typów 1, 2 i 3 nie występują tu wcale (rys. 3). Pojedyncze *rynny erozyjne*



RYSUNEK 3. Erozyjne formy rzeźby typu 4 na tarasach nadzalewowych (km 182,5–186)

FIGURE 3. Pleistocene terraces with present-day erosional landforms representing type 4 (km 182.5–186)



*przepływów wezbraniowych* (4a) łączą się najczęściej ze sobą i ze stanowiącymi ich kontynuację *obniżeniami przepływów wezbraniowych* (4b) w dłuższe ciągi. Razem z przylegającymi do nich *nieckami przepływów wezbraniowych* (4c) tworzą struktury odzwierciedlające trasy przepływu wielkich wód o rozmiarach przekraczających kilometr (rys. 3). Niekiedy w skład tych struktur wchodzi także zlokalizowane w dystalnej części typu Tmp i podcinające typu Twp *starorzecza równoległe do głównego koryta* (3b).

Duże zróżnicowanie form rzeźby dna doliny można wiązać z budową geologiczną strefy korytowej (Falkowski, 2006). Na badanym odcinku koryta zidentyfikowano 12 kulminacji stropu podłoża współczesnych aluwiów rzecznych zbudowanego z gruntów o dużej odporności na erozję. Kulminacje te wpływają na główne kierunki przepływu wód wezbraniowych i są przestrzennie powiązane z występującymi w strefach ich oddziaływania formami rzeźby (Ostrowski, 2011).

W artykule nie omawiano form erozyjnych mniej czytelnych na zobrażeniach satelitarnych oraz form których poprawna identyfikacja i klasyfikacja wymagałaby szeroko zakrojonych badań terenowych w tym sedymentologicznych i palinologicznych (dotyczy to głównie form wielokrotnie przeobrażonych w wyniku cyklicznych przepływów pozakorytowych). Dlatego też przedstawiona w tabeli 1 typologia erozyjnych form rzeźby nie jest pełna (obejmuje formy najlepiej widoczne i najbardziej charakterystyczne) i powinna zostać uzupełniona w przyszłości.

## Podsumowanie i wnioski

Dno doliny Bugu w strefie jego podlaskiego przełomu charakteryzuje się bogatą rzeźbą, o czym świadczy występowanie dziewięciu rodzajów widocznych na wysokorozdzielczych wielospektralnych zdjęciach satelitarnych (VHR), zróżnicowanych morfologicznie i genetycznie, form erozyjnych. Formy te występują nie tylko w strefie holocenijskiej równiny zalewowej, ale także na plejstocenijskich tarasach wyższych. Charakterystyczne dla tarasów niższych są formy typów 1, 2 i 3, a dla tarasów wyższych formy typu 4. Analiza zachodzących między nimi relacji przestrzennych pozwala na odtworzenie przypuszczalnego przebiegu procesów kształtujących dno doliny – zwłaszcza morfotwórczej działalności wielkich wód.

Duża zmienność cech morfometrycznych zidentyfikowanych form wpływa na zróżnicowanie warunków siedliskowych, a tym samym na bioróżnorodność w obrębie dna doliny. Dlatego też erozyjne elementy rzeźby powinny być szczegółowo uwzględniane w różnych formach ochrony przyrody na przykład podczas sporządzania planów zadań ochronnych (PZO) dla obszarów Natura 2000.

## Literatura

- Adamczyk, J. i Będkowski, K. (2007). *Metody cyfrowe w teledetekcji*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Albrycht, A. (2001). *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz 531 – Sarnaki*. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.

- Dembek, W., Piórkowski, H. i Rycharski, M. (2000). Mokradła na tle regionalizacji fizycznogeograficznej Polski. *Biblioteczka Wiadomości IMUZ 97*. Falenty: Wydawnictwo IMUZ.
- Falkowski, T. (2006). *Naturalne czynniki stabilizujące wybrane odcinki strefy korytowej Wisły środkowej*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Falkowski, T. i Ostrowski, P. (2010). Morfogeneza powierzchni tarasu zalewowego Wisły w okolicach Magnuszewa w obrazie zdjęć satelitarnych i lotniczych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, 9*, 89-100.
- Geoserwis GDOŚ (2015-07-09). Pobrano z lokalizacji: <http://geoserwis.gdos.gov.pl>.
- Janicki, T. (1999). *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz 496 – Stacja Nurzec*. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Kondracki, J. (2009). *Geografia regionalna Polski*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kozłowski, S. i Wojciechowski, K. (2003). Międzynarodowa ochrona Doliny Bugu. *VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Zagospodarowanie zlewni Bugu i Narwi w ramach zrównoważonego rozwoju”*, Warszawa–Popowo, 23–24 maja 2003.
- Nitychoruk, J., Dzierżek, J. i Stańczuk D. (2003). *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz 532 – Janów Podlaski*. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny.
- Ostrowski, P. (2011). *Wykorzystanie wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych do identyfikacji form rzeźby wybranego fragmentu doliny Bugu*. (Praca doktorska). Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
- Rąkowski, G. (2003). Transgraniczna ochrona przyrody w dolinie Bugu. W J. Dojlido, W. Kowalczewski, R. Miłaszewski, J. Ostrowski (red.), *Rzeka Bug – zasoby wodne i przyrodnicze. Cz. IV. Środowisko przyrodnicze*. Warszawa: Wydawnictwo IMGW.
- Rycharski, M. i Piórkowski, H. (2001). Wpływ warunków geologicznych i rzeźby terenu na zróżnicowanie siedlisk hydrogenicznych w wybranych mezoregionach strefy staroglacjalnej. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 1, (3)*, 23-36.
- Wojciechowski, K. (2003). Europejski korytarz ekologiczny doliny Bugu. W J. Dojlido, W. Kowalczewski, R. Miłaszewski, J. Ostrowski (red.), *Rzeka Bug – zasoby wodne i przyrodnicze. Cz. IV. Środowisko przyrodnicze*. Warszawa: Wydawnictwo IMGW.
- Zwoliński, Z. (1992). Sedimentology and geomorphology of overbank flows on meandering river floodplains. *Geomorphology, 4*, 367-379.

## Streszczenie

**Zróżnicowanie erozyjnych form rzeźby dna doliny w strefie podlaskiego przełomu Bugu.** Celem prowadzonych badań była identyfikacja erozyjnych form rzeźby na zbliżonym do naturalnego (nieobwałowanym) i cennym przyrodniczo (Natura 2000) odcinku dna doliny rzecznej oraz próba ich klasyfikacji. W artykule przedstawiono typy charakterystycznych erozyjnych form rzeźby dna doliny Bugu występujące w strefie jego podlaskiego przełomu. Formy te zidentyfikowano na podstawie analizy wysokorozdzielczych, wielospektralnych zdjęć satelitarnych oraz materiałów kartograficznych (map topograficznych i geologicznych). Poprawność identyfikacji zweryfikowano podczas badań terenowych. Na podstawie zgromadzonych danych podjęto próbę klasyfikacji tych form pod względem cech morfometrycznych i genezy.

## Summary

**The diversity of erosional landforms in the Bug river valley in the Podlasie Region (NE Poland).** The aim of the study was to identify and to classify the erosional landforms developed in the unregulated and protected (Natura 2000) reach of the river valley. The paper presents a typology of ero-

sional landforms developed in the Bug river valley in the Podlasie Region (NE Poland). The landforms boundaries were identified by VHR multispectral remote sensing and analysis of topographical and geological maps. Results of remote sensing and GIS analysis were verified by field works. The last stage of the work was a classification of the landforms considering its morphometry and origin.

**Author's address:**

Piotr Ostrowski  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Katedra Geoinżynierii  
Zakład Hydrogeologii  
ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa  
Poland  
e-mail: piotr\_ostrowski@sggw.pl