

Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich  
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej  
Uniwersytetu Jagiellońskiego  
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polskiej Akademii Nauk  
Instytut Geografii Akademii Pedagogicznej w Krakowie

# **Współczesna ewolucja rzeźby Polski**

**VII Zjazd Geomorfologów Polskich**  
**Kraków, 19-22 września 2005**

pod redakcją  
**Adama Kotarby, Kazimierza Krzemienia i Jolanty Święchowicz**

Kraków 2005

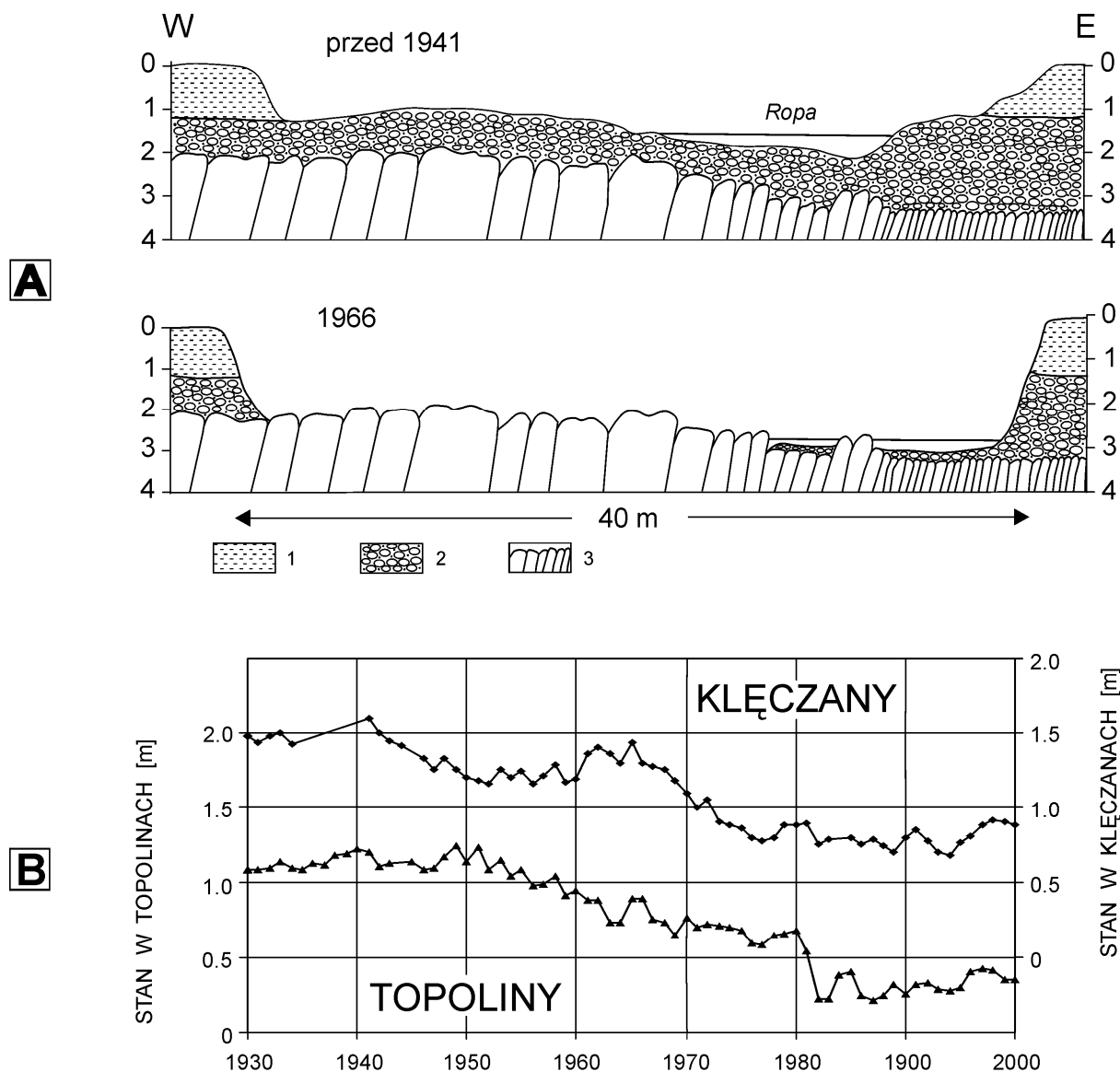
## WPLYW EKSPLOATACJI OSADÓW Z KORYT NA SYSTEMY RZECZNE

BARTŁOMIEJ WYŻGA

Eksploatacja osadów z koryt rzecznych jest zjawiskiem powszechnym, zwłaszcza w krajach podlegających w ostatnich dekadach szybkiemu uprzemysłowieniu i urbanizacji. Na podstawie przeglądu kilkudziesięciu pozycji literatury M. Rinaldi i współautorzy (2005) przedstawili wpływ nasilonej eksploatacji osadów z koryt na systemy rzeczne. Eksploatacja jest przyczyną deficytu materiału dennego w korycie (Kondolf 1997), ten zaś prowadzi do degradacji dna przemieszczającej się w górę i w dół biegu cieku od miejsca eksploatacji, do bocznej niestabilności koryta oraz do rozwoju obrukowania dna. Wcięcie się cieku powoduje zmianę częstotliwości zatapiania dna doliny wzdłuż jego biegu oraz obniżenie zwierciadła wód gruntowych w dnie doliny i często prowadzi do utraty stabilności mostów oraz budowli regulacyjnych. Eksploatacja osadów z koryt jest także przyczyną degradacji rzecznych i nadrzecznych ekosystemów.

W południowej Polsce przemysłową eksploatację żwiru prowadzono w minionych dziesięcioleciach m.in. w Ropie i Wisłoce. Wydobycie żwiru z koryta Ropy rozpoczęto w 1941 r. w Bieczu (ryc. 1A), po drugiej wojnie światowej rozszerzając eksploatację na kilkukilometrowy, przyległy odcinek biegu rzeki (Augustowski 1968). Eksploatację kontynuowano tu aż do całkowitego wyczerpania zasobów żwiru w korycie w połowie lat 60. W latach 1941-1966 z koryta Ropy wydobyto co najmniej 1 mln m<sup>3</sup> żwiru, dodatkowe ilości kruszywa pozyskując z podcięć brzegów rzeki oraz kopanek w obrębie dna doliny (Augustowski 1968). Rozmiary prowadzonej eksploatacji ilustruje fakt, że gdyby w tym okresie nie zachodziła dostawa rumowiska dennego z wyższego odcinka Ropy, wówczas pozyskanie wymienionej ilości kruszywa wymagałoby usunięcia 1-metrowej warstwy żwiru z koryta o 40-metrowej szerokości w 25-kilometrowym odcinku rzeki.

Wydobywanie żwiru znalazło odzwierciedlenie w drastycznej zmianie morfologii rzeki. Wpływ eksploatacji nałożył się na zmniejszenie dostawy rumowiska ze zlewni



Ryc. 1. A - Koryto Ropy w Bieczu przed 1941 r. i w 1966 r. (wg B. Augustowskiego 1968); 1 - drobnoziarniste osady pozakorytowe; 2 - żwiry; 3 - fliszowe podłoże skalne. B - Zmiany minimalnych rocznych stanów Ropy w posterunkach wodowskazowych Kłęczany i Topoliny od 1930 r.

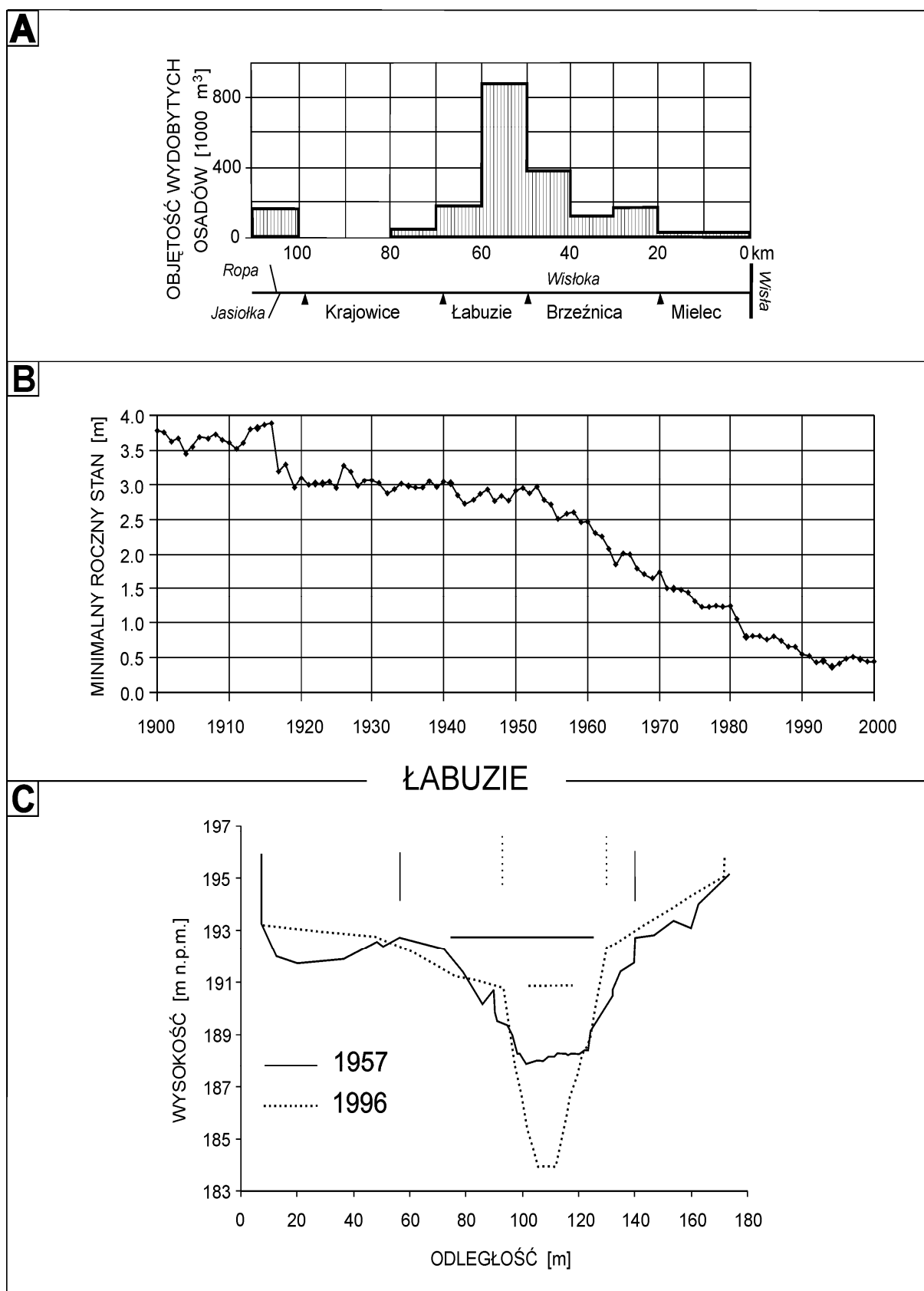
spowodowane znaczącym ograniczeniem rolniczego użytkowania gruntów w Beskidzie Niskim od połowy lat 40. oraz wzrostem lesistości w tym obszarze (Lach 1975, Lach, Wyżga 2002). Do połowy lat 60. dno rzeki w Bieczu obniżyło się o 1,5 m, zaś koryto uległo przekształceniu z aluwialnego w koryto skalne (ryc. 1A) (Augustowski 1968). Wcięcie się rzeki w miejscu prowadzenia eksploatacji wywołało erozję wsteczną (por. Galay 1983; Kondolf 1997), której przejawem były dwa epizody degradacji prowadzące do obniżenia dna rzeki w wyżej położonym przekroju wodowskazowym Kłęczany o około 0,7 m pomiędzy 1941 r. i połową lat 70. (ryc. 1B). Od połowy lat 60., wraz z docięciem się rzeki do podłoża skalnego, obniżanie się dna koryta w tym przekroju ustało. Drastyczne ograniczenie dostawy rumowiska dennego do odcinka rzeki poniżej miejsca eksploatacji spowodowało z kolei degradację dna przemieszczającą się w dół biegu rzeki (por. Galay 1983; Kondolf 1997). W przekroju wodowskazowym

Topoliny, około 20 km poniżej miejsca eksploatacji, od lat 50. do końca lat 70. miała miejsce powolna erozja dna, doprowadzając do jego obniżenia o około 0,5 m. Na początku lat 80. doszło tu do szybkiego obniżenia się dna koryta o dalsze 0,4 m (ryc. IB), w wyniku czego rzeka docięła się do podłoża skalnego. Znamienne jest stabilne pionowe położenie koryta Wisłoki w posterunku Krajowice, kilka kilometrów poniżej ujścia Ropy, jakie obserwowano w ciągu drugiej połowy XX w. Wskazuje to, iż wcięcie się Ropy w Topolinach nie zostało wywołane obniżeniem się bazy erozyjnej tej rzeki, lecz musi być związane z ograniczeniem dostawy rumowiska dennego z jej wyższego odcinka.

Wcięcie się Ropy wywarło istotny wpływ na stosunki wodne. Przepływy wezbrańniowe, które przed 1941 r. powodowały zatapanie brzegów rzeki, obecnie są przenoszone w obręb pogłębionego koryta (Augustowski 1968). Ponadto, w ostatnich dziesięcioleciach zanotowano znaczny wzrost średniego rocznego przepływu rzeki (Lach 1975, Soja 1988). Ten wzrost przepływu wyjaśniono (Lach, Wyżga 2002) rejestrowaniem obecnie w przekroju wodowskazowym części odpływu ze zlewni, która przed wcięciem się rzeki była odprowadzana podziemnie w obrębie wyścielających dno doliny żwirów. Wreszcie, zdrenowanie do koryta rzeki wód poprzednio wypełniających żwiry dna doliny musiało spowodować znaczne zmniejszenie zasobności aluwialnego zbiornika wód podziemnych.

W latach 50. i 60. intensywną eksploatację żwiru prowadzono także w korycie Wisłoki pomiędzy jej połączeniem z Ropą i Jasiołką a ujściem rzeki do Wisły (ryc. 2A). W latach 1955-1964 wydobyto tu 2,1 mln m<sup>3</sup> żwiru (Osuch 1968). Eksploatacja koncentrowała się pomiędzy 70 a 40 km rzeki (ryc. 2A), gdzie Wisłoka wpływa w obręb Kotliny Sandomierskiej i gdzie granulacja jej osadów korytowych była szczególnie przydatna do produkcji kruszywa. Objętość około 1,5 mln m<sup>3</sup> osadu wydobytego w tym odcinku stanowi odpowiednik 68-centymetrowej warstwy materiału dennego usuniętego na 77 m szerokości rzeki z okresu przed rozpoczęciem eksploatacji (Osuch 1968).

Objętość osadu wydobytego z koryta Wisłoki jest ogromna, gdy porówna się ją do tempa dostawy materiału dennego z wyższego odcinka rzeki, które w drugiej poł. XX w. musiało ulec zmniejszeniu wskutek zalesienia górskiej części zlewni (Lach, Wyżga 2002) oraz pozyskiwania żwiru z koryta Ropy. Szacując natężenie transportu rumowiska stwierdzono, że całkowite uzupełnienie objętości osadu wydobytego z koryta Wisłoki mogłoby nastąpić w ciągu około 500 lat (Osuch 1968). Gwałtowne pogłębianie się koryta Wisłoki rozpoczęło się równocześnie z zapoczątkowaniem intensywnej eksploatacji osadów z koryta. Pomiędzy 1953 r. a końcem lat 60. - kiedy to zakazano eksploatacji żwiru z koryta, przenosząc ją do żwirowni zlokalizowanych na dnie doliny - minimalne roczne stany Wisłoki w przekroju Łabuzie obniżyły się o około 1,3 m (ryc. 2B). W miarę obniżania się dna Wisłoki koryto zawężano za pomocą ostróg (Wyżga 1997, 2001a), co prowadziło do zwiększenia zdolności transportowej rzeki (Wyżga 2001b). W rezultacie, wcinanie się rzeki trwało jeszcze przez długi czas po zakończeniu eksploatacji osadów z koryta. Odzwierciedleniem tego jest obniżenie się minimalnych rocznych stanów w posterunku Łabuzie o dalsze 1,2 m od końca lat 60. do połowy lat 90., kiedy to doszło do ustabilizowania się pionowego położenia dna rzeki (ryc. 2B). W sumie, minimalne



Ryc. 2. A - Objętość osadów wydobytych z koryta Wisłoki w latach 1955-1964 przedstawiona dla 10-kilo-metrowych odcinków biegu rzeki (wg B. Osucha 1968, zmodyfikowane). B - Zmiany minimalnych rocznych stanów Wisłoki w posterunku wodowskazowym Łabuzie w ciągu XX w. C - Przekrój Wisłoki w posterunku Łabuzie w latach 1957 i 1996. Liniami poziomymi wskazano położenie stanu pełnokorytowego, a liniami pionowymi poziomy zasięg koryta w 1957 i 1996 r.

roczne stany w tym posterunku obniżyły się w ciągu drugiej połowy XX w. o 2,5 m, co odzwierciedlało obniżenie się dna rzeki w przekroju wodowskazowym o około 4 m i jednocześnie znaczne zwężenie koryta (ryc. 2C).

Dwa, fakty podkreślają znaczenie eksploatacji osadów z koryta dla spowodowania wcięcia się Wisłoki. Po pierwsze, chociaż wszystkie główne rzeki polskich Karpat podobnie poddano regulacji w XX w. i w wielu z nich (z wyłączeniem Wisłoki) dostawa rumowiska dennego z górskich części zlewni została przerwana wskutek przegrodzenia rzek zbiornikiem retencyjnym, to właśnie Wisłoka cechuje się największym pogłębieniem się koryta w XX w. (zob. Wyżga 2001b). Po drugie, największe wcięcie się Wisłoki, zarówno w całym XX w. jak i w jego drugiej połowie, miało miejsce w odcinku rzeki z najbardziej intensywną eksploatacją osadów z koryta.

Szybkie wcięcie się Wisłoki spowodowało szereg niekorzystnych następstw. Podmywanie filarów mostów i budowli regulacyjnych, problemy z funkcjonowaniem brzegowych ujęć wody oraz obniżenie się zwierciadła wód gruntowych w dnie doliny są przyczyną bezpośrednich strat ekonomicznych w skali lokalnej (Osuch 1968, Wyżga 2001b). Ważniejsze jednak jest to, że wcięcie się rzeki zwiększyło koncentrację przepływów wezbraniowych w korycie. Na przykład w Łabuziu poziom stanu pełnokorytowego z 1957 r. (ryc. 2C), wówczas odpowiadający przepływowi 310 m<sup>3</sup>/s o powtarzalności 1,8 r., w 1996 r. mógłby zostać osiągnięty przy wystąpieniu przepływu 610 m<sup>3</sup>/s o 6-letniej powtarzalności. Zmniejszenie się retencji wód wezbraniowych w obszarze zalewowym na pogłębionym odcinku rzeki spowodowało znaczny wzrost zagrożenia powodziowego w niższym odcinku rzeki (Wyżga 1997). Ponadto, zmniejszenie częstotliwości występowania przepływów ponadpełnokorytowych i wzrost koncentracji przepływu rumowiska unoszonego w pogłębionym korycie spowodowały drastyczne zmniejszenie możliwości akumulacji osadów pozakorytowych (Wyżga 2001a). W rezultacie, większość ładunku zawiesinowego Wisłoki jest obecnie przenoszona poprzez wcięty odcinek rzeki bezpośrednio do Wisły, przyczyniając się do szybkiej agradacji w jej środkowym biegu (Łajczak 1997).

Rodzaj oraz wielkość zmian morfologii rzeki spowodowanych eksploatacją osadów z koryta zależy głównie od relacji pomiędzy tempem wydobycia rumowiska i tempem jego dostawy z wyższego odcinka rzeki. W oparciu o przegląd literatury M. Rinaldi i współautorzy stwierdzili (2005), że eksploatacja osadów z koryta cieków będzie mieć szczególnie istotny i trudny do odwrócenia wpływ: (i) tam, gdzie ilość pozyskiwanego osadu znacznie przekracza ilość rumowiska dostarczanego z wyższego odcinka cieków; (ii) w ciekach jednonurtowych, które zasadniczo cechuje stosunkowo małe natężenie dostawy rumowiska ze zlewni; (iii) w uregulowanych odcinkach cieków, gdzie nie ma możliwości uzupełnienia niedoboru rumowiska w cieków w drodze erozji bocznej; (iv) tam, gdzie dno cieków jest podścielone jedynie cienką warstwą aluwionów; oraz (v) tam, gdzie eksploatacji osadów towarzyszy inna działalność człowieka zmniejszająca dostawę rumowiska do cieków.

Wobec licznych niekorzystnych skutków eksploatacji osadów z koryt działania takie powinny być zakazane w większości cieków, z wyjątkiem cieków podlegających wyraźnej agradacji. Obecnie w rzekach południowej Polski nie prowadzi się już przemysłowej eksploatacji osadów. Konieczne jest natomiast wyeliminowanie niekontrolowanego poboru kruszywa z koryt (Radecki-Pawlik 2002) oraz usuwania objętości całych łach żwirowych usytuowanych naprzeciw brzegów zagrożonych

erozją, prowadzonego za wiedzą władz wodnych w celu utrzymania rzek w obrębie wytyczonych tras regulacyjnych.

## LITERATURA

- Augustowski B., 1968, *Spostrzeżenia nad zmianami antropogenicznymi w korycie rzeki Ropy w Karpatach w okolicy Biecza*, Zeszyty Geogr. WSP w Gdańsku, 10, 161-168.
- Galay V. J., 1983, *Causes of river bed degradation*, Water Res. Research, 19, 1057-1090.
- Kondolf G. M., 1997, *Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels*, Environ. Management, 21, 533-551.
- Lach J., 1975, *Ewolucja i typologia krajobrazu Beskidu Niskiego z uwzględnieniem gospodarczej działalności człowieka*, Prace Monograficzne WSP w Krakowie, 16, 5-72.
- Lach J., Wyżga B., 2002, *Channel incision and flow increase of the upper Wisłoka River, southern Poland, subsequent to the reforestation of its catchment*, Earth Surf. Proc. & Landforms, 27, 445-462.
- Lajczak A., 1997, *Anthropogenic changes in the suspended load transportation by and sedimentation rates of the River Vistula, Poland*, Geogr. Polon., 68, 7-30.
- Osuch B., 1968, *Problemy wynikające z nadmiernej eksploatacji kruszywa rzecznoego na przykładzie rzeki Wisłoki*, Zeszyty Nauk. AGH, 219, 283-301.
- Radecki-Pawlik A., 2002, *Pobór żwiru i otoczków z dna potoków górskich*, Aura, 2, 17-19.
- Rinaldi M., Wyżga B., Surian N., 2005, *Sediment mining in alluvial rivers: physical effects and management perspectives*, River Research and Application
- Soja R., 1988, *Zmiana odpływu w zlewni Wisłoki pod wpływem działalności człowieka*, Dokum. Geogr., 4, 9-22.
- Wyżga B., 1997, *Methods for studying the response of flood flows to channel change*, Journ. Hydrol., 198, 271-288.
- Wyżga B., 2001a, *Impact of the channelization-induced incision of the Skawa and Wisłoka Rivers, southern Poland, on the conditions of overbank deposition*, Regul. Rivers: Research and Management, 17, 85-100.
- Wyżga B., 2001b, *A geomorphologist's criticism of the engineering approach to channelization of gravel-bed rivers: case study of the Raba River, Polish Carpathians*, Environ. Management, 28, 341-358.

Bartłomiej Wyżga  
Instytut Ochrony Przyrody  
Polska Akademia Nauk  
al. Mickiewicza 33  
31-120 Kraków