

*Adam Łajczak*

## **REGULACJA RZEKI A ZAGROŻENIE POWODZIOWE, NA PRZYKŁADZIE NIDY**

### **Streszczenie**

W pracy zanalizowano wyniki badań nad skutkami geomorfologicznymi i hydrologicznymi prac regulacyjnych i melioracyjnych, podjętych w dolinie Nidy około 45 lat temu. Stwierdzono pozytywne i negatywne skutki tych zabiegów, te ostatnie odnoszą się m.in. do wzrostu zagrożenia powodziowego na około połowie badanego obszaru. Głównym celem pracy jest wskazanie sposobu zmniejszenia ryzyka powodzi, możliwego do zastosowania w dolinie tej rzeki objętej ochroną jako park krajobrazowy i należącej do sieci korytarzy ekologicznych o randze krajowej. Rzeka Nida, od połączenia Czarnej Nidy z Białą Nidą, miała przed regulacją na całej długości meandrowy bieg i minimalny spadek, dlatego cechowała się długotrwałym stagnowaniem wody na równinie zalewowej podczas powodzi. Celem prac regulacyjnych i melioracyjnych miało być zmniejszenie ryzyka powodzi, przyspieszenie odpływu wód powodziowych i częściowe osuszenie dna doliny, użytkowanej wyłącznie jako łąki i pastwiska (rys. 1). Wzdłuż anastomozujących odcinków rzeki, cechujących się cyklicznie zachodzącą awulsją koryta – np. koło Umianowic, występowały rozległe obszary wodno-błotne (rys. 2). W wyniku prac regulacyjnych, które objęły górną połowę rzeki i systematycznie posuwały się z jej biegiem, zachodziło wypływanie koryta poniżej odcinków rzeki z korytem pogłębianym. Proces ten został udokumentowany przez zmiany minimalnych rocznych stanów wody i przepływu pełnokorytowego w rzece w trzech posterunkach wodowskazowych (rys. 3). W górnym odcinku rzeki reprezentowanym przez posterunek w Brzegach o najwcześniej rozpoczętym skracaniu koryta, od około 1960 r. zaznacza się tendencja do jego pogłębiania. Poniżej zachodziło wypływanie koryta Nidy, jednak w wyniku regulacji postępującej w dół rzeki rozpoczął się proces przeciwny – pogłębianie koryta. W efekcie odcinek Nidy z wypływanym korytem przemieszczał się z jej biegiem. W latach 90. XX w.

regulacja Nidy została wstrzymana. Do tego czasu pogłębianie koryta rzeki zbliżyło się do Pińczowa. Wzdłuż dalszego biegu rzeki, od okolic Pińczowa, koryto zostało znacznie wypłycone. Wskazuje na to analiza morfometrii koryta, a także porównanie aktualnej głębokości koryta rzeki ze starorzeczami i odciętymi jej odnogami (rys. 4). Górny, pogłębiony odcinek koryta Nidy cechuje się niewielkim zagrożeniem powodziowym, na co wskazuje krótki czas występowania ponadpełnokorytowych stanów wody (posterunek w Brzegach). W okolicach Pińczowa, gdzie w ostatnich 45 latach zachodziło na przemian wypłykanie i pogłębianie koryta Nidy, czas występowania takich stanów wody w rzece ulegał dużym zmianom. Jednak od ponad 10 lat obserwuje się systematyczny wzrost zagrożenia powodziowego w dolinie Nidy w okolicach Pińczowa (rys. 5). Poniżej tego miasta sytuacja jest pod tym względem, biorąc pod uwagę całą dolinę, najgroźniejsza i będzie się pogarszać, gdyż odcinek rzeki z najbardziej wypłyconym korytem będzie się systematycznie przemieszczać z jej biegiem. Z kolei na wyjątkowo długotrwały czas występowania ponadpełnokorytowych stanów wody w dolnym biegu rzeki w okolicach Wiślicy, w dużym stopniu wpływa efekt cofki wód z koryta Wisły. Za skuteczny sposób zmniejszenia ryzyka powodzi lub choćby prowadzący do zahamowania tego zjawiska w dolinie Nidy od okolic Pińczowa do ujścia rzeki, który może być zaakceptowany przez władze Zespołu Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych, należy uznać rewitalizację największego kompleksu wodno-błotnego w dolinie tej rzeki w okolicach Umianowic. Jeżeli ten obszar będzie ponownie spełniać rolę efektywnego akumulatora wód powodziowych i osadów rzecznych, to proces wypłykania koryta Nidy w jej dalszym biegu zostanie zahamowany, a w przyszłości może być zastąpiony przez powolne wcinanie się rzeki w podłoże, co zaowocuje skróceniem czasu zatapiania równiny zalewowej.

**Słowa kluczowe:** Nida, powódzie, procesy korytowe, regulacja rzeki

## WSTĘP

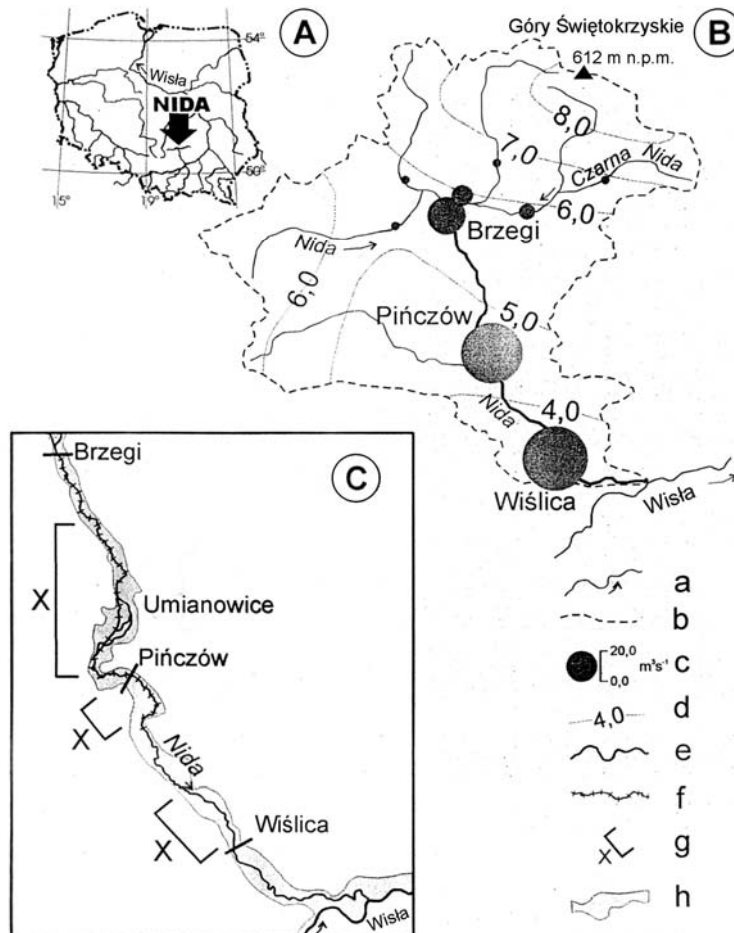
Regulacja rzek, mająca m.in. na celu zmniejszenie ryzyka powodzi – np. poprzez przyspieszenie odpływu wód z dna doliny w korycie rzeki o skróconej długości, biorąc pod uwagę skutki środowiskowe tego zabiegu, jest ostatnio postrzegana jako działanie kontrowersyjne [Kok 1992; Jasnowska 1995; Tomiałojć 1995]. Rezultaty w zakresie prac regulacyjnych są nawet sprzeczne z oczekiwanymi [Kajak, Okruszko 1990; Andrews, Burgess 1991; Finlayson 1991; Angelstam, Arnold 1993]. Skracanie biegu rzek, których koryta są wycięte w łatwo erodowalnym materiale, powoduje szybkie ich pogłębianie, co skutkuje wzrostem objętości przepływu pełnokorytowego i zmniejszeniem częstotliwości ponadkorytowych stanów wody. Jeżeli rzeka nie jest w stanie przetransportować na większe odległości wyerodowanego w korycie

materiału, to ulega on depozycji bezpośrednio poniżej odcinka pogłębianego. W wypływanym odcinku rzeki wydłuża się czas trwania ponadkorytowych stanów wody, czyli w przeciwieństwie do odcinka pogłębianego zwiększa się zagrożenie powodziowe w dolinie. Na taki sposób funkcjonowania dolin objętych pracami regulacyjnymi i melioracyjnymi, zaczęto zwracać uwagę dopiero w ostatnich latach [m.in. Cooper et al. 1987; Howard 1992; Kajak 1993]. Jednym ze skutków wypływania koryt poniżej odcinków rzek o szybko pogłębianym korycie, jest trwałe podnoszenie się poziomu płytkich wód gruntowych w dnie doliny [Żelazo 1993]. Z przyrodniczego punktu widzenia, w przeciwieństwie do oceny tego faktu przez miejscową ludność, zjawisko to można uznać za pozytywne. Proces ten może zostać zahamowany przez zwiększenie depozycji materiału w korycie wyżej położonego odcinka rzeki, np. przez utworzenie zbiornika zaporowego lub w wyniku ustabilizowania koryta na skutek innych zabiegów. W efekcie w dalszym biegu rzeki zredukowane zostaną rozmiary transportu i depozycji materiału. W dolinach o wysokich walorach przyrodniczych i objętych ochroną niewskazane jest stosowanie metod technicznych, mających na celu zahamowanie procesu wypływania lub pogłębiania koryt. Możliwe są natomiast nieinwazyjne metody o charakterze proekologicznym.

Nida jest przykładem rzeki, gdzie obserwuje się pozytywne i negatywne skutki dotychczasowych zabiegów regulacyjnych i melioracyjnych, w aspekcie zagrożenia powodziowego. Celem pracy jest zaprezentowanie skali tych zmian, określenie tempa i uwarunkowań w ich przebiegu, a także wskazanie możliwych sposobów zmniejszenia ryzyka powodzi w dolinie Nidy, która w większości leży w granicach Nadnidziańskiego Parku Krajobrazowego, a w całości wchodzi w obręb jednego z korytarzy ekologicznych. Prezentowane opracowanie jest oparte na wynikach badań autora, prowadzonych na tym obszarze od 1995 r. i nawiązuje do wcześniejszych publikacji [Łajczak 2004, 2005].

## **OBSZAR BADAŃ**

Nida jest lewobrzeżnym wyżynnym dopływem górnej Wisły, o długości 151,2 km i pow. zlewni 3865,4 km<sup>2</sup>, odwadniającym obszary o zróżnicowanej budowie geologicznej i rzeźbie terenu (rys. 1). Koryto rzeki od połączenia Czarnej Nidy z Białą Nidą do ujścia do Wisły ma długość 98,9 km, jest wycięte w drobnoziarnistych piaskach i przed regulacją na całej długości miało bieg meandrowy. O zasobach

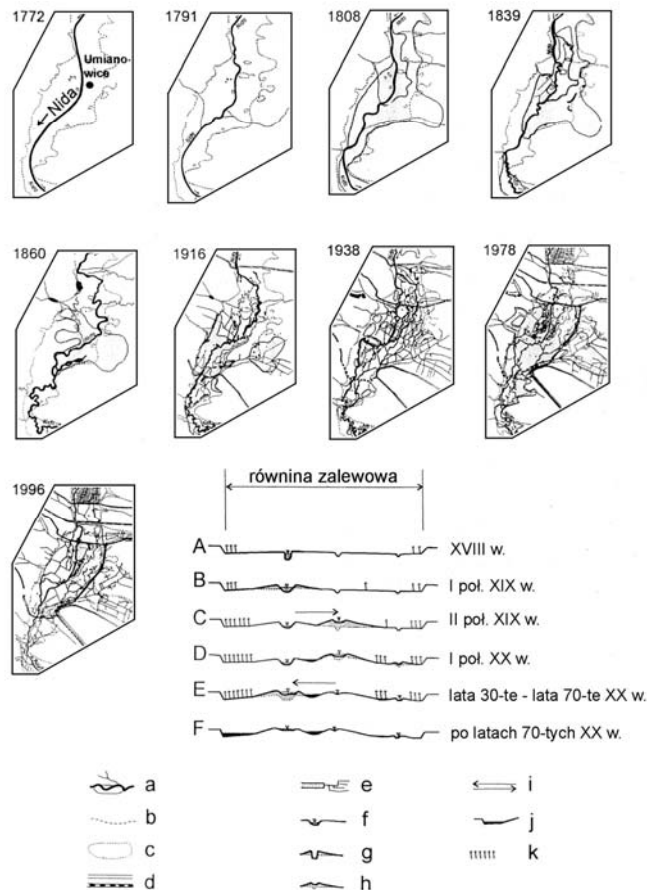


**Rysunek 1.** Obszar badań. A – położenie Nidy na tle Polski, B – Zlewnia Nidy, C – Badany odcinek Nidy, a – rzeki, b – dział wodny, c – średni przepływ ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) w posterunkach wodowskazowych w zlewni Nidy, d – izolinie odpływu jednostkowego średniego ( $1 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) w zlewni, e – bieg Nidy od połączenia Czarnej Nidy z Białą Nidą do ujścia, f – uregulowany odcinek rzeki, g – odcinki rzeki, gdzie koryto miało wcześniej charakter anastomozujący, h – zasięg równiny zalewowej Nidy

**Figure 1.** Study area. A) Nida valley in Poland; B) Nida valley catchment basin; C) study reach: a) rivers, b) watershed; c) average discharge ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) at water gauges in Nida catchment basin, d) isolines of equal average discharge ( $1 \text{ s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) in the catchment basin, e) course of Nida between confluence of Czarna Nida and Biała Nida and confluence with Vistula; f) trained reach, g) formerly anastomosing reach, h) extent of Nida floodplain

wodnych tego odcinka rzeki decyduje Czarna Nida, odwadniająca najwyżej wzniesione obszary w zlewni. Na duże zagrożenie powodziowe wpływa głównie szybki odpływ z tej części zlewni, a także minimalny spadek rzeki (0,5–0,2‰) i jej kręty bieg, które wydłużają czas spływu wód wezbraniowych. Krętość rzeki osiąga średnią wartość 1,34, w niektórych odcinkach nawet przekracza 2,00. Średni przepływ Nidy w odcinku ujściowym wynosi  $22 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , a maksymalny  $519 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Równina zalewowa Nidy jest na całej szerokości regularnie zatapiana podczas wezbrań wiosennych i często latem, a okres stagnowania wód wynosi dwa, a lokalnie nawet pięć miesięcy w roku. Szerokość równiny zalewowej waha się między 0,3 i 5,0 km i jest największa wzdłuż odcinków rzeki o anastomozującym korycie, zwłaszcza w okolicach Umianowic. W takich miejscach występują torfy o grubości od 0,5 do 3 m. Anastomozujący odcinek Nidy pod Umianowicami cechuje się cyklicznymi przerzutami koryta, które zostały odtworzone na podstawie map z ostatnich 230 lat (rys. 2), [Łajczak 2004]. W tym odcinku rzeki, do momentu jej regulacji, zachodziła akgradacja materiału w korycie głównym i korytach bocznych, a także w basenach międzykorytowych zajętych przez rozległe rozlewiska i bagna. Torfowiska z kolei występują głównie w peryferyjnych obszarach równiny zalewowej (*back swamps*). Równina zalewowa wzdłuż anastomozującego biegu Nidy spełniała rolę naturalnego akumulatora wody i osadów, zmniejszała więc zagrożenie powodziowe w dalszym biegu rzeki. Pozostałe dwa anastomozujące odcinki Nidy (pod Pińczowem i powyżej Wiślicy) przestały funkcjonować co najmniej na początku XX w.

W okresie od początku lat 60. do połowy lat 90. XX w. koryto Nidy ulegało skracaniu w wyniku prac regulacyjnych, które postępowały na ogół z biegiem rzeki do okolic Kowali poniżej Pińczowa. Dalszy bieg rzeki aż do ujścia zachował naturalny, bardzo kręty bieg. Wybudowano także wały przeciwpowodziowe, często tylko po jednej stronie rzeki, które zostały nadbudowane po wielkiej powodzi letniej w 1997 r. W 1970 r. Nida pod Pińczowem została skierowana do nowego sztucznego koryta. Na początku lat 90. drastycznym zmianom uległa sieć koryt na obszarze rozlewisk pod Umianowicami, gdzie uformowano nowe sztuczne koryto, a rozległe obszary zostały osuszone siecią głębokich do 2 m kanałów, przy jednoczesnym zasypaniu wielu zapasowych koryt rzeki. W efekcie ten najcenniejszy pod względem przyrodniczym fragment doliny Nidy został nie tylko niemal całkowicie osuszony (zachowały się tylko fragmenty dawnych rozlewisk



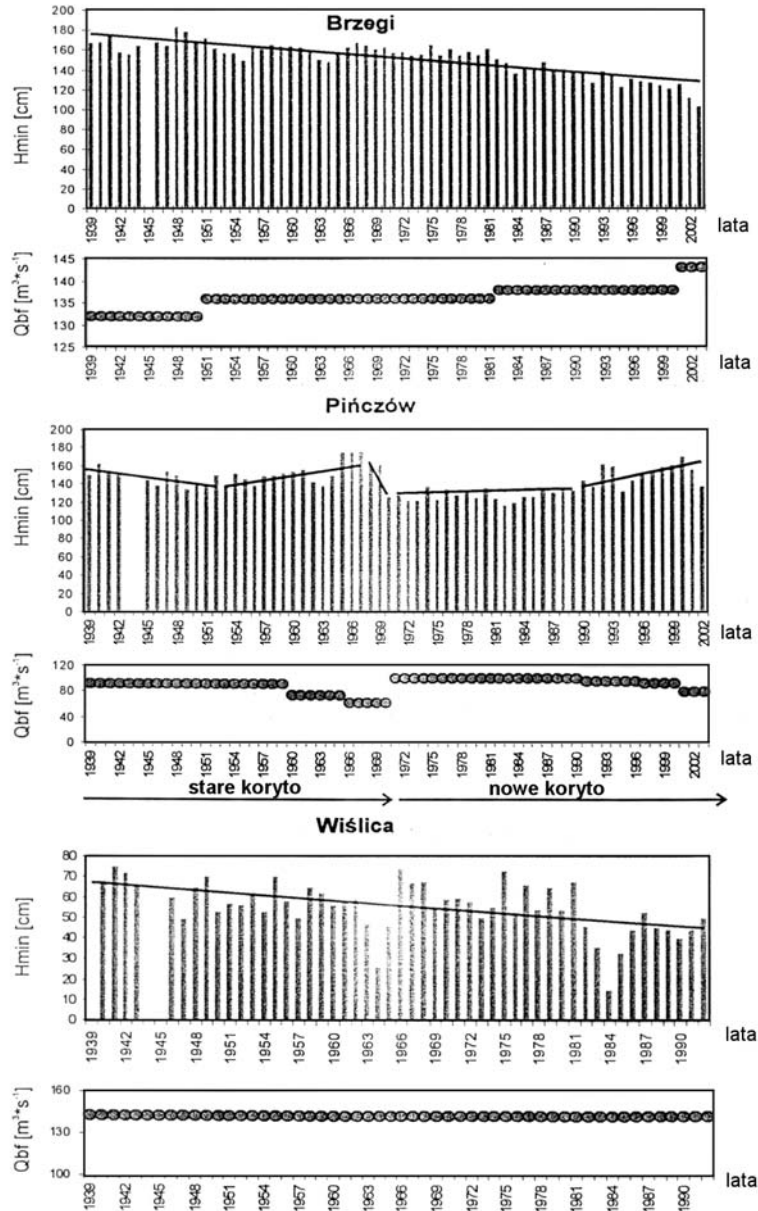
**Rysunek 2.** Zmiany biegu Nidy na odcinku anastomozującym koło Umianowic, odtworzone na podstawie map z lat 1772–1996. A)–F) – schemat ilustrujący przerzuty koryt i zmiany w ukształtowaniu równiny zalewowej od XVIII w. do końca XX w. a – koryto główne, koryta zapasowe, koryta dopływów, b – zasięg równiny zalewowej, c – zasięg obszarów podmokłych, d – drogi, koleje (wąskotorowe, LHS), e – rowy odwadniające, f – głębokie i wąskie koryta rzeki meandrującej, g – koryto z nadbudowanymi wałami przykorytowymi, h – bardzo wypłycone koryto, i – kierunku awulsji koryta głównego, j – rozlewiska wodne, k – torfy

**Figure 2.** Changes of course of Nida along its anastomosing reach near Umianowice hindcast using 1772–1996 maps. A)–F) diagram illustrating channel movements and modifications of floodplain morphology from the 18<sup>th</sup> c. until the end of the 20<sup>th</sup> c. a) main channel, parallel channels and tributary channels, b) extent of floodplain, c) extent of wet areas, d) roads and rail (narrow gauge and LHS), e) drainage ditches, f) deep and narrow channel of meandering river, g) channel with levees, h) very shallow channel, i) main directions of channel avulsion, j) stagnating water areas, k) peat bog

wodnych i bagien), praktycznie przestał on także spełniać swoją podstawową funkcję akumulatora wody i osadów. Obszar ten jest obecnie strefą tranzytową, a nawet w pewnym stopniu dostarcza materiału z pogłębianego koryta rzeki. Na skutek protestu środowisk przyrodniczych od dziesięciu lat nie podejmuje się już prac regulacyjnych i melioracyjnych w Nadnidziańskim Parku Krajobrazowym. Jedynym zabiegiem technicznym mającym na celu choć częściową poprawę stosunków wodnych na obszarze byłych rozlewisk pod Umianowicami są trzy niskie progi piętrzące w korycie Nidy, skąd jest kierowana część wód do nielicznych zachowanych jeszcze odciętych zakoli lub odnóg rzeki.

### WYNIKI BADAŃ

Wyniki wieloletnich obserwacji wodowskazowych w trzech posterunkach na Nidzie (Brzegi, Pińczów, Wiślica) wskazują na zróżnicowane kierunki zmian w przebiegu minimalnych rocznych stanów wody w okresie 1939–2002 (rys. 3). Na tej podstawie można wnioskować o dominującej tendencji do pogłębiania lub wypływania koryta w tych posterunkach, reprezentujących odcinki rzeki o zróżnicowanym zaawansowaniu prac regulacyjnych. W Brzegach (uregulowany odcinek rzeki) do około 1960 r. koryto Nidy było stabilne, od tego czasu do dzisiaj zaznacza się systematyczne pogłębianie koryta rzeki. Tendencja do pogłębiania koryta Nidy obejmowała w następnych latach coraz niżej położone odcinki rzeki, co nie zostało jednak udokumentowane w wyniku pomiarów Państwowej Służby Hydrologicznej, gdyż aż do Pińczowa brak na tym odcinku rzeki posterunków wodowskazowych (posterunek w Motkowicach funkcjonował w zbyt krótkim okresie). Dowodów na pogłębienie koryta tego odcinka Nidy dostarczają natomiast badania geomorfologiczne. Materiał pochodzący z pogłębiania koryta był przemieszczany z biegiem rzeki na stosunkowo krótkim dystansie. Generalne przesuwanie się w dół Nidy krótkich odcinków pogłębianego koryta (postępy prac regulacyjnych w dół rzeki) powodowało automatyczne przesuwanie się odcinków koryta z wypływanym korytem. Dlatego w Pińczowie do 1970 r. dominowała tendencja do wypływania koryta, co było powodem utworzenia nowego sztucznego koryta rzeki w okolicach tej miejscowości. Nowe koryto utrzymywało przez pewien czas swoją początkową głębokość. Później zaczęło jednak ulegać szybkiemu wypływananiu – zwłaszcza od lat 90. XX w., kiedy pracami regulacyjnymi objęte było koryto rzeki w okolicach Umianowic.



**Rysunek 3.** Minimalne roczne stany wody,  $H_{min}$ , w posterunkach wodowskazowych na Nidzie (Brzegi, Pińczów, Wiślica) w latach 1939–2003, na tle zmian przepływu pełnokorytowego  $Q_{bf}$

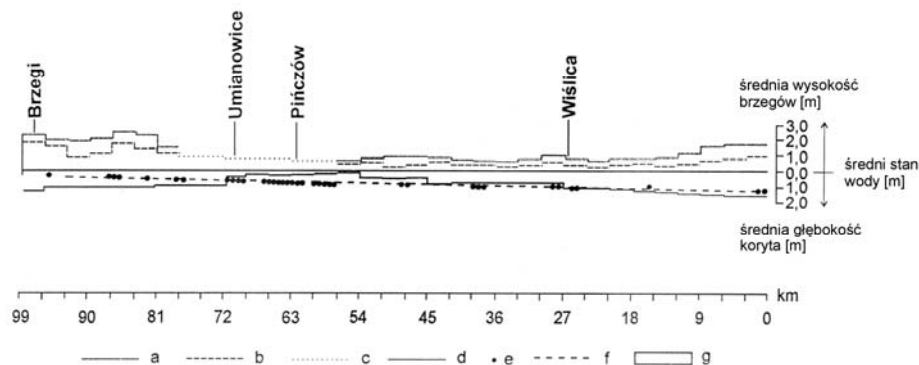
**Figure 3.** Minimum annual water levels,  $H_{min}$ , at Nida water gauges (Brzegi, Pińczów, Wiślica) during 1939–2003 vs. bankfull discharge,  $Q_{bf}$



Wypłykanie koryta Nidy poniżej Pińczowa nie zostało udokumentowane wynikami obserwacji wodowskazowych, gdyż aż do Wiślicy brak na tym odcinku rzeki posterunków hydrometrycznych. Badania morfologii koryta wskazują jednak na znaczne wypłykanie koryta Nidy na długim odcinku poniżej Pińczowa. Z kolei koryto Nidy w Wiślicy nie wykazywało w analizowanym okresie tendencji do wypłykania, co oznacza, że strefa wzmożonej depozycji materiału jeszcze nie osiągnęła tej miejscowości.

Przebieg minimalnych rocznych stanów wody Nidy w wymienionych posterunkach wodowskazowych wykazuje „zwierciadlane odbicie” z przebiegiem zmian przepływu pełnokorytowego (rys. 3). W ten sposób udokumentowany został fakt wzrostu objętości przepływu pełnokorytowego wraz z pogłębianiem się koryta i jego zmniejszania wraz z wypłykaniami się koryta. Wielokierunkowy przebieg tych zmian miał miejsce tylko w okolicach Pińczowa. Na tej podstawie można się spodziewać odmiennych tendencji w nasileniu zagrożenia powodziowego w poszczególnych odcinkach Nidy o skrajnie różnym zaawansowaniu prac regulacyjnych.

Tendencje do pionowych zmian koryta Nidy, uzyskane na podstawie wyników obserwacji wodowskazowych zostały potwierdzone badaniami geometrii koryta rzeki. Badania te objęły ustalenie profili poprzecznych koryta rzeki w odstępach co około 100–200 m. Dane uzyskane z każdego profilu pomiarowego (szerokość koryta, jego maksymalna i średnia głębokość, wysokości obu brzegów) stanowiły podstawę obliczenia średnich wielkości tych parametrów koryta dla jego kolejnych odcinków o długości 3 km (rys. 4). Zmierzono także maksymalne głębokości wszystkich starorzeczy i odciętych odnóg rzeki, przyjmując założenie, że są one równe lub mniejsze od głębokości koryta rzeki z okresu ich odcięcia. Wartości te naniesione na rysunku układają się wzdłuż linii prostej i wykazują wzrastające wartości z biegiem rzeki. Skutkiem krętego biegu Nidy, w znacznym stopniu zachowanego w uregulowanym odcinku rzeki, jest duża różnica wysokości między obu brzegami. Średnia głębokość koryta jest wzdłuż uregulowanego odcinka Nidy wyraźnie większa od głębokości starorzeczy i odciętych odnóg rzeki, czego dowodzi nawet 1 m pogłębienia koryta w okresie poregulacyjnym i potwierdza wskazaną wcześniej tendencję w przebiegu minimalnych rocznych stanów wody w Brzegach. Na znaczne pogłębienie koryta tego odcinka Nidy wskazują także względnie duże wysokości brzegów rzeki. W dalszym biegu Nidy, w okolicach



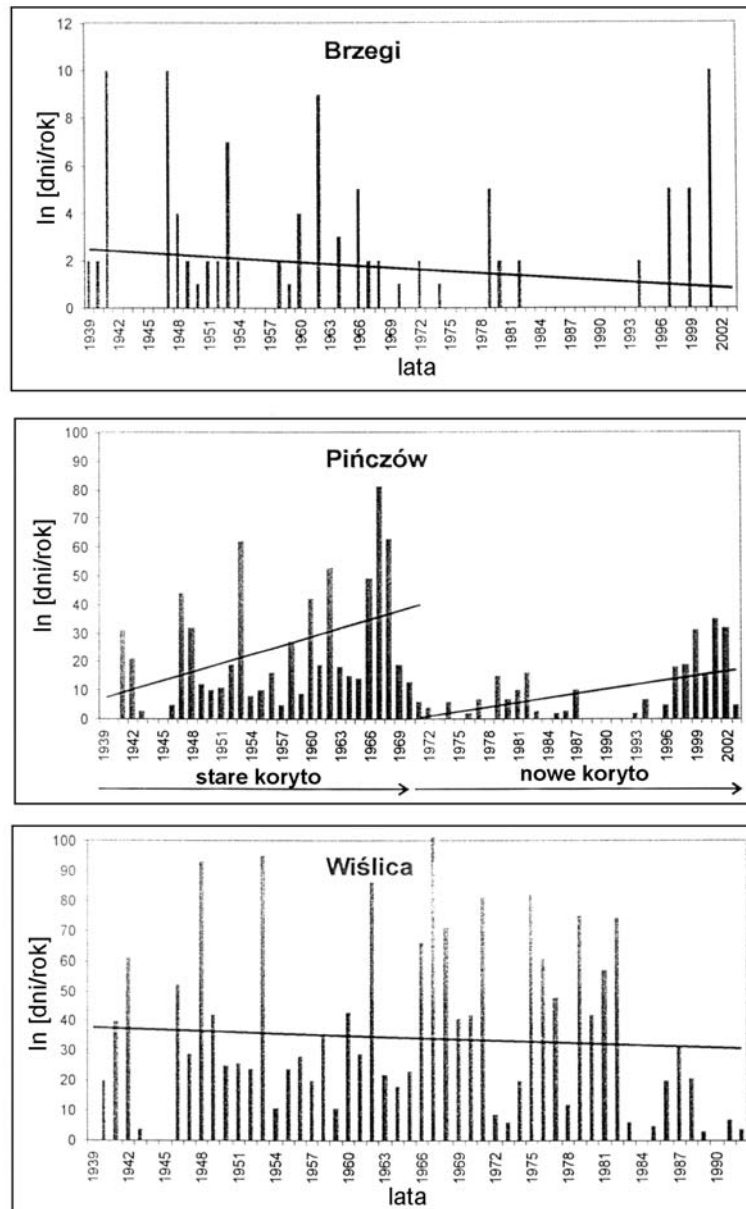
**Rysunek 4.** Zróznicowanie wysokości brzegów i głębokości koryta Nidy w profilu podłużnym rzeki od połączenia Czarnej Nidy z Białą Nidą do ujścia. Przedstawiono uśrednione wartości dla kolejnych 3 km odcinków rzeki: a – średnia wysokość brzegu wyższego, b – średnia wysokość brzegu niższego, c – średnia wysokość obu brzegów sztucznego koryta, d – średnia głębokość koryta, e – maksymalna głębokość w kolejnych starorzeczach i odciętych odnogach rzeki i ich lokalizacja, f – przypuszczalna głębokość koryta Nidy przed rozpoczęciem prac regulacyjnych, g – odcinek wypłyconego koryta rzeki

**Figure 4.** Bank height and channel depth along the Nida longitudinal profile from the Czarna Nida and Biała Nida confluence to the Vistula confluence. Average values of sequential three-kilometre reaches: a) average height of the higher bank, b) average height of the lower bank, c) average height of both banks in artificial reaches, d) average channel depth, e) maximum depth in oxbow lakes and cut-off branches and their location, f) probable depth of Nida channel prior to training project, g) shallowed channel reach

Umianowic, ze względu na późno wykonane prace regulacyjne, pogłębienie koryta rzeki nie osiągnęło jeszcze tak zaawansowanych rozmiarów. Długi przekop, którym płynie Nida, ma zbliżone wysokości obu brzegów. W korycie rzeki poniżej Umianowic, pomimo wykonanych w tym miejscu prac regulacyjnych, zachodzi już agradacja materiału dostarczanego z wyżej położonego, długiego uregulowanego odcinka rzeki. Dlatego od tego miejsca aż do Kowali poniżej Pińczowa koryto Nidy cechuje się wyjątkowo niewielką głębokością, a także niskimi brzegami (ponad dwukrotnie niższymi niż powyżej Umianowic i w okolicach Brzegów). Ten odcinek koryta Nidy należy uznać za główną strefę depozycji materiału, który został wyerodowany w wyżej położo-

nym uregulowanym odcinku rzeki. Oznacza to równocześnie, że przemieszczenie tego materiału zaszło na stosunkowo krótkim dystansie, czego przyczyną niewątpliwie jest minimalny spadek rzeki. Wypłycone koryta Nidy w okolicach Pińczowa można oszacować na 0,5–1,0 m. W dalszym biegu Nidy zaznacza się systematyczny wzrost głębokości koryta. Jego głębokość zbliżona do starorzeczy sugeruje, że nie zostało ono jeszcze wypłycone. Z kolei nieco większą głębokość koryta w ujściowym odcinku rzeki, w stosunku do głębokości sąsiadujących starorzeczy, można tłumaczyć nadal trwającym poregulacyjnym pogłębianiem koryta Wisły i w efekcie pogłębianiem tego odcinka Nidy. Mogą to potwierdzać zwiększone wysokości brzegów rzeki. Analizując różnicowanie głębokości koryta Nidy, zauważa się zbliżoną długość odcinka pogłębianego między Brzegami i Umianowicami i odcinka wypłyconego w okolicach Pińczowa. Także objętość wyerodowanego materiału w pierwszym odcinku jest zbliżona do objętości zdeponowanego materiału w korycie rzeki w jej dalszym biegu. Może to oznaczać krótki transport tego materiału, którego strefa maksymalnej depozycji minęła Pińczów. W przyszłości strefa najsilniejszej agradacji w korycie Nidy będzie się przemieszczać w stronę Wiślicy, nawet w warunkach wstrzymania prac regulacyjnych na całej długości rzeki. Tempo przemieszczania materiału i w efekcie tempo przesuwania się strefy z najpłytszym korytem o najniższych brzegach rzeki, będzie prawdopodobnie coraz wolniejsze z uwagi na malejący z biegiem Nidy jej spadek.

Skutkiem poregulacyjnych zmian w głębokości koryta Nidy jest duże różnicowanie w czasie trwania ponadpełnokorytowych stanów wody wzdłuż jej biegu (rys. 5). W najdłużej uregulowanym odcinku rzeki, reprezentowanym przez posterunek wodowskazowy w Brzegach, czas trwania stanów wody powodujących zatopienie równiny zalewowej jest bardzo skrócony i wynosi do kilku dni w roku. W większości lat z okresu 1939–2002 nie jest dłuższy niż dwa dni, a w niektórych latach zjawisko takie w ogóle się nie zaznaczyło. Z upływem czasu zaznacza się malejąca tendencja w czasie trwania ponadpełnokorytowych stanów wody w Brzegach. W odcinku Nidy, gdzie zdeponowana została największa ilość materiału piaszczystego, reprezentowanym przez posterunek wodowskazowy w Pińczowie, liczba dni z takimi stanami wody wykazywała tendencję wzrastającą do wartości nawet około 80 w roku, by po przerzuceniu rzeki do nowego głębokiego koryta gwałtownie zmaleć do kilku w roku. W latach 90. XX w.



**Rysunek 5.** Czas trwania ponadpełnokorytowych stanów wody,  $I_n$ , w posterunkach wodowskazowych na Nidzie (Brzegi, Pińczów, Wiślica) w latach 1939–2003

**Figure 5.** Duration of over bankfull water stages,  $I_n$ , at Nida water gauges (Brzegi, Pińczów, Wiślica) during 1939–2003

na skutek szybkiego wypływania tego koryta liczba dni ze stanami ponadpełnokorytowymi zaczęła gwałtownie się zwiększać do poziomu 30 w roku. Poniżej Pińczowa w miejscu największego wypłyenia koryta Nidy brak obserwacji wodowskazowych. Z wywiadów z miejscową ludnością wiadomo jednak, że czas stagnowania wód na równinie zalewowej wynosi w tej części doliny Nidy nawet do trzech miesięcy w roku. W dalszym biegu rzeki, w Wiślicy, stany wody ponadpełnokorytowe zaznaczają się już w prawie każdym roku, czego przyczyną jest podpieranie wód w ujściowym odcinku koryta Nidy przez wody Wisły podczas wysokich stanów wody w tej ostatniej rzece. Czas stagnowania wód na równinie zalewowej Nidy pod Wiślicą wykazuje duże zmiany w wieloleciu (od kilku do około stu dni w roku) i jest najdłuższy w dolinie Nidy. Ponieważ koryto rzeki nie zostało w tym miejscu jeszcze wypłycone, za przyczynę tego zjawiska należy uznać wyłącznie zjawisko cofki wód podczas wysokich stanów wody w Wiśle (amplituda wahań stanów wody w posterunku wodowskazowym w Karsach przekracza 10 m). Dotarcie „fali” materiału piaszczystego z okolic Pińczowa w rejon Wiślicy spowoduje niewątpliwie jeszcze większe wydłużenie czasu trwania ponadpełnokorytowych stanów wody. Z ujściowego odcinka Nidy, poniżej Wiślicy, materiał ten będzie już łatwiej usuwany do koryta Wisły, co złagodzi sytuację powodziową w dolinie Nidy między Wiślicą i Nowym Korczynem.

#### **PROPOZYCJA ZŁAGODZENIA SYTUACJI POWODZIOWEJ W DOLINIE NIDY**

Nida wyróżnia się wśród rzek na obszarze Wyżyn Polskich dużym zagrożeniem powodziowym. Na taki charakter rzeki zwrócono uwagę już w przeszłości; nazwa „Nida” pochodzi z języka celtyckiego i oznacza rzekę płynącą leniwie i szeroko rozlewającą swoje wody. Miejscowa ludność zawsze żyła w zgodzie z rzeką i tereny zalewowe użytkowała tylko jako łąki i pastwiska. Zagrożenie powodziowe w środkowym odcinku doliny Nidy zostało zwiększone w drugiej połowie XX w., co stanowi skutek prac regulacyjnych i melioracyjnych przeprowadzonych w wyżej położonym odcinku rzeki. Można się spodziewać zwiększania zasięgu obszaru w dół rzeki o podwyższonym ryzyku powodzi. Należy więc zadać pytanie, w jaki sposób można zmniejszyć zagrożenie powodziowe w dolinie Nidy i jednocześnie nie naruszyć przepisów obowiązujących ochrony przyrody w Nadnidziań-

skim Parku Krajobrazowym, a także przepisów dotyczących funkcjonowania korytarzy ekologicznych w Polsce. Jeżeli wyeliminować zabiegi o charakterze wyłącznie technicznym (zbiornik zaporowy w górnym biegu rzeki, poszerzenie strefy międzywala), to możliwym do zastosowania i akceptowanym przez środowisko przyrodnicze powinien być program renaturyzacji obszarów podmokłych wzdłuż byłych odcinków anastomozujących rzeki. Kluczową rolę w tym względzie będzie miał największy obszar rozlewisk powyżej Pińczowa – w okolicach Umianowic. Likwidacja rowów odwadniających, udroźnienie koryt zapasowych rzeki i skierowanie do nich części wód z koryta głównego, spowoduje ponowny wzrost uwilgocenia rozległego fragmentu równiny zalewowej Nidy. Konieczne będzie utworzenie dodatkowych niskich podpiętrzeń wody w korycie głównym, umożliwiających skierowanie wody do koryt zapasowych. Obszar ten będzie ponownie spełniał funkcję akumulatora wód powodziowych, a także osadów. Należy się spodziewać postępującej agradacji w korytach Nidy na tym obszarze, co zaowocuje zwiększaniem zasięgu rozlewisk wodnych. Filtrowanie wody przez roślinność bagienną przyczyni się do wzrostu czystości rzeki. W tej sytuacji Nida będzie transportowała poniżej tego obszaru zmniejszone ilości materiału, w efekcie zagrożenie powodziowe w okolicach Pińczowa nie będzie się zwiększać. Jednocześnie wysokość fal wezbraniowych ulegnie zmniejszeniu, gdyż wcześniej – na obszarze rozległych rozlewisk – zostaną one spłaszczone.

Rozlewiska w dolinie Nidy w okolicach Umianowic spełniały funkcję podobną do przewidywanej w latach 70. XX w., a więc w okresie, kiedy prace regulacyjne jeszcze nie osiągnęły tego fragmentu doliny [Łajczak 2004]. Zwiększony w tych latach obszar rozlewisk, jak również długość bocznych koryt (rys. 2), stanowił rezultat depozycji materiału piaszczystego dostarczanego na skalę masową z wyżej położonego, długiego odcinka rzeki o przeprowadzonych lub trwających wtedy pracach regulacyjnych. O skali rozmiarów zatrzymywania materiału w rozlewiskach koło Umianowic może świadczyć długotrwała pionowa stabilizacja nowego koryta rzeki pod Pińczowem (rys. 3). Wybitnie zredukowany wtedy czas występowania ponadpełnokorytowych stanów wody (rys. 5) uległ zwiększeniu dopiero w latach 90. XX w., kiedy niemal całkowicie zostały zdemastowane rozlewiska pod Umianowicami.

## WNIOSKI

Wdrożenie programu renaturyzacji rozlewisk w dolinie Nidy w okolicach Umianowic, a ściślej między Motkowicami i Kopernią, jedynie zahamuje postępujący obecnie wzrost zagrożenia powodziowego w okolicach Pińczowa. Długofalowym skutkiem odtworzenia największego w dolinie Nidy (i w całej Polsce południowej) obszaru wodno-błotnego, będzie stopniowe usuwanie przez rzekę w jej dalszym biegu nagromadzonych wcześniej dużych ilości materiału piaszczystego w korycie. Przewidywany, postępujący wzrost głębokości koryta Nidy w okolicach Pińczowa i spłaszczenie fal wezbraniowych na skutek oddziaływania rozlewisk, będą powodowały coraz mniejsze zagrożenie powodziowe w tym odcinku doliny. Przyspieszenie tego procesu w wyniku działań o charakterze technicznym wydaje się niemożliwe. Wraz z poprawą sytuacji w rejonie Pińczowa należy brać pod uwagę realny wzrost zagrożenia powodziowego w dalszym biegu Nidy, w kierunku Wiślicy.

## BIBLIOGRAFIA

- Andrews J.H., Burgess N.D. *Rationale for creation of artificial wetlands*. [In:] C.M. Finlayson, T. Larsson (Eds.) *Proc. Workshop: Wetland management and restoration*. Swedish Environ. Protection Agency, Report 3992, 1991, p. 24–32.
- Angelstam P., Arnold G.W. *Contrasting roles of remnants in old and newly impacted landscapes: lessons for ecosystem reconstruction*. [In:] D.A. Saunders, R.J. Hobbs, P.R. Ehrlich (Eds.) *Nature conservation*, 3, Surrey Beatty & Sons, Sydney, 1993, p. 109–125.
- Cooper J.R., Giliam J.W., Daniels R.B., Robarge W.P. *Riparian areas as filters for agricultural sediment*. *J. Soil. Sci. Soc. Am.*, 51, 1987, p. 416–420.
- Finlayson C. M., *Wetland management and restoration: summary*. [In:] C.M. Finlayson, T. Larsson (Eds.) *Proc. Workshop: Wetland management and restoration*. Swedish Environ. Protection Agency, Report 3992, 1991, p. 174–179.
- Howard A.D. *Modelling channel migration and floodplain sedimentation in meandering streams*. [In:] P.A. Carling, G.E. Petts (Eds.) *Lowland Floodplain Rivers: Geomorphological Perspectives*. Wiley, Chichester 1992, UK.
- Jasnowska J. *Impact of drainage in the light of geobotanical studies*. [In:] L. Tomiałojć (Ed.) *Ecological aspects of land reclamation*. P.A.of Sci., Kraków, 1995, p. 27–35.
- Kajak A. *The Vistula river and its riparian zones*. [In:] A. Hilbricht-Ilkowska, E. Pieczyńska (Eds.) *Nutrient dynamics and retention in land/water ecotones of lowland temperate lakes and rivers*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht–Boston–London, 1993, p. 149–157.
- Kajak A., Okruszko H. *Grassland on drained peats*. [In:] A. Breymeyer (Ed.) *Managed Grasslands*. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam, 1990, p. 213–253.

- Kok G. J. *Environmental Impact Assessments. Land and water Int.*, 73, 1992, p. 6–9.
- Łajczak A. *Negative consequences of regulation of a meandering sandy river and proposals tending to diminish flood hazard. Case study of the Nida river, southern Poland.* Proc. of the Ninth Intern. Symp. on River Sedimentation, Yichang, China, 2004, p. 1773–1783.
- Łajczak A. *Negatywne skutki regulacji meandrującej rzeki o piaszczystym korycie I propozycje zmierzające do zmniejszenia ryzyka powodzi. Na przykładzie Nidy, rzeki z południowej Polski.* [w] S. Ignar (red.) *Nietechniczne metody ochrony przed powodzią.* Wyd. SGGW, Warszawa, 2005, s. 129–134.
- Tomiałojć *An ecological view of drainage projects in Poland against the background of predicted environmental changes.* [In:] L. Tomiałojć (Ed.) *Ecological aspects of land reclamation.* P.A.of Sci., Kraków, 1995, p. 49–70.
- Żelazo J. *The recent views on the small lowland river training.* [In:] L. Tomiałojć (Ed.) *Nature and environment conservation in the lowland river valleys in Poland.* P.A.of Sci., Kraków, 1993, p. 145–154.

Dr hab. Adam Łajczak prof. UŚ  
Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi  
ul. Będzińska 60  
41-200 Sosnowiec  
E-mail: alajczak@o2.pl

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bednarczyk

*Antoni Łajczak*

## **RIVER TRAINING VS. FLOOD EXPOSURE. THE EXAMPLE OF THE RIVER NIDA, POLAND**

### **SUMMARY**

The paper summarises research into the geomorphological and hydrological effects of river training and improvement measures taken 45 years ago in the Nida valley. Positive and negative effects were identified, the latter including an increased flood exposure in half of the study area. The study aimed to find a feasible solution that would mitigate the flood risk. The valley is protected as a landscape park and belongs to a network of environmental corridors of national importance. Prior to the training measures, the River Nida, down from the confluence of the Czarna Nida and Biała Nida, ran in an entirely meandering channel with a minimal gradient causing



long-term stagnation of the floodwater in the floodplain. The training and melioration measures were aimed at mitigating the flood risk, accelerating flood water drainage and draining part of the valley that had been used solely as meadows and pastures (Fig. 1). Vast wet marsh areas prone to cyclical channel avulsion were predominant along the braided reaches, such as near Umianowice (Fig. 2). As the engineering project started in the upper river course and continued downstream, the channel reaches directly below the newly deepened reaches became shallower. The process was documented by records of minimum annual water levels and bankfull discharges measured at three water gauges (Fig. 3). Measurements at the water gauge at Brzegi in the upper course, the first to undergo the training measures, indicate a deepening trend from ca. 1960 onwards. Downstream the channel initially began to get shallower, but the trend was fully reversed as the engineering project continued. This pattern of the shallowing channel reach travelling downstream continued until the project was halted near the town of Pińczów in the 1990s. Below the town the channel has become much more shallow, as was indicated during an analysis of its morphometry and a comparison of depths with those in oxbow lakes and cut off branches (Fig. 4). The deepened channel upstream is exposed to just minor flood risk, as indicated by short durations of over bankfull water stages (the Brzegi gauge). While the channel near Pińczów, with its alternating periods of deepening and shallowing, experienced a wide variation in the duration of such water level periods during the last 45 years, the flood risk has been consistently increasing during the last ten years (Fig. 5). Downstream of the town the flood risk is greater than anywhere else in the valley and it is bound to continue to grow as the shallowed channel zone will travel further down the river. Further downstream, near Wiślica, the Nida's particularly long periods of over bankfull water stages are a result of the backwater effect from the confluence with the River Vistula. There is one way to effectively mitigate or at least to halt the increase of the flood risk in the Nida valley between Pińczów and the confluence that would also be acceptable to the authorities of the local Landscape Parks (*Zespół Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych*). This is to revitalise the largest wet marsh area in the valley near Umianowice. As soon as this area can resume its role as an effective retention zone for flood water and bedload, the Nida channel shallowing process will stop and might possibly be replaced by downcutting, thus shortening the floodplain flooding in the future.

**Key words:** River Nida, floods, fluvial processes, river training