

JUSTYNA WAROWNA

GEOMORFOLOGICZNE I KRAJOBRAZOWE SKUTKI ZMIANY REŻIMU HYDROLOGICZNEGO WISŁY W PRZEŁOMIE ŚRODKOWOPOLSKIM

WPROWADZENIE

Celem artykułu jest ukazanie zmian, jakie nastąpiły w rzeźbie fluwialnej przelomowego odcinka doliny Wisły przez wał metakarpacki. Przedział czasowy obejmuje okres kilkuset lat, ze szczególnym uwzględnieniem ostatnich dwu stuleci. Analizę oparto na dostępnych materiałach kartograficznych, zdjęciach lotniczych i obserwacjach terenowych.

CECHY FIZJOGRAFICZNE ODCINKA

Analizowany fragment doliny Wisły znajduje się w jej środkowym biegu, w obrębie Małopolskiego Przełomu Wisły, który zaczyna się powyżej Zawichostu, a kończy poniżej Puław. Mimo przecinania pasa wyżynnego rzeka ma spadek typowy dla rzek nizinnych - 0,0024 ‰. Istotną cechą hydrologiczną jest charakter tranzytowy tego odcinka, wynikający z braku dużych dopływów. Nadto podczas stanów wysokich obserwuje się spadek wielkości przepływu pomiędzy posterunkiem wodowskazowym w Zawichoście a Puławami, wyjaśniany infiltracją wody w aluwia (Soja, Mrozek, 1990). Morfologicznie odcinek ten odróżnia się bardzo wyraźnie od innych części doliny przez swoje głębokie wcięcie w górnokredowe skały węglanowe, co nadaje mu charakter przelomowy. Wysokość pionowych ścian skalnych sięga 30 m, a stosunkowo wąskie dno doliny, od 2 do 5 km, potęguje wrażenie przelomu. Jedynie w środkowej części analizowanego odcinka szerokość doliny zwiększa się do 10 km, co uwarunkowane jest mniejszą odpornością skał. Dno doliny wyścielone jest kilkudziesięciometrowej grubości warstwą osadów aluwialnych i fluwioglacjanych, głównie o charakterze piaszczysto-żwirowym, natomiast w rzeźbie większość powierzchni stanowi równia zalewowa. Terasa średnia, o wysokości 5-8 m, znajduje się wyłącznie w prawostronnym rozszerzeniu doliny pomiędzy Kamieniem i Podgórzem. Ze względu na piaszczysty charakter i zwydmienie powierzchni terasa porośnięta jest lasem. Wyższe terasy, o wysokości kilkunastu metrów, występują szczytkowo w postaci bardzo słabo czytelnych półek ułożonych u wylotu dopływów (Pożaryski, Kalicki, 1995). W rzeźbie równi zalewowej, zróżnicowanej hipsometrycznie, widoczne są 2 obszary o odmiennych cechach. W rozszerzeniu: dno doliny rzeki meandrującej, z licznymi starorzeczami i długimi serpentynami porzuconych koryt, natomiast współczesne koryto i prawie całe dno pozostałej części doliny, charakteryzują cechy rzeźby rzeki roztokowej: wydłużone romboidalne odsypy oddzielone wąskimi, długimi obniżeniami, będącymi śladami zasypanych kanałów roztokowych.

TRANSFORMACJA WISŁY PRZEŁOMOWEJ

Przemiany krajobrazu przelomowego odcinka doliny Wisły związane są nie tylko z bezpośrednią ingerencją człowieka na tym terenie (osadnictwo i rolnictwo), lecz także ze zmianami warunków środowiskowych, jakie miały miejsce w pogórskiej części dorzecza

i w odcinku nizinnym, położonym bezpośrednio poniżej przelomu małopolskiego. Drugie z nich związane są ze zmianą reżimu hydrologicznego rzeki. Ochłodzenie klimatyczne małej epoki lodowej objawiające się również wzrostem opadów oraz stopniowa ekspansja terenów rolniczych zwiększyła wielkość spływu powierzchniowego. Do rzek dostawało się w ten sposób w krótkim czasie więcej wody. Reakcją rzeki na powtarzające się coraz częściej gwałtowne zasilanie jest prostowanie koryta, ułatwiające odprowadzenie wody. Jednocześnie ze zwiększoną ilością wody powiększyła się ilość materiału transportowanego przez rzekę pochodzącego z denudacji pól uprawnych (materiał pylasto-ilasty) a przede wszystkim z erozji koryt (głównie brzegów), jaka zaistniała w efekcie przepływu dużej ilości wód. Materiałem pobieranym były aluwia, w dużej mierze plejstoceńskie, a więc grubsze, piaszczyste, niekiedy nawet żwirowe. Zwiększenie udziału frakcji grubszej spowodowało zmianę obciążenia rzeki z zawieszinowego (lub mieszanego) na dennego. Sprawne transportowanie dużych ilości rumowiska dennego zależne jest od szerokości dna rzeki. Stąd oprócz prostowania koryta doszło również do znacznego jego poszerzenia.

W przelomie małopolskim transformacja koryta w typ roztokowy miała miejsce wcześniej w części północnej. Opisane wyżej zjawisko czytelne jest na mapie opracowanej przez M. von Heldensfelda w latach 1801-1804 (vide Sawicki, 1928). Koryto w tej części przelomu było już proste, szerokie (800-1000 m), roztokowe z licznymi odsypami wewnętrznymi. W części południowej jest znacznie węższe (200-400 m), dość zwarte, z dobrze czytelnymi naprzemianległymi zakolami i odsypami położonymi w ich obrębie. Wcześniejszą transformację odcinka północnego można wyjaśnić jedynie poprzez zjawisko awulsji i silnego skrócenie koryta Wisły na odcinku pomiędzy Borową a Stężycą (rejon ujścia Wieprza). Według analiz H. Maruszczaka (1997), zjawisko to miało miejsce pod koniec XVI w. i w wyniku znacznego wzrostu spadku rzeki, przepływy powodziowe dokonały zmian cech koryta przekształcając w roztokowe i stopniowo transformacja ta przemieszczała się w górę rzeki (tzw. sterowanie od dołu).

Przemiana koryta Wisły przelomowej idąca zgodnie z zasilaniem od góry odbyła się w bardziej spokojny sposób. Mapy topograficzne z XIX w. ukazują stopniowy wzrost szerokości koryta przy jednoczesnym spadku krętości i coraz liczniejsze tworzenie się mielizn, odsypów i piaszczystych wysp. Ujednoczenie cech rzeki w całym przelomie dokonało się dopiero pod koniec XIX w. W transformacji tej, sterowanej od góry, duże znaczenie miały prace regulacyjne wykonane na Wiśle na wschód od Krakowa po roku 1850 polegające na prostowaniu koryta przekopami i zwężaniu systemem ostróg (Trafas, 1975), oraz w podobny sposób wykonana, na przelomie wieków XIX i XX, regulacja Sanu (Szumański, 1977) oraz regulacje koryt dopływów karpaccich (Matakiewicz, 1938). Udrożnienie odpływu wód powodziowych w górnej części dorzecza bez dokonania „korekty” koryta poniżej skutkowało zalewaniem wodą i osadami odcinka nieuregulowanego. Taka sytuacja miała miejsce w przelomie. Materiał erodowany w pogłębiających się korytach rzek karpaccich (Galarowski, Klimek, 1991) wynoszony był (i jest) do Wisły i transportowany dalej. Odcinek przelomowy, z racji mniejszego spadku, zatrzymuje duże ilości materiału osadowego. Przyrost pionowy równi zalewowej w pierwszej połowie XX w. wyniósł 0,9-1 m (Falkowski, 1967).

Efektom zmiany funkcjonowania rzeki jest zmiana charakteru rzeźby dna doliny. Formy związane z rzeką meandrującą pozostały głównie w rozszerzeniu Kamień – Podgórz, w pozostałych częściach doliny są znacznie słabiej czytelne (ryc. 1). Przede wszystkim są to starorzecza, jedne w postaci odciętych pętli, drugie tworzą długie ciągi kolejnych 3-4 zakoli, o długości 8-10 km. Niektóre wypełnione są wodą prawie na całej długości, inne tylko w miejscach przegłębionych. Położenie tych form zaznacza się zwykle zwartym pasem drzew

i zarośli towarzyszącym ich brzegom, w sytuacji braku takiej roślinności na pozostałym, obecnie uprawowym obszarze. Charakterystyczne jest, że rodzaj upraw koreluje się z elementami rzeźby dna doliny i rodzajem osadów tam deponowanych. Najlepsze gleby madowe ciągną się pasem przez środkową część rozszerzenia Kamień-Podgórz i na nich znajdują się gęsto przylegające do siebie obszary sadów i chmielników. Obszar ten jest nieco wyniesiony nad sąsiednie obniżenie i ma cechy wału przykorytowego związanego z rzeką meandrującą. Wzdłuż osi tej formy biegnie kręta droga komunikacyjna, a wsie rozlokowały się nad krawędziami paleokoryt.



Ryc. 1. Dno doliny Wisły w odcinku prawostronnego rozszerzenia. Widoczny obszar równi zalewowej rzeki meandrującej (na E od koryta) i roztokowej (na W od koryta). Obszary te cechuje odmienny układ pól i upraw, co wskazano w tekście; t – terasa techniczna.

Fig. 1. Bottom of the Vistula river valley in the right side wider reach. A floodplain of the east side has meandering river relief, a west side – a braided one. Visible a diverse pattern of fields; t - technically conditioned terrace.

Od momentu transformacji koryta w dolinie pojawiały się nowe elementy rzeźby: piaszczyste, wydłużone, romboidalne odsypy, a pomiędzy nimi liczne odnogi nurtu. Odsypy utworzone podczas większych powodzi były słabo zalewane (lub wcale) podczas przeciętnych, co spowodowało szybkie porośnięcie wierzbami i topolami i przekształcenie w trwale wyspy. Obfitość materiału niesionego przez rzekę odkłada się nie tylko w strefie koryta i jego bezpośredniego sąsiedztwa. W węższych częściach odcinka przelomowego całe dno doliny było zasypywane osadem, maskując starsze formy rzeki meandrującej. Intensywny przyrost pionowy aluwii w obrębie nowych wałów przykorytowych spowodował zwiększenie uwilgocenia gruntów w strefie przykrawędziowej a niekiedy nawet podtopienie. Na obrzeżach pól i na bardziej mokrych gruntach pojawiły się trzcinowiska (Falkowski, 1967). W przekroju poprzecznym od koryta do zboczy doliny różnica wysokości dna do końca lat 1980. wynosiła 160 cm (dla rejonu ujścia Kamiennej). Formy rzeki roztokowej użytkowane są odmiennie. Budują je głównie osady piaszczyste, stąd gleby są niskiej jakości i ze względu na młody wiek aluwii, jeszcze słabowyształcone. Wykorzystywane są jako grunty orne, w przeważającej mierze pod uprawy zbożowe, lub użytki zielone (ryc. 1). Trzeba zaznaczyć, że tempo ekspansji rolniczej na przybrzeżne odsypy roztokowe było duże. Ledwie zdążyły się zazielenić, już je wypasano, a gdy tylko ich miąższość wzrosła przez pokrycie cienką warstwą mułu – rozpoczynano uprawę. W następnej kolejności budowano wały przeciwpowodziowe. Z dostępnych szkiców i map topograficznych można w przybliżeniu datować ten proces, przykładem niech będzie obszar położony na południe od Puław. W 1895 r. funkcjonował tam przepływ rzeki, a 30 lat później znajdował się odsyp przybrzeżny, trwale połączony z brzegiem i częściowo zadrzewiony. W ciągu następujących 20 lat powstały tam pola i rozpoczęto obwałowywanie.

PRACE REGULACYJNE I ICH SKUTKI MORFOLOGICZNE

Drugi etap zmian krajobrazowych w małopolskim przelomie Wisły związany jest ze świadomą i bezpośrednią ingerencją człowieka w procesy korytowe. Rozpoczęła się ona w drugiej połowie XIX wieku pracami w rejonie Kępy Gosteckiej. Polegały one na zbudowaniu przetamowania dla prawego ramienia Wisły i skierowaniu całości przepływu do ramienia lewego. Nadto brzegi tej wyspy zostały zabezpieczone przed erozją, od strony skoncentrowanego przepływu, przy pomocy kilku ostróg. Działania te okazały się skuteczne: w wyniku spowolnienia przepływu materiał niesiony przez rzekę był zrzucany w rejonie tamy i dzisiaj wlot do tej odnogi jest całkowicie zasypywany osadem. Natomiast w pozostałej części odnogi, położenie dna względem poziomu wodonośnego jest na tyle niskie, że utrzymuje się tam woda, a w części końcowej nawet podczas niskich stanów. Tereny przyległe do tego starorzecza, ze względu na znaczne uwilgocenie, wykorzystywane są jako łąki i pastwiska. W okresie wysokich stanów na Wiśle użytki te są silnie podtopione. W warunkach naturalnych podmokłości takich rozmiarów i kształtu nie występowały. Jednocześnie z pracami, których celem było ograniczenie bocznej migracji rzeki, starano się ograniczyć obszar zalewu wodami powodziowymi. Intensywność tych prac była większa niż prowadzonych bezpośrednio w korycie, tak, że w połowie XX wieku większość terenów zagrożonych powodzią była chroniona wałami. Prace regulacyjne, mające na celu stabilizację poziomą koryta oraz jego zwężenie (aby wzrosły głębokości i mielizny nie utrudniały potencjalnej żeglugi) prowadzono częściowo w latach 20. ubiegłego wieku, ale zasadnicze, kompleksowe, przeprowadzono dopiero w okresie 1960-1990. W efekcie tych prac ponownie uległ zmianie krajobraz tej

części doliny. Zamiast szeroko rozlewającej się rzeki, z licznymi piaszczystymi odsypami śródkorytowymi, mieliznami i zadrzewionymi wyspami ukształtowano stosunkowo wąską rzekę jednokorytową, o w miarę regularnych zakolach, wiele wysp połączono z brzegami systemami ostróg i tam poprzecznych a odnogi płynące pomiędzy nimi zostały częściowo zasypane, głównie osadem piaszczystym.

Regulacyjne zwężanie koryta przy pomocy ostróg i tam równoległych, w połączeniu z dużym obciążeniem rzeki materiałem dennym i wymuszonym przez budowę regulacyjne pozostawianiem tego osadu, skutkowało powstaniem nowej formy, włożonej w szerokie, przed regulacją, koryto roztokowe. Jest nią terasa piaszczysta, o wysokości 1-2 m ponad średni poziom rzeki, i szerokości do 400 m („t” na ryc. 1). Terasa ta jest nieciągła, tworzą ją zasadniczo naprzemianległe, lekko wygięte łukowe formy, położone na wypukłych brzegach sztucznie ukształtowanych zakoli. Długość poszczególnych fragmentów osiąga 1-1,6 km. Morfologia tej nowej terasy, którą ze względu na genezę można nazwać techniczną, jest zróżnicowana. W większości przypadków najwyższa część terasy znajduje się wzdłuż aktywnego koryta i łagodnie opada ku pierwotnym, naturalnym brzegom, przy których stopień zapełnienia osadem jest znacznie mniejszy i często funkcjonują, podłużnego kształtu, zamknięte lub przepływowe zbiorniki. W wyniku powolnego przepływu, lub stagnacji wody, ulega dekantacji osad bardzo drobnoziarnisty, mulkowo-ilasty, pokrywając powierzchnie kilkucentymetrowej grubości jednorodnymi warstwami, oddzielonymi od siebie wkładkami piasku. Taka morfologia terasy odpowiada naturalnym wałom przykorytowym.

Drugi sposób wykształcenia terasy technicznej polega na całkowitym zasypaniu basenów międzyostrogowych, tak, że nie pozostaje obniżenie podkrawędziowe lub jest niewielkie, natomiast powierzchnia terasy jest silnie wyrównana i nachylona w stronę rzeki. W tym przypadku warstwa mulkowo-ilasta zlokalizowana jest na krawędzi przywodnej, gdyż nawet podczas niewielkich zmian stanów wody wchodzi ona na brzeg, a roślinność trawiasta „wyczesuje” z niej drobiny osadu.

Zagęszczenie budowli regulacyjnych w odcinku przelomowym wynosi przeciętnie 1,7 km budowli na 1 km długości rzeki, a lokalnie 2,5 km/km (Warowna, 2003), przy długości poprzecznej względem koryta, dochodzącej do 400-500 m (przeciętnie 200-300 m), ale krajobraz nie razi sztucznością, ze względu na szybką, opisaną wyżej, akumulację osadu i równie szybką ekspansję roślinności, głównie krzewów wierzbowych, maskujących budowlę niekiedy bardzo szczelnie.

Prace regulacyjne koryta wody średniej spowodowały też powstanie nowego elementu krajobrazowego w zboczach doliny: rozległych kamieniołomów, z których wydobywane skały służyły jako materiał do budowli regulacyjnych. O ile samo wydobywanie skał w przelomie nie jest zjawiskiem XX wieku (zamek kazimierski powstał w XIV w.!), o tyle skala prac była odmienna. Kamieniołom w Piotrawinie ma długość ścian ok. 700 m, a skarpa wiślana, w której utworzono go została cofnięta o 200 m. Kamieniołomy kazimierski i nasiłowski są mniejsze: mają długość ok. 400 m a szerokość stokilkadziesiąt metrów. Jednakże te „rany” krajobrazowe, widoczne dzisiaj z przeciwległych brzegów doliny z odległości kilku kilometrów, w wyniku naturalnej sukcesji roślinnej w ciągu kilkudziesięciu lat ulegną zarośnięciu i zamaskowaniu, że jedynie wprawne oko obserwatora i cechy zarysów na mapie topograficznej pozwolą powiedzieć, czym niegdyś były te miejsca. Sytuację taką można obserwować w Nasiłowie, w sąsiedztwie przeprawy strategicznej, gdzie roślinność zielna oraz głogi i dzikie róże całkowicie przykryły nagie ściany dawnego kamieniołomu.

Współcześnie, mimo przeprowadzonych prac regulacyjnych, w korycie Wisły powstają liczne, ruchome odsypiska, szczególnie dobrze zaznaczające się podczas niskich stanów. Istnieją również formy stacjonarne, skośne odsypy zakorzenione w basenach międzyostrogowych. Długość tych form osiąga do 1 km, a szerokość 300 m. Pozostawiony przez nie pas swobodnego przepływu wody bywa mniejszy od 100 m (Warowna, 2003).

Regulacją przepływów wysokich jest wymieniona wcześniej budowa wałów przeciwpowodziowych. Obecnie obszar międzywału stanowi jedynie ok. 40 % pierwotnej powierzchni zalewowej (Warowna, 2003). Obecność obwałowań wpłynęła na zmiany użytkowania ziemi na zawału (Plit, 2003). Jednocześnie wzrost poziomu wód wysokich w międzywału spowodował zwiększenie dynamiki procesów zachodzących w obrębie tego wąskiego pasa. Przepływy powodziowe dokonują erozji w obrębie trasy regulacyjnej, a zawężony obszar zalewowy jest silniej nadbudowywany osadami, które niegdyś użyźniały całe dno doliny. Tempo pionowego przyrostu osadów oceniane jest na 1cm/r (Naprawa, 1997). Lokalnie jednak, w trakcie wysokich przepływów, powstają piaszczyste nasypy do 1,5 m wysokości. Przerwania wałów przeciwpowodziowych mają w odcinku przelomowym nieznaczne skutki geomorfologiczne, w odróżnieniu od innych części doliny i innych dolin (Gębica i in., 1998; Gębica, Sokołowski, 2002; Makowski, 1997; Zieliński, 2000). Zalania terenów na zawału są, w odcinku przelomowym, związane głównie z silną filtracją wody przez korpus wału i przepuszczalne podłoże piaszczyste, i stąd mają prawie wyłącznie skutki ekonomiczne. Jedynie w wyjątkowych sytuacjach występuje rozmycie wałów i powstawanie form erozyjno-akumulacyjnych jako efekt dynamicznego, skoncentrowanego przepływu. Sytuacja taka zaistniała latem 2001 r. w miejscowości Kamień, gdzie rozmyciu uległ wał główny, a potem poprzeczny. Zagłębienia erozyjne nie wykraczały zasięgiem poza obrisy wału i zostały w trakcie naprawy całkowicie zasypane. Jedynym trwałym efektem jest nadbudowanie terenu położonego bezpośrednio na północ od wału poprzecznego, gdzie utworzył się skośny stożek krewasowy, włożony w obniżenie na linii dawnego koryta Wisły. Materiał piaszczysty, tworzący tę formę, został szybko utrwalony przez roślinność zielną a następnie zarośla wierzbowe i nie odróżnia się od sąsiadujących z nim nieużytków.

Skutkiem powstrzymania przez wały corocznych zalewów jest intensywne zagospodarowanie rolnicze i osadnicze dna zalewowego. Rolnictwo zasadniczo wyparło z doliny naturalne zespoły florystyczne, ale duże rozdrobnienie własności i liczby pól umożliwiło przetrwanie licznych enklaw roślinności naturalnej i seminaturalnej w postaci lasów łąkowych i zarośli łąkowych, muraw kserotermicznych (stromie zbocza doliny o ciepłej ekspozycji) oraz roślinności szuwarowej i wodnej (starorzecza). Te ostatnie kurczą się jednak na skutek przeprowadzonych melioracji odwadniających (Kucharczyk, 1999). Szczegółowsze zestawienie zespołów roślinnych w odcinku przelomowym przedstawiły J. Plit (2000) i A. Kowalska (2006). Nawet obszar stosunkowo wąskiego międzywału nie jest miejscem swobodnego panowania lasów łąkowych, gdyż znajdują się tam nie tylko pastwiska, ale również pola orne i uprawy trwałe. Na nowych odsypach (w tym terasie technicznej) jako pierwsze pojawiają się rośliny jednoroczne a potem ekspansywne wikliny nadrzeczne i te są dominującym elementem nadwodnego krajobrazu. Mogą one też stanowić stadium degradacyjne po wycięciu lasu łąkowego (Zaręba, 1983).

PODSUMOWANIE

Przemieszczając się wzdłuż doliny Wisły przelomowej zwracają uwagę 2 typy krajobrazu: rolniczo-osadniczy, z wymienionymi wcześniej typami upraw i seminaturalny, powstały w międzywałach. W tym drugim można wizualnie wyróżnić swoistą piętrowość geomorfologiczno-roślinną. Najniższy poziom tworzy tafla wody, z nieznacznie wystającymi nad jej powierzchnię świeżymi, nagimi, łachami piaszczystymi. Drugi poziom to terasa techniczna z gęstymi zaroślami wierzbowymi, szczelnie maskującymi zarówno deniwelacje w jej obrębie, jak i położone niekiedy bardzo blisko rzeki wały przeciwpowodziowe. Kolejny poziom to resztki lasów łęgowych z wysokimi drzewami, topolami i jesionami, ulokowane na naturalnej terasie zalewowej, po obu stronach wałów, a czasem na starych kępach śródkorytowych. Ostatnie, najwyższe piętro stanowią strome zbocza doliny, prześwitujące białą nad koronami drzew lub zaznaczające się ciemno zieloną smugą sosen porastających górne krawędzie zboczy.

W najniższych swoich warstwach krajobraz ten nie jest statyczny. Praca rzeki, polegająca na ciągłym nadbudowywaniu powierzchni międzywał powoduje, że jego pojemność w zakresie przyjęcia wód powodziowych, jest coraz mniejsza. Na podstawie powtarzalnych niwelacji przyrost pionowy osadów w międzywałach w latach 1930-1995 oszacowano na 1 m (Kuźniar i in., 1996). Ochrona osiedli i upraw wymusza więc ciągle podwyższanie obwałowań, które stają się coraz bardziej wyraźnym elementem krajobrazu. Jeżeli zarośla wierzbowe zostałyby zredukowane do wysokości 2-3 m, jak to postulują hydrotechnicy (Koncepcja..., 2001) to wały, o wysokości niekiedy 4-5 m, mogą stać się dominującą formą w krajobrazie nadwodnym.

LITERATURA:

- Falkowski E., 1967: Ewolucja holocenijskiej Wisły na odcinku Zawichost – Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju. Biul IG 198, s. 57-150.
- Galarowski T., Klimek K., 1991: Funkcjonowanie koryt rzecznych w warunkach zagospodarowania [w:] Dorzecze górnej Wisły. red. Dynowska I., Maciejewski M. PWN, s. 235-242.
- Gębica P., Pałkowski B., Lasek A., Sokołowski T., 1998: Geomorfologiczne i sedimentologiczne skutki przerwania wałów przeciwpowodziowych w dolinie Wisły w lipcu 1997 roku [w:] mat. konf. „Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997 roku”, Kraków, s. 185-194
- Gębica P., Sokołowski T., 2002: Crevassing of an inland dune during the 1998 flood in the upper Vistula river valley (South Poland). Ann. Soc. Geolog. Polon. 72, no 2, 191-197.
- Koncepcja programowo-przestrzenna zagospodarowania doliny i regulacji Wisły. Odcinek puławski od ujścia Sanny do ujścia Pilicy. 2001: Hydroprojekt Warszawa. t: Opinie, protokoły, koreferaty. archiw. RZGW w Warszawie.
- Kowalska A., 2006: Wpływ zróżnicowania geomorfologicznego na strukturę pokrycia terenu fragmentu Małopolskiego Przełomu Wisły [w:] Granice w krajobrazach kulturowych (red.): J. Plit, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG, 5, s. 147-157.
- Kucharczyk M., 1999: Różnorodność flory naczyniowej doliny Wisły Lubelskiej i problem jej ochrony [w:] Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Europy. mat. konf., wyd. UMCS, Lublin, s. 85-90.

- Kuźniar P., Wilk E., Danilewicz M., Piasecka-Kopyt M., Miąskiewicz P., 1996: Analiza wpływu regulacji Wisły na środowisko – odcinek od Janowca do Stężycy. IZWiBW Polit. W-ska, 22 + 99 tabl., archiw. RZGW w Warszawie.
- Makowski J., 1997: Wały przeciwpowodziowe dolnej Wisły, historyczne kształtowanie, obecny stan i zachowanie w czasie znacznych wezbrań. IBW PAN, Biblioteka Naukowa Hydrotechnika 24, Gdańsk, s. 1-427.
- Maruszczak H., 1997: Changes of the Vistula river course and development of the flood plain in the border zone of the South-Polish uplands and Middle-Polish lowlands in historical times. *Landform Analysis* 1, 33-39.
- Matakiewicz M., 1938: Drogi wodne środkowo-europejskie a regulacja i kanalizacja Wisły, Sanu i Dniestru, oraz kanał Bałtyk-Morze Czarne z połączeniem do Lwowa. Lwów, 1-43.
- Naprawa S., 1997: Skutki powodzi 1997 na odcinku górnej Wisły poniżej ujścia Dunajca [w:] Powódź 1997; Forum nauk.-tech., Ustroń k/Wisły, t.2, IMGW Warszawa, s. 265-278.
- Plit J., 2000: Ewolucja roślinności i zmiany siedlisk doliny Wisły w okolicach ujścia Chodelki w latach 1948-1997, *Przegl. Geogr.*, 72, 1/2, s. 61-73.
- Plit J., 2003: Wały przeciwpowodziowe - antropogeniczny element krajobrazu [w:] Woda w przestrzeni przyrodniczej i kulturowej (red.): U. Myga-Piątek, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG, 2, s. 171-178.
- Požaryski W., Kalicki T., 1995: Evolution of the gap section of the Vistula valley in the Late Glacial and Holocene [w:] Evolution of the Vistula river valley during the last 15 000 years. part 5. *Geogr. Stud. spec. iss.* 8, 111-137.
- Sawicki L., 1928: Pułkownika Antoniego Barona Mayera von Heldensfeld, zdjęcia topograficzne w Polsce w latach 1801-1804. *Prace Inst. Geograficznego UJ*, 10, Kraków, s. 1-111.
- Soja R., Mrozek T., 1990: Hydrological characteristics of the Vistula river [w:] Evolution of the Vistula river valley during the last 15 000 years. part 3. *Geogr. Stud. spec. iss.* 5, 45-62.
- Szumański A., 1977: Zmiany układu koryta dolnego Sanu w XIX i XX wieku oraz ich wpływ na morfogenezę tarasu łęgowego. *Stud. Geomorph. Carpatho-Balcan.* 11, 139-153.
- Trafas K., 1975: Zmiany biegu koryta Wisły na wschód od Krakowa w świetle map archiwalnych i fotointerpretacji. *Prace Geogr. UJ* 40, 5-85.
- Warowna J., 2003: Wpływ zabudowy hydrotechnicznej na warunki sedymentacji w korycie powodziowym Wisły na odcinku Zawichost – Puław. wyd. UMCS, Lublin, s.121
- Zaręba R., 1983: Zbiorowiska leśne w pradolinie Wisły, ich stan obecny i zagadnienia zagospodarowania po regulacji Wisły [w:] Ekologiczne podstawy zagospodarowania Wisły i jej dorzecza (red.): Z. Kajak, PWN, Warszawa, s. 207-222.
- Zieliński T., 2000: Sedymentologiczne skutki powodzi 1997 i 1998 w dorzeczu górnej Nysy Kłodzkiej [w:] Dynamiczne ocena i prognoza zagrożeń wywołanych powodzią – na przykładzie Nysy Kłodzkiej, górnej Soły i górnego Sanu-Solinki (red.): S. Ostaficzuk, IGSMiE PAN, Kraków, 105-136.

SUMMARY

CHANGES OF HYDROLOGICAL RÉGIME OF THE VISTULA RIVER IN A GAP REACH AND THEIR GEOMORPHOLOGICAL AND LANDSCAPE EFFECTS

Question of transformation of type Vistula river channel in gap section through Middle Polish Uplands belt became introduced. Causes of this transformation were natural: a little ice age and an avulsion, as well as man-made: changes in a landuse. In the valley bottom two different types of floodplain relief occur: meandering river (older) and braided one (present). Various agricultural use is connected with these different forms. Due to regulation works of annual water channel, changes in a channel morphology were made: new, technically conditioned terrace was deposited. Features of geomorphological-floristic levels of riverside landscape were shown. Chance of change of riparian scenery as an result of abundant fluvial sedimentation into narrow inter embankment area in connection with needs of agricultural terrains flood protection were pointed.

dr Justyna Warowna
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Instytut Nauk o Ziemi
Zakład Geologii i Ochrony Litosfery
al. Kraśnicka 2cd
20-718 Lublin
e-mail: jwarowna@biotop.umcs.lublin.pl

