INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 9/2010, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 17–27
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Anna Lenar-Matyas, Marta Łapuszek, Michel Lafont, Christine Poulard

MOŻLIWOŚCI REWITALIZACJI KORYT RZEK I POTOKÓW W WARUNKACH ICH ZRÓŻNICOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA

THE RIVERS AND STREAMS RESTORIATION TECHNIQUES IN THE VARIED WAYS OF THEIR MANAGEMENT

Streszczenie

W zależności od stopnia zagospodarowania doliny cieku stosuje się różne metody regulacji, których nadrzędnym celem jest ochrona przeciwpowodziowa terenów przyległych. Dotychczas często przy tych zabiegach pomijane były wszelkie aspekty związane z troską o utrzymanie dobrych warunków bytowania dla fauny i flory cieków. Działania te wywołały wiele negatywnych skutków w korytarzach rzek i potoków. W artykule przedstawiono podział koryt regulacyjnych w zależności od stopnia uszczelnienia koryta i brzegów cieku oraz istniejących warunków bytowania organizmów. Na cieku wydzielono także odcinki w zależności od zagospodarowania terenu wraz z najważniejszymi działaniami związanymi z osiągnięciem celów regulacji lub utrzymania. Na wybranych, uregulowanych i silnie zmienionych odcinkach cieków w dorzeczu górnej Wisły przeanalizowano możliwość odwracalności, bądź nieodwracalności zmian wprowadzonych w tych ciekach.

Słowa kluczowe : rzeka górska, regulacja rzek, rewitalizacja, ochrona brzegów

Summary

Dependly on the the land-use management, there are different technics of river training. The main aim of river training is floods mitigation. However, these activities often were done without any respect on the basic principle on keeping the ecological continuity of river corridor. In the current paper we present four types of trained river cross-sections, depend on their shapes, the material which forms them, and the condition for fauna and flora. There are also performed the

patterns of the regulated channels, which are located in the different kind of urban area. For the selected trained river courses, which are located in the Upper Wisła catchment, the possibility of restoration has been analyzed.

Key words : *mountain river, river training, restoration, bank protection*

WSTĘP

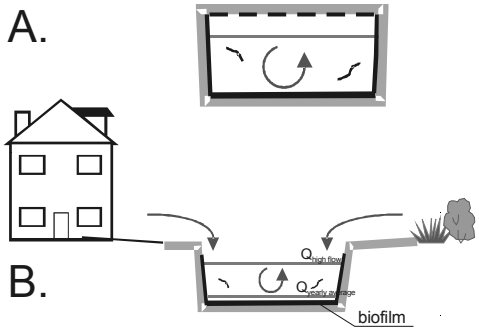
Rzeki od lat z jednej strony były czynnikiem rozwoju, z drugiej zaś przyczyną problemów związanych zarówno z nadmiarem wody, jak i jej niedostatkiem. Z tych względów przez wieki były przeobrażane i zagospodarowywane. Największe prace regulacyjne w Europie prowadzone były na przełomie XIX i XX wieku. W tym okresie pod pojęciem regulacji rzek rozumiano kompleksową zmianę cieku, poprzez ujednolicenie spadków podłużnych, przekroi poprzecznych, narzucenie nowej trasy zgodnej z postawionymi przed regulacją celami. Przy takim nastawieniu, rzeka była jedynie częścią systemu wodnogospodarczego. W ciągu lat wypracowywano i stosowano różne metody regulacji. Metody te w zależności od oczekiwań przyjmowały określony algorytm postępowania. Jak wykazują wieloletnie analizy i obserwacje zachowania się uregulowanych odcinków cieków można stwierdzić, że często popełniano poważne błędy. Największa degradacja koryt nastąpiła w wyniku regulacji polegającej na skrótach i prostowaniu koryt oraz ich sztywnej schematyzacji i zawężaniu [Lenar-Matyas, Łapuszek 2003].

Obecny stan wiedzy pozwala podejść do rzeki w odmienny sposób. Nie zapominając o potrzebach ludzi należy zauważyć równocześnie, że z rzeką związane są ekosystemy rozwijające się na szerokości całej doliny, oraz że zróżnicowana roślinność i zwierzęta znajdują nad rzeką odpowiednie warunki siedliskowe. Według Ramowej Dyrektywy Wodnej środowisko naturalne jest równoprawnym użytkownikiem wód, takim jak ludność, przemysł i rolnictwo (RDW).

KLASYFIKACJA KORYT RZEK I POTOKÓW GÓRSKICH W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA USZCZELNIENIA DNA I BRZEGÓW

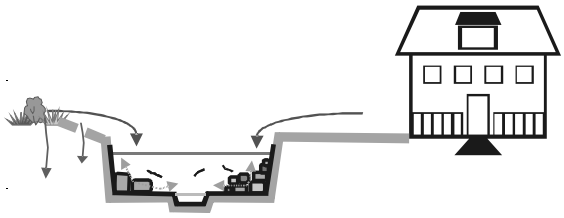
W zależności od stopnia uszczelnienia koryta i brzegów cieku, jak również od warunków wymaganych dla rozwoju fauny i flory, autorzy podzielili uregulowane cieki na cztery typy.

Typ I charakteryzuje się prostą geometrią dna oraz trwale obudowanym podłożem i brzegami (betonowy żłób). Ponadto teren przylegający do cieku jest nieprzepuszczalny, a retencja dolinowa cieku jest niewielka. W ciekach tego typu mogą występować składniki biofilmu bentosowego (bakterie, algi, grzyby, mchy) oraz bezkręgowce pełzające po płaskich powierzchniach. Bardzo rzadko w takich warunkach żyją ryby.



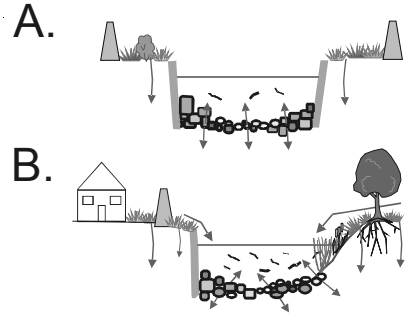
Rysunek 1. Zabudowa koryta – typ I: A – zamknięty kanał, B – zabudowa koryta żłobem
Figure 1. River training – Type I: A– closed channel, B – culvert

Typ II jest rozbudowanym przypadkiem Typu I. Często występuje w nim wydzielone koryto małej wody, którego zadaniem jest koncentrowanie niskich przepływów i utrzymanie minimalnych napełnień. Wprowadza się też do tych koryt dodatkowy materiał (kamień i żwir), w celu urozmaicenia zeschematyzowanego, obetonowanego dna i brzegów. Rozwiązanie takie stwarza dobre warunki dla bytowania i rozwoju zbiorowisk bezkręgowców i gatunków ryb żerujących w środowiskach przepuszczalnych. Rozwiązania tego typu stosuje się często w warunkach, gdzie tereny przybrzeżne nie są silnie uszczelnione i jest możliwość zatrzymania części wód w dolinie cieku.



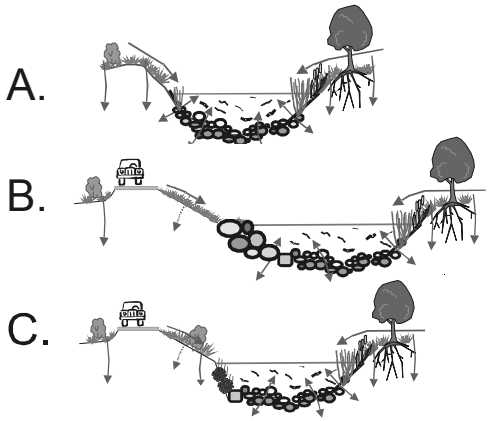
Rysunek 2. Zabudowa koryta – typ II
Figure 2. River training – Type II

Typ III charakteryzuje się jedno- lub dwustronną ciężką zabudową brzegów koryta. Kontakt z wodami gruntowymi w tym przypadku zapewnia nie uszczelnione, zwykle naturalne dno. Tereny przybrzeżne charakteryzuje zdolność retencyjna. Rozwiązanie tego typu stwarza dobre warunki dla bytowania zbiorowisk bezkręgowców oraz dla gatunków ryb żerujących w środowiskach koryt aluwialnych.



Rysunek 3. Zabudowa koryta – typ III: A – dwustronna, szczelna zabudowa brzegów koryta, B – jednostronna, szczelna zabudowa brzegu koryta
Figure 3. River training – Type III: A – both banks protected by concrete, B – one bank protected by concrete

Typ IV koryt występuje najczęściej w ciekach naturalnych lub ciekach uregulowanych. Brzegi tego typu koryt są częściowo ubezpieczone z wykorzystaniem materiału miejscowego (np. kamień, drewno). Ubezpieczenia te umożliwiają kontakt wody płynącej w korycie z wodami gruntowymi. Brzegi koryta mogą być częściowo ubezpieczone elementami biotechnicznymi. Rozwiązanie tego typu stwarza dobre warunki dla bytowania zbiorowisk charakterystycznych dla danego korytarza cieku [Lenar-Matyas i in. 2009; Poulard i in. 2010].



Rysunek 4. Ubezpieczenie koryta – typ IV: A – koryto całkowicie naturalne, brak ubezpieczeń, B – brzegi koryta częściowo ubezpieczone za pomocą materiału naturalnego (np. narzut kamienny), C – brzegi koryta częściowo ubezpieczone elementami biotechnicznymi
Figure 4. Bank protection – Type IV: A – natural channel without protection, B – banks partial protected by natural material (rip-rap), C – banks partial protected by biotechnical elements

SPOSOBY REGULACJI I UTRZYMANIA CIEKÓW W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA ZAGOSPODAROWANIA TERENU

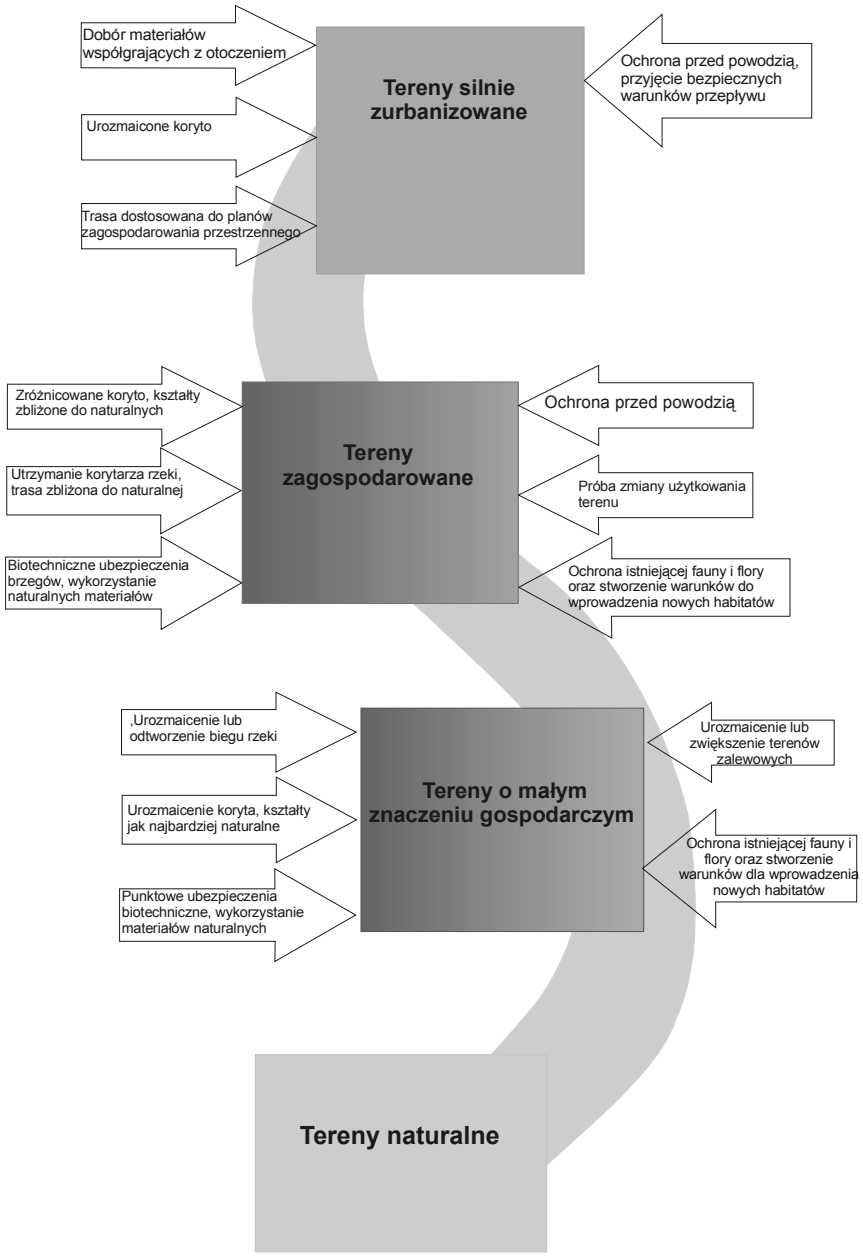
Na terenach zagospodarowanych, ciek nie powinien stanowić zagrożenia dla ludzi mieszkających w pobliżu, a poprawiając warunki retencji w zlewni można takie zagrożenie zmniejszyć. Przy projektowaniu regulacji cieku należy pamiętać o zasadzie zrównoważonego rozwoju, czyli wykonywana regulacja powinna być jak najbardziej proekologiczna i naturalna w miejscach, gdzie jest to możliwe. Można też przeprowadzić działania rewitalizacyjne, dzięki którym w cieku powstaną warunki korzystne dla rozwoju fauny i flory. Na terenach zurbanizowanych szczególnie ważna jest estetyka koryta cieku, którą uzyskuje się poprzez urozmaicenie przekrojów poprzecznych, wprowadzenie roślinności, użycie materiałów komponujących się z krajobrazem.

Ze względu na zróżnicowany stopień zagospodarowania terenów przylegających do cieku autorzy proponują wydzielenie na ciekach czterech podstawowych odcinków, które wraz z najważniejszymi działaniami możliwymi do wykonania pokazano na rysunku 5 [Lenar-Matyas i in. 2009].

Na **terenach silnie zurbanizowanych**, priorytetem stawianym przed prowadzonymi pracami regulacyjnymi jest ochrona terenów przybrzeżnych przed zalaniem i zniszczeniem przez wody powodziowe. Poza spełnieniem warunków bezpieczeństwa (zabezpieczenie przeciwpowodziowe) przyjęte rozwiązania muszą spełniać warunek pełnej stabilności i trwałości konstrukcji oraz zapewniać stabilność samego koryta. Inne uwarunkowania (ekologia, architektura krajobrazu, estetyka itp.) mogą i powinny być realizowane w możliwie największym zakresie, ale w drugiej kolejności.

Z racji istniejącej zabudowy lub planów zabudowy, sięgającej niejednokrotnie linii brzegowej cieku, możliwość wyboru systemu jest mocno ograniczona i sprowadza się do przyjęcia zabudowy bulwarowej lub systemu żłobu. Są to budowle ciężkie, dlatego w nowo projektowanych korytach, gdzie jest konieczna zabudowa tego typu, należy dołożyć wszelkich starań dla złagodzenia jej niekorzystnej ingerencji w koryto cieku.

Dla niższych wartości przepływu (np. $Q_{1\%}$) lub przy przewidywanych dużych spadkach niwelety dna i dużych prędkościach przepływu stosowana jest zabudowa systemem żłobu. W przypadku konieczności zastosowania tego systemu, należy odchodzić od konstrukcji ciężkiej (mury oporowe i płyta denna) – **koryto typu I**, zastępując ją przekrojami trapezowymi o lekko zróżnicowanych nachyleniach skarp, wykonanych np. z ażurowych prefabrykatów – **koryto typu II**. Tworzą one elastyczne, dostosowujące się do podłoża ubezpieczenie przyjazne dla środowiska.



Rysunek 5. Podział cieku na odcinki w zależności od zagospodarowania terenu wraz z najważniejszymi działaniami związanymi z osiągnięciem celów regulacji lub utrzymania
Figure 5. The varied state of streams, rivers and their valleys management and the recommendations according to the suitable restoration techniques for those areas

Przy dużych wartościach przyjętych przepływów obliczeniowych (np. $Q_{0,5\%}$) i konieczności zapewnienia odpowiedniej przepustowości przekroju regulacyjnego praktycznie możliwe jest tylko zastosowanie zabudowy bulwarowej – **koryto typu III**. W przypadku betonowych lub żelbetowych murów bulwarowych, dla podniesienia ich estetyki, można stosować okładzinę kamienną, a także pnącą roślinność, która pomaga zamaskować ciężkie ubezpieczenie.

Teren zagospodarowany to, wg autorów, obszar o mniejszej wartości, ale również wymagający ochrony przed powodzią. W takim rejonie przekroje poprzeczne mogą być szersze o łagodniejszych skarpach, a także wydzielany jest pas terenu z przeznaczeniem na zalanie w trakcie wystąpienia przepływów powodziowych. Na tych odcinkach może być stosowana również zabudowa bulwarowa lub teren zalewowy ograniczony wałami. Bulwary, czy wały wyznaczają jedynie trasę wielkiej wody. Koryto małej wody znajdujące się pomiędzy nimi nie musi przebiegać centralnie, ale może lekko meandrować. Ubezpieczenie kształtujące to koryto może być już wykonane z materiałów naturalnych, z zastosowaniem elementów biotechnicznych i odpowiednio dobranej roślinności.

Tereny o małym znaczeniu gospodarczym rozumiane są przez autorów jako obszar, na którym można wydzielić szerokie, urozmaicone tereny zalewowe, gdzie utrzymanie stabilnego cieku w planie nie ma już tak wielkiego znaczenia i możliwe jest zastosowanie ubezpieczeń niesystematycznych. Przy szerokim pasie terenu nie jest konieczne wytyczanie stałej szerokości trasy regulacyjnej. Nagłe rozszerzenia tworzące zastoiska z roślinnością wodną, czy zawężenia z bystrzem przechodzącym w przegłębienie mogą w znacznym stopniu zróżnicować warunki przepływu, urozmaicić linię brzegową i stworzyć odpowiednie warunki dla rozwoju fauny i flory. Konieczna jest natomiast pełna stabilizacja koryta w miejscach takich, jak przejścia pod konstrukcją mostową.

W przekrojach poprzecznych również możliwa jest różnorodność. Na krótkich odcinkach prostych przekroje mogą być symetryczne względem osi trasy, na łukach natomiast skarpy powinny mieć zmienne nachylenia, a naturalne przegłębienia powinny pojawiać się zgodnie z naturalnymi tendencjami występującymi w takim korycie. Przekroje powinny w jak największym stopniu przypominać przekroje naturalne. W większych ciekach możliwe jest przyjęcie koryta wielodzielnego z wydzielonym korytkiem małej wody. Utrzymanie i ubezpieczenie tak różnorodnie kształtowanego koryta wymaga odpowiedniego wykonania i doboru naturalnych materiałów, wśród których dominujące znaczenie mają faszyna, drewno i kamień. Jeżeli jest konieczne zastosowanie ciężkich, betonowych ubezpieczeń, to po wykonaniu powinny być one umiejętnie zamaskowane i ukryte. Jeżeli na tych obszarach cieki były wcześniej uregulowane (regulacja techniczna), można podjąć próbę ich renaturyzacji. Jest to jednak możliwe pod warunkiem, że dolina jest wystarczająco szeroka.

Przez **tereny naturalne**, autorzy rozumieją obszary, na których priorytetem jest utrzymanie stanu istniejącego, a najlepszym rozwiązaniem w tym przypadku jest brak jakiejkolwiek ingerencji człowieka.

MOŻLIWOŚĆ REWITALIZACJI W CIEKACH WCZEŚNIEJ UREGULOWANYCH

Na wybranych, uregulowanych i silnie zmienionych, odcinkach cieków w dorzeczu górnej Wisły przeanalizowano możliwość odwracalności lub nieodwracalności zmian wprowadzonych w tych ciekach. Analizę przeprowadzono na podstawie obliczeń energii potencjalnej strumienia EPS. Energia potencjalna przepływu wezbrania określa możliwość uruchomienia materiału dennego:

$$EPS = \rho g Q_k S B^{-1} \quad [\mathrm{W/m^2}],$$

gdzie:

- ρ – gęstość właściwa wody [kg/m^3],
- g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],
- Q_k – przepływ brzegowy [m^3/s],
- S – spadek dolinowy [-].
- B – szerokość koryta odpowiadająca napełnieniu w warunkach przepływu brzegowego [m].

Brookes i Shields określili na podstawie badań na wybranych rzekach wartość tzw. progu nieodwracalności, wynosząca 35 W/m^2 [Brookes, Shields 1996]. Oznacza to, że koryta rzek o mocy strumienia mniejszej od wartości granicznej są stabilne, to znaczy słabo podatne na zmiany morfologiczne w planie i w przekrojach poprzecznych. Przy wartościach progu większych od 35 koryto charakteryzuje się intensywnością procesów korytotwórczych występujących nie tylko podczas wezbrań, ale również przy przepływach brzegowych. Znajomość tego parametru jest ważna w przypadku planowania prac związanych z rewitalizacją wybranych odcinków cieku, ponieważ od zdolności transportowej rzeki zależy w dużej mierze rodzaj i skala planowanego przedsięwzięcia.

W tabeli 1 podano orientacyjnie możliwości i czas powrotu cieku do stanu przed regulacją i wprowadzonymi zmianami o charakterze antropogenicznym.

Tabela 1. Czas powrotu do natury koryta cieku przy współudziale działań antropogenicznych
Table 1. The possibility of returning the trained channel to natural state with help of human activity

Rodzaj działania	Czas powrotu do natury		
	Lekkie prace regulacyjne	Zmiany układu koryta	Ciężka zabudowa koryta
Energia przepływu wezbrania: Duża (EPS>35 W/m^2)	Szybki (2-10 lat)	Dosyć szybki do wolnego	Bardzo wolny do nieodwracalnego
Mała (EPS<35 W/m^2)	Szybki do wolnego	Bardzo wolny do nieodwracalnego	Nieodwracalny (>100 lat)

Źródło: [Brookes, Shields 1996].

Tabela 2. Możliwość rewitalizacji koryt rzek w warunkach ich zróżnicowanego zagospodarowania
Table 2. The possibility of rivers restoration in the varied ways of their management

Ciek	Km	Ocena stanu istniejącego			EPS	Możliwość odwracalnosci zmian
		Odprowadzenie/ retencja wód powodziowych	Komunikacja organizmów wzdłuż cieku	Ochrona jakości wód w cieku		
Skawa	5+500–10+500	Koryto stale wcinające się, miejscami nadmiar żwiru, miejscami jego brak (erozja), zadrzewienie wzdłuż brzegu na dł. 60%, zabudowa cywilizacyjna poza obrębem wielkiej wody, tereny rolnicze i rekreacyjne w strefach małych prędkości wielkiej wody.	Jaz w Grodzisku o wysokości powyżej 1,0 m z przepławką dla ryb, wyraźna linia nurtu, teren przybrzeżny porośnięty różnorodną roślinnością.	Brak informacji	EPS=44 (EPS>35)	**(Typ IV)**: Proponuje się zastosowanie technik umożliwiajacych swobodne kształtowanie koryta w granicach obszaru zalewowego (zwiększenie krętości i szerokości) i przywrócenie zaburzonej równowagi transportowej.
Dunajec	107+800–111+300	Koryto wcinające się, terasa zalewowa obwałowana, koryto opancerzone, występowanie bystrz i plos, zakrzewienie wzdłuż linii brzegowej w 60%, zabudowa poza lustrem wielkiej wody, tereny rolnicze i rekreacyjne.	Brak przegród wyższych niż 0,3 m, prędkość wody przy dnie mniejsza od 0,4 m/s w zakresie przepływu średniego z wielolecia. Szerokość strefy nadbrzeżnej 30 do 200 m, zieleń osłaniająca, lokalne braki przejścia po jednej stronie cieku.	20 m pasa nie nawożonego, 2 do 20 m naturalnej roślinności, koszenie traw w odległości 1 do 2 m od linii porostu traw.	EPS=40 (EPS>35)	**(Typ IV)**: Występowanie procesów korytotwórczych pozwala na swobodne kształtowanie koryta cieku. Proponuje się utrzymanie tego stanu.
	147+50–150+500	Terasa zalewowa niezabudowana, dno skalne, głazy, jeden brzeg porośnięty drzewami, granice lustra wielkiej wody zabezpieczone murem oporowym.	Jednostajny spadek zwierciadła wody, nurt trwały, brak przeszkód, lokalne zawężenia mniejsze niż 30 m, a szersze niż 10 m, z zielenią osłaniającą, istniejący mur oporowy uniemożliwia migrację z brzegu do koryta cieku.	20 m pasa nie nawożonego, 10–20 m naturalnej roślinnosci, trawy koszone w odległości minimalnej 2 m od linii porostu traw.	EPS=16 (EPS<35)	**(Typ III)**: Procesy korytotwórcze są bardzo słabe, jeden z brzegów obudowany jest murem betonowym. Oznacza to, że na odcinku z wprowadzeniem ewentualnych zmian koryta w planie, czas powrotu koryta do stanu przed regulacją techniczną jest bardzo wolny, z tendencją do nieodwracalnego.

BADANIA WYBRANYCH ODCINKÓW CIEKÓW I ANALIZA WYNIKÓW

Analizie poddano trzy odcinki cieków karpackich, dopływów Wisły. W tabeli 2 zestawiono wyniki oceny ich stanu istniejącego oraz podano wielkość energii potencjalnej przepływu.

Odcinek rzeki Skawy w km od 5+500 do 10+500 zakwalifikowano do koryta **Typu IV**, czyli uregulowanego w sposób bliski naturze, objętego regulacją niesystematyczną, polegającą na lokalnym ubezpieczeniu brzegów. Na odcinku tym występuje bardzo intensywna erozja dna, której główną przyczyną jest ograniczona dostawa rumowiska z odcinka położonego powyżej, w związku z tym warstwa aluwialna tworząca koryto ulega stopniowej degradacji. Obszar doliny cieku ma charakter typowo rolniczy i rekreacyjny. W celu poprawienia równowagi transportowej rumowiska na odcinku proponuje się podjęcie działań mających na celu dopuszczenie do swobodnego kształtowania koryta w obrębie obszaru zalewowego.

Odcinek rzeki Dunajec w km od 107+800 do 111+300 zakwalifikowano do koryta **Typu IV**, czyli uregulowanego nie systematycznie, z zastosowaniem ubezpieczeń brzegowych wykonanych z narzutu kamiennego. Koryto na tym odcinku ma tendencję do intensywnych procesów korytotwórczych, szczególnie występujących podczas wezbrań. Procesy te o charakterze erozji i akumulacji są obserwowane na całym analizowanym odcinku cieku. Ponieważ koryto zachowuje równowagę hydrodynamiczną, proponuje się utrzymanie tego odcinka, uzupełniając i poprawiając istniejące ubezpieczenia brzegowe.

Odcinek rzeki Dunajec w km od 150+500 do 147+500 zakwalifikowano do koryta **Typu III**, czyli koryta, w którego obrębie zastosowano ciężki typ zabudowy. Na tym odcinku rzeki, w związku z bezpośrednim sąsiedztwem drogi, jeden z brzegów jest zabezpieczony betonowym murem oporowym. Procesy korytowe na tym odcinku są słabe, ponieważ koryto w obecnym stanie zbudowane jest z głazów, a częściowo tworzy je lita skała. Oznacza to, że na tym odcinku wprowadzenie ewentualnych zmian koryta w planie zbliżone swym układem do stanu przed regulacją techniczną nie jest możliwe.

WNIOSKI

Nadrzędnym celem regulacji rzek jest ochrona przeciwpowodziowa terenów przyległych. W zależności od stopnia zainwestowania doliny cieku, regulację wykonuje się różnymi technikami. W obecnych czasach poza aspektami gospodarczymi, w kształtowaniu koryta cieku zwraca się również uwagę na stworzenie odpowiednich warunków dla rozwoju fauny i flory. Dlatego też w miejscach gdzie jest to możliwe, powinna być wykonana regulacja proekologiczna.

W prezentowanej pracy, w wyniku przykładowo przeprowadzonej analizy, na podstawie obliczeń energii potencjalnej strumienia, określono możliwość powrotu do natury wybranych, uregulowanych w różny sposób koryt w dorzeczu górnej Wisły. Wyniki badań wykazują, że rewitalizacja może dać oczekiwane efekty tylko na niektórych odcinkach. Odwracalność zmian na odcinkach silnie zmienionych często nie jest możliwa ze względu na wprowadzenie ciężkiej, betonowej zabudowy, która hamuje procesy korytotwórcze i nie pozwala na przeobrażenie koryta w czasie.

BIBLIOGRAFIA

Brookes A., Shields F.D. Jr. *River channel Restoration. Guiding Principles for sustainable projects.* Wiley, Chicgester 1996.

Lenar-Matyas A., Łapuszek M. *Bliskie naturze kształtowanie koryta rzeki górskiej*. Zesz. Nauk. nr 9/2003, seria 4 „Hydrologia zlewni górskich''. Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej 2003.

Lenar-Matyas A., Łapuszek M., Lafont M., Poulard C. *Flood mitigation design with respect to river ecosystem functions – A problem oriented conceptual approach.* Ecological Engineering 2009.

Lenar-Matyas A., Łapuszek M., Lafon M., Poulard C. *Możliwość łagodzenia skutków regulacji technicznej rzek i potoków górskich w terenach zurbanizowanych.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN Oddział w Krakowie, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków 2009.

Poulard C, Lafont M, Lenar-Matyas A, Łapuszek M, Ratomski J, Witkowska H, Jézéquel C, Breil P. *Co-conception of flood management solutions: riverscapes to facilitate dialog between dry dam designers and biologists.* BALWOIS 2010 – Ecohydrology & Hydrobiology Scientific Journal – special issues (w druku),

Anna Lenar-Matyas
Marta Łapuszek
Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. 012 628 28 89
alenar@iigw.pl
mlapuszek@iigw.pl

Christine Poulard
Michel Lafont
Cemagref, UR HHLY, 3 bis quai Chauveau – CP 220, F-69336 Lyon, France
christine.poulard@cemagref.fr
michel.lafont@cemagref.fr

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Włodzomierz Parzonka*