

# Jak zmniejszyć zagrożenie i ryzyko powodziowe w dorzeczu górnej Wisły?

Przedstawiono krytyczną opinię o sformułowanym ostatnio „Programie ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły”. W opinii autorów wiele z zaproponowanych w Programie działań nie prowadzi do zmniejszenia zagrożenia powodziowego, służy jedynie lokalnej ochronie przed skutkami powodzi, powodując zarazem przemieszczenie tego zagrożenia w dół biegu rzek, z jednoczesnym jego zwiększeniem. Wskazano katalog działań zmniejszających zagrożenie powodzią poprzez zwiększanie retencji na różnych etapach przemieszczania się fal powodziowych oraz służących ograniczeniu ryzyka powodziowego poprzez powstrzymanie zagospodarowania terenów nadrzecznych, przebudowę mostów i zaniechanie szkodliwej eksploatacji rumowiska dennego z cieków.

## ■ Ocena działań przeciwpowodziowych proponowanych w „Programie ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły”

W roku ubiegłym został przygotowany „Program ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły” (Winter i in. 2010) wraz z „Prognozą oddziaływania na środowisko skutków realizacji Programu ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły” (Słysz i in. 2010). Wobec znaczącego postępu wiedzy i praktyki dotyczącej zapobiegania powodziom (European Commission 2003) oraz w świetle wymagań sformułowanych w unijnych dyrektywach dotyczących gospodarki wodnej (Ramowa Dyrektywa Wodna, Dyrektywa Powodziowa) i ochrony środowiska (m.in. Dyrektywy Siedliskowa i Ptasia) należało spodziewać się przedstawienia nowoczesnego katalogu działań zmniejszających zagrożenie i ryzyko

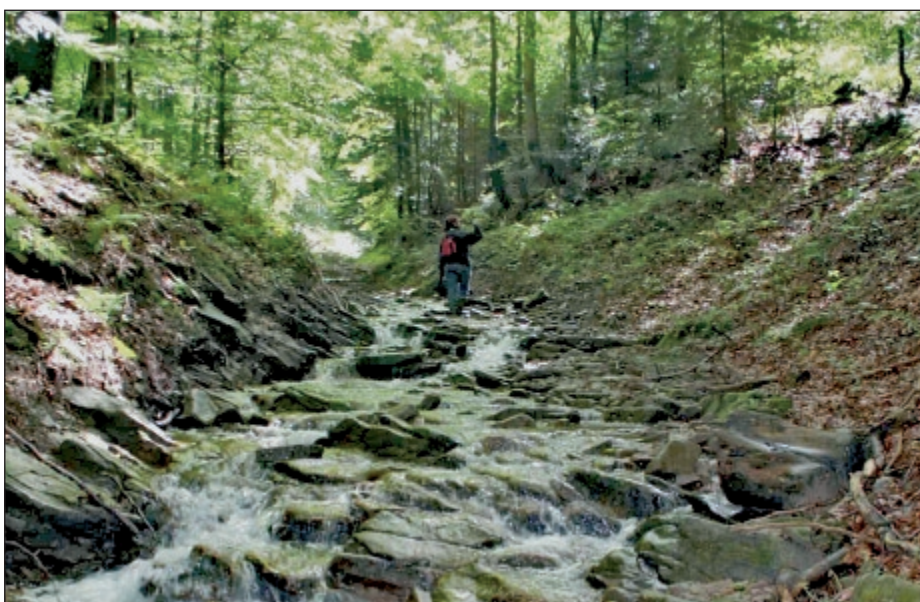


FOTO ROMAN ZUREK

Fot. 1. Głębokie koryta docięte do podłoża skalnego stanowią częstą sytuację w źródłiskowych odcinkach cieków w Karpatach. Potok Kryściów w Beskidzie Niskim

powodziowe, a jednocześnie obojętnie lub korzystnie wpływających na stan środowiska przyrodniczego. Rzeczywiście, w części wstępnej Programu wskazano, że wartościowy program ochrony przed powodzią powinien obejmować m.in.:

- kształtowanie odpowiedniego zagospodarowania obszarów nadrzecznych, dostosowanego do poziomu zagrożenia powodziowego, w tym niedopuszczanie do zabudowy obszarów najbardziej podatnych na zagrożenie powodziowe;

- działania służące czasowemu zatrzymaniu wód powodziowych, w tym przywracaniu retencji naturalnej – m.in.

zwiększeniu naturalnej retencji dolin rzecznych z zachowaniem ich dobrego stanu ekologicznego;

- ograniczenie przemieszczania zagrożenia na tereny położone w niższym biegu rzek;

- działania rekompensujące ograniczenie dotychczasowej retencji wód powodziowych w dolinach rzek, m.in. w formie polderów powodziowych.

Trudno byłoby nie zgodzić się z tak wskazanymi celami Programu. Jednak te wspomniane na wstępie cele nie znajdują potwierdzenia w dalszej, szczegółowej części Programu, gdzie katalog proponowanych działań zasadniczo ograniczono do:

- odbudowy i budowy nowych systemów regulacji koryt;
- modernizacji istniejących i budowy nowych obwałowań den dolin, w tym także dolin rzek górskich;
- budowy obiektów służących tzw. małej retencji;
- budowy nowych zbiorników retencyjnych.

Należy stwierdzić, iż proponowany katalog działań nie jest nakierowany na zmniejszanie zagrożenia i ryzyka powodziowego, lecz na lokalną ochronę przed skutkami powodzi. Poniżej przedstawiamy najważniejsze kwestie odnoszące się do celowości działań zaproponowanych w Programie.

**Systemy regulacji koryt.** Większość naturalnych koryt pozostających w równowadze ma przepustowość zbliżoną do przepływu o częstotliwości występowania raz na półtora roku (Williams 1978). Koryta regulacyjne wymiarowane są natomiast, w zależności od charakteru zagospodarowania terenów nadrzecznych, na przepływ od 2-letniego w terenach leśnych do 10-letniego w terenach zurbanizowanych (Hydroprojekt 1987) i przepustowość ta niejednokrotnie ulega później znacznemu zwiększeniu w wyniku wcięcia się nadmiernie zawężonego koryta regulacyjnego. Regulacja koryta, zwiększając jego przepustowość dla wód wezbrań i przyspieszając odpływ tych wód w dół doliny, znacząco ogranicza ich retencjonowanie na dnie doliny. Objęcie danego odcinka rzeki zabudową regulacyjną prowadzi zatem nie do ograniczenia zagrożenia powodziowego, lecz jedynie jego odsunięcia w dół biegu rzeki, z jednoczesnym zwiększeniem kulminacji fal powodziowych poniżej uregulowanego odcinka (Wyżga 1994, 1996).

Jeśli zatem regulacja koryta ma pozostać neutralna z punktu widzenia ochrony przeciwpowodziowej regionu, to musi zostać skompensowana zwiększeniem retencji wód powodziowych powyżej (najlepiej) lub poniżej uregulowanego odcinka rzeki. Trudno kwestionować potrzebę regulacji koryt w silnie zurbanizowanych odcinkach dolin, jednak w dorzeczu górnej Wisły można wskazać mnóstwo przykładów regulacji koryt wykonanych w minionych dziesięcioleciach, gdzie regulacja ta służy ochronie przed powodzią lasów łęgowych lub co najwyżej łąk. Także i tym razem zachodzi obawa, że bardzo wiele z proponowanych



*Fot. 2. Naturalnie powstające lub sztucznie formowane w źródłiskowych odcinkach cieków tamy drzewne umożliwiają akumulację materiału dennego, zmniejszenie pojemności koryt i utrzymywanie/przywracanie warunków do retencji wód powodziowych w obszarach nadbrzeżnych. Potok Kamienica w Gorcach*

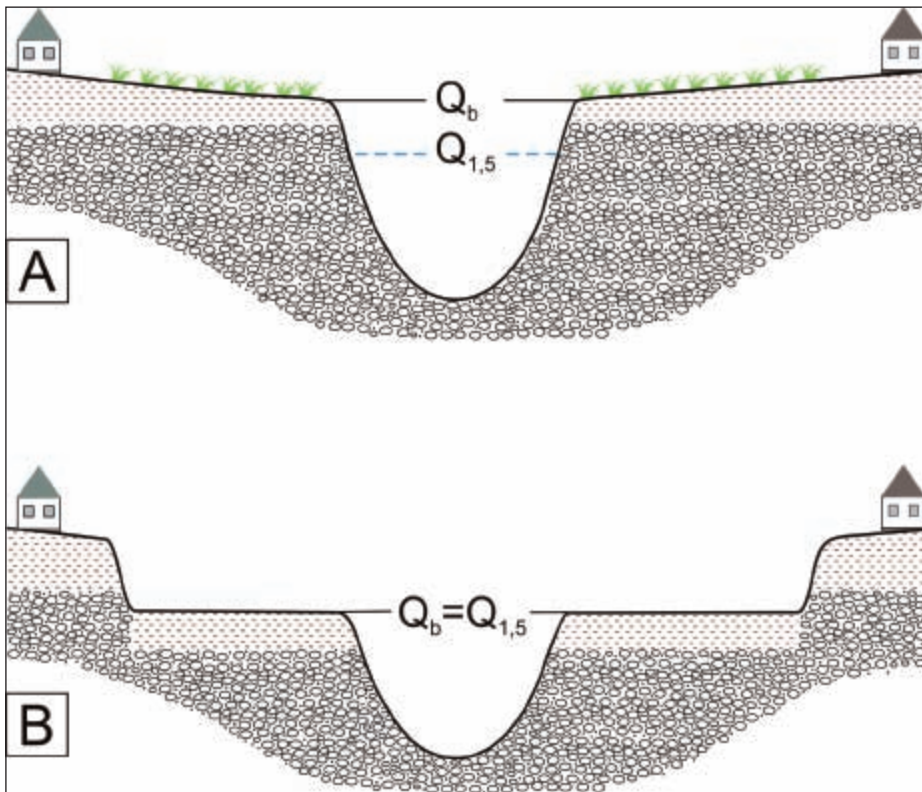
regulacji koryt będzie służyć przyspieszeniu odpływu wód powodziowych z odcinków dolin, w których taka ochrona nie jest konieczna, a obniżenie stopnia ich zagrożenia powodzią można osiągnąć w inny sposób, niepowodujący nieuchronnego wzrostu zagrożenia powodziowego w niższych biegach rzek. Obawy te potęguje fakt, że w Programie często brak jest podstawowych danych dotyczących tego, które cieki i na jakiej długości mają być uregulowane, jakie będą stosowane materiały do umocnień brzegów lub dna cieków oraz jaki jest charakter terenów chronionych postulowaną zabudową regulacyjną.

**Budowa i modernizacja wałów przeciwpowodziowych.** Analogicznie do systemów regulacji koryt wały przeciwpowodziowe – poprzez zmniejszenie strefy zalewu i ograniczenie retencji wód powodziowych na dnie doliny – również powodują odsunięcie zagrożenia powodziowego w dół biegu rzeki, z jednoczesnym zwiększeniem kulminacji fal powodziowych, a więc i zagrożenia powodziowego poniżej obwałowanego odcinka doliny. Budowa nowych obwałowań może zatem znaleźć uzasadnienie jedynie w odniesieniu do silnie zurbanizowanych odcinków dolin, które jednak w zdecydowanej większości zostały już wcześniej objęte tą formą zabezpieczeń przed skutkami powodzi.

Tymczasem w Programie proponuje się budowę wielu nowych obwałowań, w tym zwłaszcza w pogórskich i górskich odcinkach rzek karpackich (odcinki tych rzek w Kotlinie Sandomierskiej i Oświęcimskiej zostały już dawno obwałowane). Przeciwko tym zamierzeniom można wysunąć dwa zasadnicze zastrzeżenia:

- Proponowane obwałowania mają w zdecydowanej większości objąć odcinki dolin o słabym, głównie rolniczym zagospodarowaniu. Wobec nieuchronnego wzrostu zagrożenia powodziowego dla niższych odcinków dolin oraz dla samej doliny Wisły, będącego efektem takich obwałowań, ich wykonanie dla ochrony terenów rolniczych nie znajduje uzasadnienia.

- Wały przeciwpowodziowe stanowią skuteczne zabezpieczenie przed skutkami powodzi w dnach dolin wyścielonych grubą warstwą drobnoziarnistych osadów o niskim współczynniku filtracji. W dolinach górskich i pogórskich rzek wyścielonych natomiast osadami żwirowymi o wysokim współczynniku filtracji (tj. szybkim tempie przesączania się wody w obrębie aluwii) bardzo szybko dochodzi do wyrównania poziomu wody w obrębie międzywała i poza wałem przeciwpowodziowym. Taki efekt można było np. obserwować w trakcie przejścia fali powodziowej w lipcu 2001 r. w Nowym Targu, gdzie po obu



Rys. 1. (A) W odcinku rzeki z przegłębionym korytem przenosi ono przepływy większe od przepływy półtorarocznego.  $Q_b$  oznacza stan pełnokorytowy. (B) Odtworzenie retencji dolinowej oraz pojemności koryta charakterystycznej dla koryt pozostających w stanie równowagi dynamicznej osiągnięte w wyniku sztucznego uformowania nowej terasy zalewowej w niższym położeniu. Obniżenie powierzchni terenu uzyskuje się w wyniku usunięcia części profilu osadów zwirowych, natomiast odrzuconą na bok warstwę humusu należy ponownie uformować na powierzchni obniżonej terasy

stronach wału przeciwpowodziowego woda sięgała jednakowego poziomu, tyle tylko, że obszar zawala został wcześniej zabudowany w wyniku jego rzekomego zabezpieczenia przed powodzią.

Zwiększenie dotychczasowego rozstawu wałów (szerokości międzywala) byłoby istotnym środkiem obniżającym stany wody i zarazem zwiększającym retencję wód powodziowych w już obwałowanym odcinku doliny, a tym samym realnie wpływającym na zmniejszenie zagrożenia powodziowego zarówno w rozważanym odcinku doliny, jak i w niższym biegu rzeki. Nigdzie jednak w Programie nie udało się znaleźć wzmianki o takich planach modernizacji wałów i można podejrzewać, że zdecydowana większość, jeśli nie wszystkie z proponowanych modernizacji obwałowań, będą zachowywać dotychczasową lokalizację obwałowań z ewentualnym podwyższeniem ich wysokości – tym samym prowadząc do wzrostu zagrożenia powodziowego w niższym biegu rzeki.

### Budowa nowych zbiorników retencyjnych.

Zbiorniki retencyjne, przechwytyjąc część objętości fali powodziowej, mogą istotnie przyczynić się do ograniczenia zagrożenia powodzią. Pomijamy tutaj kwestię wielofunkcyjności zbiorników retencyjnych wznoszonych na rzekach z dorzecza górnej Wisły, istotnie ograniczającą ich realne działanie przeciwpowodziowe. Wskazujemy natomiast, że w momencie przegrodzenia rzeki zbiornikiem zaporowym następuje odcięcie dostawy rumowiska dennego do jej niższego odcinka, prowadzące do obniżania dna rzeki (Kondolf 1997), zwiększania przepustowości koryta i ograniczenia retencji dolinowej. W wypadku gdy poniżej zbiornika nastąpi znaczne i na pokażnej długości rzeki pogłębienie się koryta, wówczas efekt utraty retencji dolinowej może w zasadniczy sposób niwelować przeciwpowodziowy efekt samego zbiornika.

Rozwiązaniem tego problemu stanowiłoby przemieszczanie poniżej zbiornika rumowiska dennego składanego w strefie wlotu rzeki do cofki zbiornika

i zasilanie rzeki tym sztucznie wprowadzonym materiałem (tzw. dokarmianie rzeki). Takie rozwiązanie jest już powszechnie stosowane m.in. w Niemczech, we Francji czy w USA (np. Kondolf 1997; Rollet i in. 2008). Jeśli chcemy myśleć o faktycznym i długotrwałym ograniczaniu zagrożenia powodziowego przez zbiorniki retencyjne, to rozwiązanie takie, wraz z jego kosztami, musi zostać przyjęte także w naszym kraju. Testem wiarygodności, że rozwiązania takie będą mogły być wprowadzone do funkcjonowania planowanych zbiorników retencyjnych, byłoby ich wprowadzenie w odniesieniu do eksploatacji już istniejących zbiorników.

Miniony rok przyniósł pierwszą w naszym kraju katastrofę zbiornika retencyjnego – zbiornika Niedów gromadzącego wodę technologiczną dla elektrowni Turów. Pokazuje to, że zbiorniki retencyjne nie są obiektami działającymi bezawaryjnie i zawsze bezpiecznie, a ich ewentualna katastrofa może być przyczyną znaczącego zwiększenia strat powodziowych, w tym także strat w ludziach.

Podsumowując: główne elementy programu – budowa systemu regulacji koryt i obwałowań dolin rzecznych – nie służą zmniejszeniu zagrożenia powodziowego w dorzeczu górnej Wisły, lecz jedynie lokalnemu zabezpieczeniu przed skutkami powodzi, z jednoczesnym przyspieszeniem odpływu wód powodziowych i zwiększeniem kulminacji fal powodziowych poniżej, w tym w samej dolinie Wisły. O ile poszczególne elementy Programu mogą być dobrze odbierane przez odpowiednie społeczności lokalne, zainteresowane bezpieczeństwem swojej własnej okolicy, to trudno zrozumieć, dlaczego Program ten miałby znaleźć akceptację i finansowanie ze strony władz centralnych. Efektem jego realizacji byłoby bowiem znaczące przyspieszenie odpływu wód powodziowych z obszaru dorzecza górnej Wisły, prowadzące do znacznego wzrostu zagrożenia powodziowego na środkowej Wiśle, w tym także w jej warszawskim odcinku. Już w trakcie powodzi w maju i czerwcu 2010 r. doszło do bardzo szybkiego spływu wód powodziowych z górskich odcinków rzek karpackich oraz koncentracji fali powodziowej w Kotlinie Sandomierskiej i w odcinku środkowej Wisły. Do wystąpienia katastrofalnie wysokiego stanu kulminacyjnego tej fali powodziowej w Warszawie nie doszło jedynie w wyniku przypadkowego przerwania

wałów przeciwpowodziowych i zatopienia zawala w Sandomierzu oraz w gminie Wilków w woj. lubelskim – z powierzchniami zalewu wynoszącymi ok. 75 i 25 km<sup>2</sup> oraz szacunkową objętością zretencjonowanych wód powodziowych (odpowiednio, ok. 150 i 50 mln<sup>3</sup> wody) porównywalną z łączną pojemnością przeciwpowodziową kilku dużych zbiorników zaporowych na rzekach karpaccich. Dalsze przyspieszenie odpływu wód powodziowych z dorzecza górnej Wisły byłoby więc działaniem na zgubę mieszkańców stolicy.

Bardzo istotną częścią Programu, podkreślaną przy każdym z wyspecyfikowanych jego elementów, jest wzrost bezpieczeństwa mieszkańców nadrzecznych terenów, którego efektem byłaby dalsza intensyfikacja zagospodarowania terenów nadrzecznych. Co jest warte takie bezpieczeństwo, mieli w czerwcu 2010 r. okazję przekonać się mieszkańcy Jasła, których przed powodzią nie uchroniło ani działanie zbiornika Klimkówka, ani bezpośrednie zabezpieczenie wałem przeciwpowodziowym. Zaproponowane w Programie działania, nakierowane głównie na ochronę przed skutkami powodzi, idą zdecydowanie pod prąd rozwiązań wskazywanych w unijnej Dyrektywie Powodziowej, kładącej nacisk na konieczność dostosowania zagospodarowania terenów nadrzecznych do rzeczywistego stopnia zagrożenia powodziowego tych terenów, a nie tworzenia zabezpieczeń, które umożliwiłyby intensyfikację zagospodarowania takich zagrożonych powodzią terenów (zob. także Bobiński, Żelaziński 1996).

Problematyka niniejszego artykułu koncentruje się na dyskusji przydatności zaproponowanych w Programie przedsięwzięć do zmniejszenia zagrożenia i ryzyka powodziowego w dorzeczu górnej Wisły. Dlatego jedynie wspominamy, że przedsięwzięcia te będą, w zdecydowanej większości, negatywnie oddziaływać na stan hydromorfologiczny rzek i ich biocenozy (Słysz i in., 2010). Ich realizacja stoi zatem w sprzeczności z wymogiem Ramowej Dyrektywy Wodnej osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego rzek.

### ■ Alternatywne działania zmierzające do zmniejszenia zagrożenia i ryzyka powodziowego w dorzeczu górnej Wisły

Przedstawiona powyżej opinia o Programie miałyby jedynie ograniczony

sens, gdyby znalazła się w niej tylko krytyka przedstawionych w nim rozwiązań. Poniżej wskazujemy działania, których realizacja mogłaby znacznie skuteczniej przyczynić się do zmniejszenia zagrożenia i ryzyka powodziowego w dorzeczu górnej Wisły niż wiele z elementów zaproponowanego Programu.

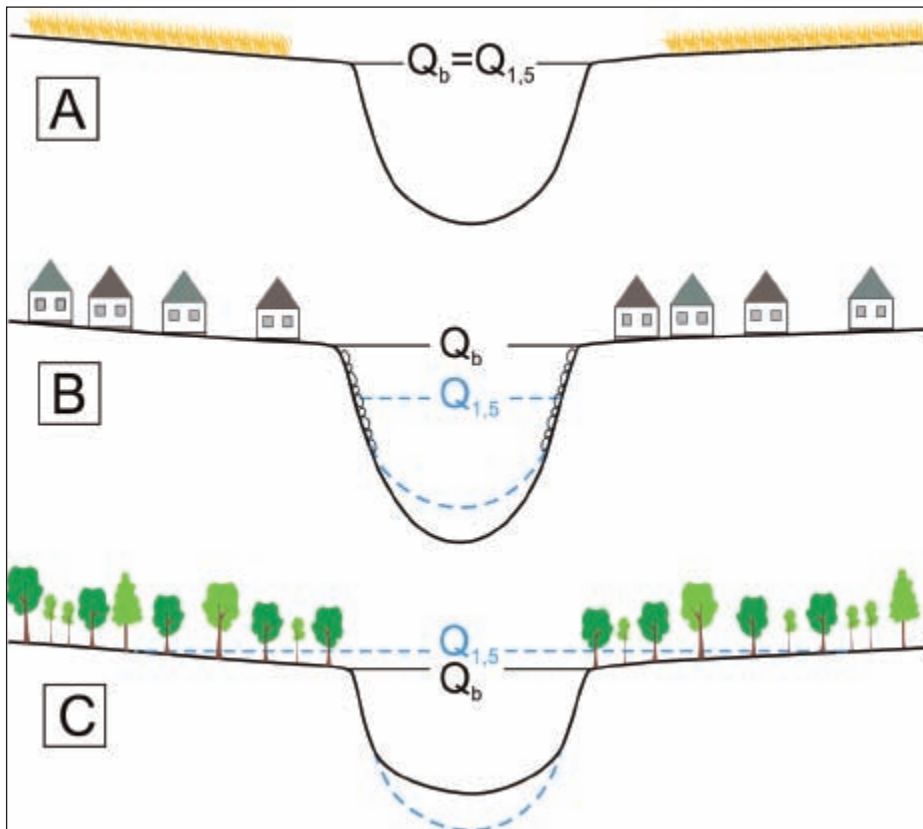
**Jak najszybsze stworzenie map ryzyka i zagrożenia powodziowego dla obszarów nadrzecznych i rozpoczęcie kształtowania zagospodarowania tych terenów dostosowanego do uzyskanych ocen ryzyka i zagrożenia powodziowego.** Niniejszy

punkt odwołuje się do wymogów stawianych przed naszym krajem przez Dyrektywę Powodziową Unii Europejskiej. Trudno kwestionować fakt, że obszary den dolin o dużym stopniu zurbanizowania zasługują na odpowiedni poziom ochrony przed skutkami powodzi, zazwyczaj realizowany w formie ich oddzielenia od koryta wielkich wód wałem przeciwpowodziowym. W dorzeczu górnej Wisły można wskazać jednak wiele miejsc, w których w ostatnich kilkunastu czy wręcz kilku latach dochodzi do postępującego wkraczania zabudowy i infrastruktury na tereny nadrzeczne. Wkracza-



FOTO RUDOLF HORNICH

Fot. 3. Boczne koryto uformowane wzdłuż uregulowanego, głównego koryta rzeki Mur w Austrii. Oprócz przenoszenia części przepływów powodziowych boczne koryto z płytszą, wolniej płynącą wodą, zwiększa różnorodność siedlisk w rzece. Według: Hornich, Baumann (2008), przedrukowano za zgodą European Centre for River Restoration



Rys. 2. Pojemność naturalnych koryt rzecznych pozostających w stanie dynamicznej równowagi (A) oraz zalecana pojemność koryt w odcinkach dolin o intensywnym (B) i słabym (C) zagospodarowaniu. W dwóch ostatnich przypadkach kolorem niebieskim wskazano zasięg stanu związanego z półrocznym przepływem oraz usytuowanie dna, przy którym koryto pozostawałoby w stanie dynamicznej równowagi.  $Q_b$  oznacza stan pełnokorytowy. Według: Bojarski, Wyźga (2008), zmienione

nie z zabudową nie jest powstrzymywane w wyniku właściwej oceny ryzyka i zagrożenia powodziowego dla tych terenów, znajdującego odpowiednie przełożenie w miejscowych planach zagospodarowania terenu. Dla takich terenów pojawiają się następnie postulaty objęcia ich ochroną przed skutkami powodzi (regulacja rzeki, budowa wału przeciwpowodziowego), dobitnie wyrażone w przedstawionym Programie. Zapomina się przy tym, że próba objęcia ochroną przed skutkami powodzi wszystkich terenów w dnach dolin, wzdłuż ich całego biegu, jest z góry skazana na niepowodzenie, a wody powodziowe, którym nie pozwolono rozlać się w danym odcinku doliny, wyleją poniżej, często w niekontrolowany sposób i na terenach, gdzie straty powodziowe będą większe. Najwyższa pora przerwać ten trend i przejść do aktywnego kształtowania zagospodarowania terenów nadrzecznych, dostosowanego do rzeczywistego poziomu ryzyka powodziowego (Bobiński, Żelaziński 1996).

**Dopuszczenie do spontanicznego lub wspomaganego przywrócenia niewielkiej pojemności koryt i odtworzenia retencji dolinowej w źródłiskowych odcinkach cieków.** Źródłiskowe odcinki cieków – cieki od 1 do 3, niekiedy także 4 rzędu – nigdy nie stanowiły istotnego pola zainteresowań gospodarki wodnej, z uwagi na brak zagospodarowania tych odcinków dolin i możliwości realizacji w nich istotnych obiektów hydrotechnicznych, w tym zabudowy regulacyjnej koryt. Tymczasem to właśnie tutaj rodzą się powodzie i odcinki te obejmują w dorzeczu górnej Wisły dziesiątki tysięcy kilometrów sieci rzecznej – a zatem istniejąca w ich obrębie sytuacja będzie w istotny sposób kształtować sytuację powodziową w niższym, zagospodarowanym biegu rzek.

W ostatnich kilkudziesięciu latach w dorzeczu górnej Wisły, a zwłaszcza w jego karpackiej części, doszło do istotnej poprawy zabudowy biologicznej stoków (wzrost lesistości zlewni, zamiana pól orných na użytki zielone); konsekwencją tego było znacz-

ne ograniczenie dostawy rumowiska do koryt w źródłiskowych odcinkach cieków. Jednocześnie kontynuowana była praktyka usuwania drzew powalonych do tych cieków w celu maksymalizacji pozyskania drewna z obszarów leśnych oraz umożliwienia wykorzystania koryt jako dróg zrywki drewna. W sytuacji ograniczenia dostawy rumowiska do koryt i braku grubego rumoszu drzewnego, stanowiącego istotny element szorstkości, bardzo wiele koryt w źródłiskowych odcinkach cieków uległo pogłębieniu, wraz z wypłukaniem aluwów i przekształceniem koryt aluwialnych w koryta skalne (fot. 1). Przy generalnie niewielkich rozmiarach koryt w źródłiskowych odcinkach cieków, nawet pozornie niewielkie ich pogłębienie, rzędu 0,2–0,4 m, oznaczało kilkukrotny wzrost ich pojemności i odpowiednią utratę retencji wód powodziowych w obszarze nadbrzeżnym.

Konieczne jest zatem umożliwienie ponownej akumulacji aluwów w dnach tych koryt, prowadzącej do zmniejszenia pojemności koryt i przywrócenia warunków do retencji wód powodziowych w obszarach nadbrzeżnych. Akumulacji aluwów będzie sprzyjać dopuszczenie do spontanicznego formowania się tam drzewnych z powalonych drzew lub sztuczne formowanie takich tam w źródłiskowych odcinkach cieków (fot. 2) (Bojarski i in. 2005; Wyźga 2007). Będzie to wymagało rezygnacji z pozyskiwania drzew rosnących w obszarze nadbrzeżnym lub niedawno powalonych do koryta, skutkującej 1–2% zmniejszeniem liczby pozyskanych drzew z terenów leśnych. Strata ta może jednak zostać zrekompensowana lepszymi warunkami wzrostu drzew, zwłaszcza świerka mającego płytki system korzeniowy, w wyniku ograniczenia szybkiego drenowania wód gruntowych z przykorytowych partii zboczy. Wskazany postulat może być łatwo spełniony w lasach będących własnością skarbu państwa, administrowanych przez Lasy Państwowe. Co istotne, jego realizacja nie będzie wymagać ponoszenia bieżących nakładów z budżetu państwa. Warto podkreślić, że z uwagi na niewielką mobilność grubego rumoszu drzewnego w źródłiskowych odcinkach cieków, powalone do koryt drzewa nie będą tu stanowiły samoistnego źródła zagrożenia powodziowego.

### **Działania zwiększające retencję dolinową wód powodziowych.**

Retencja dolinowa polega na czasowym zatrzymaniu wód powodziowych zaplatających dno doliny lub opóźnieniu ich spływu w dół doliny w stosunku do wód przemieszczających się w korycie. Retencja ta jest więc tym większa, im większa część całkowitej objętości przepływu jest przenoszona poza korytem oraz im większa jest różnica prędkości wód powodziowych pomiędzy korytem a obszarem pozakorytowym. Dominującą tendencją rzek karpackich w ciągu XX wieku było obniżanie się ich dna, prowadzące do wzrostu pojemności koryt i radykalnego zmniejszenia możliwości retencjonowania wód powodziowych w obszarach nadrzecznych (Wyźga 2008). Konieczne są więc działania, które spowodują ponowne zmniejszenie pojemności koryt i odtworzenie możliwości retencjonowania wód powodziowych w obszarach nadrzecznych. Cel ten może zostać osiągnięty na dwa sposoby: poprzez nadbudowę dna koryt lub poprzez obniżenie powierzchni terasy zalewowej. Pierwszy sposób, nieuchronnie prowadzący do podwyższenia stanów wody przy określonym natężeniu przepływu, może znaleźć zastosowanie jedynie w odcinkach dolin o słabym zagospodarowaniu.

W odcinkach dolin o większym stopniu zagospodarowania zmniejszenia pojemności koryt i odtworzenia retencji dolinowej można natomiast dokonać poprzez sztuczne usunięcie części profilu osadów wypełniających dno doliny; jego efektem będzie uformowanie nowej terasy zalewowej w niższym poziomie (rys. 1) (Bojarski i in. 2005). Na wielu odcinkach rzek taką nową terasę zalewową można utworzyć na terenie będącym własnością skarbu państwa, administrowanym przez RZGW. Tam, gdzie RZGW nie ma takich terenów, lub stanowią one zbyt wąski pas, konieczny będzie wykup niezagospodarowanych, nadrzecznych terenów od prywatnych właścicieli. Same koszty obniżenia powierzchni terenu można znacząco ograniczyć, jeśli prace te będą prowadzone z częściowym wykorzystaniem żwiru pozyskanego z obniżanej terasy jako kruszywa budowlanego. Takie odtworzenie terasy zalewowej będzie miało nie tylko znaczenie przeciwpowodziowe, lecz również będzie działaniem korzystnym dla środowiska przyrodniczego, odtwarzając wzdłuż

koryt rzecznych siedliska łąkowe, które uprzednio – w wyniku wcięcia się rzek – znalazły się zbyt wysoko nad lustrem wód rzecznych.

Istotną modyfikację takich działań będzie stanowić tworzenie korytarzy swobodnej migracji rzek w niezagospodarowanych lub słabo zagospodarowanych obszarach nadrzecznych (Bojarski i in. 2005). W obrębie takich korytarzy praca nad obniżeniem nadrzecznego terenu i wytworzeniem nowych obszarów zalewowych w niższym poziomie będzie mogła zostać wykonana przez samą rzekę w trakcie bocznej migracji jej koryta, a zasadniczym kosztem funkcjonowania korytarza będzie koszt wykupu nadrzecznych terenów od prywatnych właścicieli.

### **Działania zwiększające retencję korytową wód powodziowych.**

W dolinie górnej Wisły oraz w dolnym biegu jej dopływów istotnym czynnikiem zagrożenia powodziowego jest zbyt mała pojemność międzywała, skutkująca formowaniem się wysokich kulminacyjnych stanów powodziowych, grożących przelaniem się wód przez koronę wałów przeciwpowodziowych. Istotnym czynnikiem obniżenia zagrożenia skutkami powodzi mogą tu być działania prowadzące do zwiększenia retencji korytowej wód powodziowych (ang. *channel storage*). Na wstępie należy zaznaczyć, iż wcięcie się koryt regulacyjnych rzek karpackich, do którego doszło w XX wieku, nie było czynnikiem zwiększającym retencję korytową – istotnym czynnikiem prowadzącym do wzrostu takiej retencji jest bowiem nie tylko wzrost pojemności koryta, lecz również spowolnienie spływu wód w dół doliny.

Od początku lat 90. XX wieku w kilku krajach Unii Europejskiej (m.in. Holandia, Niemcy, Austria) prowadzi się prace zmierzające do utworzenia drugorzędnych, bocznych koryt, towarzyszących głównemu korytu regulacyjnemu (fot. 3) (np. Schropp 1995; Hornich, Baumann, 2008). W warunkach powodziowych koryta te przejmują część całkowitego przepływu przenoszonego w dolinie rzecznej, umożliwiając istotne obniżenie stanów wody przy wystąpieniu określonego przepływu, w stosunku do sytuacji bez istnienia drugorzędnych koryt. Niezależnie od pełnionej funkcji przeciwpowodziowej te drugorzędne koryta w istotny sposób wzbogacają zestaw siedlisk rzecznych, w tym zwłaszcza przywracając siedliska o wolnym

przepływie, wyeliminowane uprzednio w trakcie regulacji rzeki (fot. 3). Formowanie drugorzędnych, bocznych koryt nie musi być działaniem kosztownym, gdyż może być następstwem odpowiednio ukierunkowanej eksploatacji żwiru prowadzonej w dolinie rzeki; można też wykorzystywać już istniejące wyrobiska po wcześniejszej takiej eksploatacji.

**Suche zbiorniki.** W wyższych biegach rzek istotną rolę w zmniejszaniu kulminacji fal powodziowych powinny odgrywać suche zbiorniki przeciwpowodziowe. Ograniczona przepustowość ich urządzeń upustowych umożliwia niezakłócony przepływ wód przez czasę zbiornika przy normalnych przepływach i jego napełnianie przy większym dopływie wody. Suche zbiorniki mają kilka niezaprzeczalnych zalet:

- inaczej niż w przypadku typowych zbiorników zaporowych, do retencjonowania wód powodziowych wykorzystywana jest całkowita pojemność suchego zbiornika, zatem zbiorniki te cechuje znaczna skuteczność w spłaszczaniu dużych fal powodziowych;

- powierzchnia czaszy zbiornika może być wykorzystywana rolniczo, a jej zatopienie następuje raz na kilkanaście lat przy wystąpieniu większego wezbrania;

- zbiorniki te nie przerywają ciągłości transportu rumowiska wleczonego oraz ekologicznej ciągłości rzek dla organizmów wodnych.

W Programie budowę suchych zbiorników przeciwpowodziowych zaplanowano jedynie w zlewniach Uszwicy, Wiśłoki i Wiślaka; to ograniczenie obszarowe wydaje się raczej pochodną słabej znajomości takich rozwiązań u osób odpowiedzialnych za planowanie przeciwpowodziowe w poszczególnych zlewniach niż uwarunkowań terenowych.

**Poldery.** W niższych biegach rzek, gdzie doliny rzeczne są szerokie, istotną rolę w retencjonowaniu wód powodziowych powinny pełnić poldery przeciwpowodziowe – niezabudowane obszary den dolin przeznaczone do zalania w czasie dużych powodzi. Oddzielenie obszaru polderu od strony rzeki wałem przeciwpowodziowym umożliwia jego zatopienie w czasie przechodzenia kulminacji fali powodziowej, a w konsekwencji efektywne spłaszczanie fali (Huang i in. 2007). Poldery mogą mieć jedno połączenie z rzeką; następuje przez nie ich na-



Fot. 4. Most na Czarnym Dunajcu w Chochołowie: (A) dawny most z filarami tkwiącymi w korycie rzeki, na których w czasie wezbrań w 2001 r. uformowały się zatory z napławionego drewna zmniejszające pole przekroju przepływowego; (B) most po przebudowie, z podtrzymującą konstrukcją łukową posadowioną poza korytem rzeki

pełnienie w czasie przyboru wód lub kulminacji fali powodziowej i stopniowy powrót zretencjonowanej wody do rzeki w czasie opadania fali, lub też – zwłaszcza przy wydłużonym kształcie – mogą mieć charakter przepływowy, z wlotem wód rzecznych w wyższej części doliny i ich powrotem w niższej części. Poldery przeciwpowodziowe mogą być lokalizowane w niezabudowanych częściach den dolin, w obrębie odciętych zakoli rzeki lub rozległych wyrobisk po eksploatacji kruszywa (żwirownie, piaskownie). W Programie wskazano na plany tworzenia polderów jedynie w zlewniach Brenia, Wiśloka i Sanu, a więc w stopniu da-

lece niewystarczającym w odniesieniu do całego dorzecza górnej Wisły.

**Konieczność rekompensaty retencji dolinowej utraconej w wyniku odcinkowej regulacji koryta lub obwałowania rzeki.** Uformowanie koryta o przepustowości większej niż koryta naturalnego pozostającego w równowadze (rys. 2A, B) oraz obwałowanie rzeki – konieczne w odcinkach dolin o intensywnym zagospodarowaniu – przyspieszają odpływ wód powodziowych z danego odcinka doliny i ograniczają ich retencję dolinową, a tym samym zwiększają zagrożenie powodziowe dla niższego odcinka rzeki. Bojarski i Wyźga (2009) wska-

zali na fakt, że utrata retencji dolinowej w odcinku objętym szczególną ochroną przed skutkami powodzi powinna być kompensowana zwiększeniem retencji wód powodziowych (retencja dolinowa – rys. 2C, poldery) w wyższych lub niższych odcinkach doliny o słabszym zagospodarowaniu terenów nadrzecznych.

Celowe wydaje się wdrożenie podejścia bilansującego straty retencji i działania odtwarzające tę retencję; każdemu działaniu ograniczającemu retencję wód powodziowych w wyniku regulacji koryta czy obwałowania rzeki będą musiały towarzyszyć działania odtwarzające utraconą retencję w innych odcinkach doliny (łącznie z wykupem niezbędnych do tego gruntów w terenie nadrzecznym). Tylko wówczas wykonanie tych zabiegów nie będzie powodowało pogorszenia zagrożenia powodziowego w skali regionu, a decyzja o objęciu danego odcinka doliny ochroną przed skutkami powodzi będzie musiała uwzględniać nie tylko koszty takich zabezpieczeń, lecz również odtworzenia utraconej retencji dolinowej w innych odcinkach rzeki.

#### Rozwiązanie konfliktu rzeki-mosty poprzez przebudowę mostów.

Znaczna część strat powstających w czasie powodzi jest wynikiem uszkodzeń konstrukcji mostów spowodowanych erozją denną zachodzącą pod mostami o zbyt wąskim świetle i nadmiernie skoncentrowanej energii przepływu (Jeleński 2004), a także uszkodzeń mostów lub lokalnego podpiętrzenia wód powodziowych spowodowanych przez zatory z napławionego drewna, jakie formują się na mostach o zbyt wąskim całkowitym świetle lub rozstawie poszczególnych filarów (fot. 4A) (Wyźga 2007). Wylimitowanie czy ograniczenie tych strat nie wymaga często podejmowanych ingerencji w rzeki i ich obszary nadbrzeżne – takich jak regulacja koryta czy wycinka nadrzecznych lasu – lecz przebudowy mostów prowadzącej do zwiększenia ich światła i posadowienia filarów poza korytem (fot. 4B) (Wyźga 2007). Niestety, oprócz pozytywnych przykładów takiej przebudowy mostów, wciąż zdarzają się przypadki, gdy po zniszczeniu mostu zostaje odbudowany bez istotnego poszerzenia jego światła – tak jak stało się np. z mostem w Nowej Białej na Białce, zniszczonym w czasie powodzi w lipcu 2008 r.

## Wprowadzenie i skuteczna egzekucja zakazu poboru osadów z koryt rzek karpackich.

Eksploatacja rumowiska dennego z rzek powoduje jego niedobór w korytach i niszczy naturalne obrukowanie dna chroniące niżej legły materiał denny przed uruchomieniem. W konsekwencji prowadzi ona do obniżania dna rzek oraz podmywania i niszczenia budowli regulacyjnych oraz podpór mostowych (Korpak i in. 2009). Stan koryt rzek istotnie wpływa na stopień zabezpieczenia przed skutkami wezbrań. Niezakłócony, długotrwały proces kształtowania się koryt rzecznych prowadzi do stabilizacji przekroju podłużnego i poprzecznego. Ustabilizowane koryto staje się mniej podatne na erozję wywołaną przez przepływy wezbraniowe. Stabilność dna i brzegów rzek oraz potoków górskich stanowi jeden z zasadniczych czynników mających wpływ na skutki wezbrań. Pobór rumowiska dennego z cieków, szczególnie w warunkach niekontrolowanych i nawet na niewielkim obszarze, prowadzi do destabilizacji koryta, a w konsekwencji zwiększenia jego przepustowości – z negatywnymi skutkami w postaci utraty retencji dolinowej wód powodziowych – oraz przekształcania koryt aluwialnych w koryta skalne (Wyźga i in. 2010). Ekologiczną konsekwencją takich działań jest eliminacja organizmów rzecznych wskutek usunięcia naturalnych miejsc bytowania makrofauny bezkręgowej i zaniku tarlisk ryb litofilnych. Po powodzi z maja/czerwca 2010 r. pod pretekstem usuwania jej skutków (np. dla odbudowy infrastruktury drogowej) odbywał się masowy pobór rumowiska z koryt rzek karpackich. Taki pobór może odbywać się wyłącznie w sytuacjach, gdy wymaga tego udrożnienie koryta i usunięcie odsypisk; powinien być bezwzględnie poprzedzony oceną oddziaływania na środowisko i pozwoleniem wodnoprawnym. Wszelkie inne pobory powinny zostać odgórnie zakazane, a zakaz ten powinien być skutecznie egzekwowany.

## Uwagi końcowe

Znacząca rola, jaką w „Programie ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły” (Winter i in. 2010) przypisano regulacjom koryt i budowie nowych obwałowań rzek, powoduje, że efektem jego realizacji byłoby przyspieszenie odpływu wód powodziowych z dorzecza oraz zwiększenie zagrożenia i ryzyka powodziowego w skali całego regionu wodnego. Zarazem realizacja tych działań spowodowałaby dalsze pogorszenie stanu ekologicznego wielu odcinków rzek (Stysz i in. 2010). Ramowa Dyrektywa Wodna precyzuje, iż działania, które powodowałyby nieosiągnięcie celów środowiskowych, mogą zostać dopuszczone do realizacji wyłącznie w sytuacji, gdy wynikają z nadrzędnego interesu publicznego i interes ten nie może zostać zaspokojony w inny, korzystniejszy dla środowiska sposób. W niniejszym artykule wskazano katalog działań korzystniejszych dla stanu środowiska przyrodniczego i mogących znacznie skuteczniej przyczynić się do zmniejszenia zagrożenia i ryzyka powodziowego w skali regionu wodnego niż wiele z elementów zaproponowanego Programu.

Pomimo deklaracji zawartej w Programie, iż ma on charakter otwarty i może być uzupełniany o nowe zadania, pełne przypisanie kwot wnioskowanych na realizację Programu już wyspecyfikowanym w nim zadaniom nie wskazuje na taką możliwość. Zaproponowanie Programu w jego obecnym kształcie stwarzałoby podobną presję na realizację zawartych w nim zadań, jaka towarzyszyła po 1997 r. wydatkowaniu funduszy z pożyczki Europejskiego Banku Inwestycyjnego (Żelaziński, Wawręty 2005), zarazem odcinając możliwość finansowania działań skuteczniejszych i bardziej przyjaznych dla środowiska przyrodniczego.

Niniejszy artykuł został częściowo przygotowany w ramach realizacji projektu badawczego N N305 097239 finansowanego ze środków na naukę w latach 2010–2013.

## LITERATURA

1. E. BOBIŃSKI, J. ŻELAZIŃSKI (1996): Czy można przerwać błędne koło ochrony przeciwpowodziowej? *Gosp. Wodna* 4: 99–107.
2. A. BOJARSKI, J. JELEŃSKI, M. JELONEK, T. LITEWKA, B. WYŻGA, J. ZALESKI (2005): *Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich*. Ministerstwo Środowiska. Warszawa.
3. A. BOJARSKI, B. WYŻGA (2009): Przeciwdziałanie zagrożeniom stanu środowiska cieków karpackich – środki zaradcze na tle planowania przestrzennego. *Czas. Techn.* 10: 63–68.
4. EUROPEAN COMMISSION (2003): *Best practices on flood prevention, protection and mitigation*. Brussels.
5. R. HORNICH, N. BAUMANN (2008): *River restoration of the River Mur along the border be-*

6. tween Austria and Slovenia. [w:] B. Gumiero, M. Rinaldi, B. Fokkens (red.), 4th ECRR International Conference on River Restoration, ECRR, Venice, 487–496.
7. S. HUANG, J. RAUBERG, H. APEL, K. E. LINDENSCHMIDT (2007): The effectiveness of polder systems on peak discharge capping of floods along the middle reaches of the Elbe River in Germany. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* 4: 211–241.
8. HYDROPROJEKT (1987): *Regulacja rzek górskich*. Wytoczne projektowania.
9. J. JELEŃSKI (2004): Droga i jej odwodnienie jako trwale uszkodzenie doliny i łożyska cieków. *Zesz. Nauk.-Techn. SITK RP, Oddział w Krakowie* 112: 115–135.
10. G. M. KONDOLF (1997): Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environ. Management* 21: 533–551.
11. J. KORPAK, K. KRZEMIEŃ, A. RADECKI-PAWLIK (2009): Wpływ budowli regulacyjnych i poboru rumowiska na koryta rzek i potoków górskich – wybrane przykłady z rzek karpackich. *Gosp. Wodna* 7: 274–281.
12. A. J. ROLETT, H. PIÉGAY, G. BORNETTE, H. PERSAT (2008): Sediment dynamics, channel morphology and ecological restoration downstream a dam: the case of the Ain River. [w:] B. Gumiero, M. Rinaldi, B. Fokkens (red.), 4th ECRR International Conference on River Restoration, ECRR, Venice, 497–504.
13. M. H. I. SCHROPP (1995): Principles of designing secondary channels along the River Rhine for the benefit of ecological restoration. *Water Science Techn.* 31(8): 379–382.
14. K. SŁYSZ i inni (2010): Prognoza oddziaływania na środowisko skutków realizacji „Programu ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły”. *Biuletyn Informacji Publicznej Małopolskiego Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie*.
15. G. P. WILLIAMS (1978): Bank-full discharge of rivers. *Water Resour. Res.* 14: 1141–1154.
16. J. WINTER, Ł. CHUDY, M. MARCINKOWSKI (2010): Program ochrony przed powodzią w dorzeczu górnej Wisły. *Biuletyn Informacji Publicznej Małopolskiego Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie*.
17. B. WYŻGA (1994): Wpływ regulacji koryt rzek karpackich na wzrost zagrożenia powodziowego w dorzeczu górnej Wisły (na przykładzie Raby). *Czas. Geogr.* 65: 241–262.
18. B. WYŻGA (1996): Metody oceny wpływu zmian morfologii koryta na przepływy wezbraniowe. *Wiad. IMGW* 19: 49–70.
19. B. WYŻGA (2007): Gruby romoszek drzewny: depozycja w rzece górskiej, postrzeżenie i wykorzystanie do rewitalizacji cieków górskich. *Wyd. Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków*.
20. B. WYŻGA (2008): A review on channel incision in the Polish Carpathian rivers during the 20th century. [w:] H. Habersack, H. Piégay, M. Rinaldi (red.), *Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration*, Elsevier, Amsterdam, 525–555.
21. B. WYŻGA, H. HAJDUKIEWICZ, A. RADECKI-PAWLIK, J. ZAWIEJSKA (2010): Eksploatacja osadów z koryt rzek górskich – skutki środowiskowe i procedury oceny. *Gosp. Wodna* 6: 243–249.
22. J. ŻELAZIŃSKI, R. WAWRĘTY (2005): Ocena wybranych robót hydrotechnicznych finansowanych z pożyczki Europejskiego Banku Inwestycyjnego. *Towarzystwo na Rzecz Ziemi, Polska Zielona Sieć, Oświęcim-Kraków*.