

Wojciech S. JANKOWSKI

Techniczne sposoby wzbogacania wartości przyrodniczej rzek i ich dolin

1. Wstęp

Przez wiele lat na rzeki i doliny rzeczne hydrotechnicy i melioranci spoglądali przez pryzmat zagrożenia powodziowego, potencjalnych dróg wodnych, przestrzeni produkcyjnej dla rolnictwa oraz źródła wody. O ile w ogóle dostrzegano ich wartości przyrodnicze, to prawie zawsze stawiano je na jednym z ostatnich miejsc. Protesty biologów traktowano jako zamach na dobro ekonomiczne kraju i bezpieczeństwo ludności. Sytuacja ta zaczęła się zmieniać w Polsce w drugiej połowie lat osiemdziesiątych. W "Wiadomościach melioracyjnych i łąkarskich" ukazał się cykl artykułów P. Ilnickiego i M. J. Łosia (w latach 1986–88), propagujących ekologiczne podejście do regulacji rzek i melioracji. Zaczęto poważniej traktować argumenty biologów oraz zastanawiać się nad kompromisowymi technikami, a nawet nad możliwością renaturyzacji rzek i ich dolin.

2. Dotychczasowe skutki gospodarki człowieka w dolinach rzecznych

W przeszłości regulacje rzek wykonywano w celu lepszego zabezpieczenia osad ludzkich, pól uprawnych, a nawet łąk i pastwisk przed powodzią. Rzeki regulowano i pogłębiano, by zapewnić szybszy spływ wód z meliorowanych dolin rzecznych i terenów przyległych, czyli dla ich osuszenia. Wycinano nadrzeczne lasy łąkowe, osuszano mokradła, meliorowano torfowiska. Część nadrzecznych łąk i pastwisk zamieniono na pola orne. Wzdłuż rzek, zwykle w bezpośrednim sąsiedztwie koryta, budowano wały przeciwpowodziowe, odcinające przeważającą część obszaru dolin rzecznych na zawалу od zalewów powodziowych, ale i od dopływu żyznych namulów. W trakcie regulacji prostowano i skracano rzeki, zasypywano starorzeczca oraz odcięte w trakcie prostowania fragmenty rzek. Rzeki otrzymywały trapezoidalny przekrój poprzeczny, wyrównany spadek podłużny,

łagodne luki o ściśle wyliczonej krzywiznie, połączone prostymi odcinkami, brzegi i skarpy umocnione zabudową techniczną. Tak uregulowane rzeki miały większy spadek podłużny i szybszy nurt. Powodowało to zwykle nasilenie erozji dennej i przyspieszone wcinanie się rzeki w dno doliny (Klimek 1990). W rezultacie spadał poziom wód podskórnych na przyległych terenach, wysychały sąsiednie tereny podmokłe i starorzecza, zamierały drzewa, lasy łęgowe gładowały, wycofywało się wiele gatunków zwierząt. Powyższe skutki występowały już często po samym pogłębieniu rzeki, wykonanym w celu odbioru wód z systemów melioracyjnych. Skutki obniżenia poziomu wód w dolinie były rozległe i fatalne dla istniejących biotopów. Zanikały całe zbiorowiska i zespoły roślinne związane ze środowiskami wodnymi i podmokłymi, a wraz z nimi liczne gatunki zwierząt. Ostateczną konsekwencją był więc olbrzymi spadek bioróżnorodności.

Obrazu zniszczenia dopełniły likwidacje mikroreliefu dolin, nawożenie mineralne, sianie ubogich gatunkowo mieszanek traw, stosowanie herbicydów. Powodowało to dalsze wypadanie wielu gatunków roślin i zwierząt wrażliwych na herbicydy czy też na wysoki poziom fosforu i azotu w glebach. Dalsze negatywne skutki wywołuje zaorywanie podsuszonych łąk, pastwisk i torfowisk. Regulacja powoduje też drastyczne zubożenie flory i fauny w samych rzekach. Zmniejszenie zróżnicowania fizycznego rzeki prowadzi nieuchronnie do spadku bioróżnorodności. Umacniania betonem lub narzutem kamiennym rzeka, dodatkowo jeszcze o niezróżnicowanym płaskim dnie, staje się biologiczną pustynią, gdzie są w stanie przetrwać i rozmnażać tylko nieliczne gatunki. Na jednolicie nachylonych stromych skarpach bardzo niewiele jest miejsca na rozwój roślinności wodnej i wynurzonej, która jeśli wyrośnie to tworzy tylko bardzo wąskie pasy. Brak tej roślinności to zarazem brak siedlisk dla zwierząt.

3. Stan obecny

Pomimo tych drastycznych działań liczne polskie rzeki mają wciąż dużą wartość przyrodniczą i krajobrazową (Dyrcz i in. 1984, Kajak 1991). Spore ich fragmenty tworzą do dziś "korytarze ekologiczne", funkcjonujące jako łączniki pomiędzy refugiami mniej zubożonej przyrody różnych regionów kraju. Szczególnie nad środkową Wisłą, środkową oraz dolną Odrą, nad środkową Wartą i Narwią, nad Biebrzą i wieloma mniejszymi rzekami zachowała się bogata mozaika różnorodnych środowisk, tworząc jedno z najwspanialszych krajobrazów przyrodniczych w naszym kraju. Szczegółowo dokumentują to inne opracowania zamieszczone w tym tomie. Miejsca owe mogą być dla nas wzorcami pokazującymi czym stan naturalny odróżnia się od stanów tworzonych przez człowieka.

4. Największe zagrożenia

W ostatnich latach naturalne siedliska są jednak coraz bardziej zagrożone. Dzieje się tak na skutek celowej działalności człowieka, zmierzającej do daleko idących przekształceń dolin i koryt rzecznych. Czynniki klimatyczne, takie jak utrzymujący się od dłuższego czasu niski poziom opadów, pogłębiają niekorzystne zmiany w środowisku, powodując wysychanie dolin rzecznych. Do największych zagrożeń ze strony gospodarki człowieka należą projekty gruntownej przebudowy dużych rzek w celu polepszenia warunków dla żeglugi śródlądowej oraz zwiększenia ochrony przeciwpowodziowej. Szczególnie kontrowersyjne jest tak zwane porządkowanie międzywala, polegające przede wszystkim na wycinaniu w nim wszelkich drzew i krzewów. Na przykład w roku 1989 wrocławski Hydroprojekt opracował plan porządkowania międzywala na odcinku Malczyce–Nowa Sól. Zakładano w nim wycinkę lub przecinki lasów i zarośli na powierzchni 4613 ha. Na szczęście równocześnie przeprowadzona została waloryzacja przyrodnicza tych terenów, w której wykazano wielkie znaczenie lasów międzywala oraz konieczność drastycznego ograniczenia projektowanych prac (Weretelnik i in. 1990). Przyczyniła się ona do wstrzymania realizacji tego zamierzenia.

5. Propozycje technicznych rozwiązań

W świetle przedstawionych faktów sprzeczne interesy hydrotechników i przyrodników wydają się na pierwszy rzut oka nie do pogodzenia. Czy jednak tak jest na pewno? Niżej przedstawione zostały liczne propozycje jak można zmniejszyć rozmiar destrukcji środowiska naturalnego w rzekach i dolinach rzecznych. Większość tych pomysłów podano tu za obszernym i niezwykle cennym brytyjskim podręcznikiem Lewisa i Williama (1984) o znamienym podtytule: "Przewodnik praktyczny do wzbogacania przyrody rzek". Obecnie w literaturze fachowej można już znaleźć bogaty wachlarz rozwiązań technicznych zapewniających ochronę przeciwpowodziową w sposób znacznie mniej kolidujący z wymogami środowiska naturalnego, umożliwiający jego trwanie w stanie dynamicznej równowagi. Warunkiem koniecznym do przeprowadzenia zabiegów uwzględniających wiedzę o środowisku naturalnym jest jednak dobrowolna rezygnacja z wyłącznie rabunkowej i destrukcyjnej dla przyrody działalności. Najwyższy już czas, by także u nas odejść od wąskiego patrzenia na metody ochrony przeciwpowodziowej. Wycinka drzew i krzewów w międzywale nie może być jedynym panaceum. Zagrożenie powodziowe powstaje w całej zlewni i tam też, a nie tylko w międzywalach czy dolinach wielkich rzek, należy podejmować odpowiednie przeciwdziałania. Konieczne jest również ograniczenie stosowania kosztownych społecznie i ekonomicznie projektów kaskadyzacji, ograniczając je głównie do

fragmentów już zmienionych przez człowieka. Natomiast należy zdecydowanie się przeciwstawić gruntownej regulacji zachowanych jeszcze w stanie dość naturalnym rzek lub ich odcinków, jako pomysłów skompromitowanych już w innych krajach. Co więcej, oprócz zaniechania wysoce kontrowersyjnych i kosztownych planów przekształcania środowiska przyrodniczego rzek i ich dolin konieczne jest dziś rozpoczęcie naprawiania szkód spowodowanych przez ekologiczną niewiedzę poprzednich pokoleń. Coraz pilniejsze staje się przeprowadzenie w wielu miejscach renaturyzacji rzek i ich dolin celem odtworzenia utraconych walorów przyrodniczych, ekonomicznych i rekreacyjnych. Jednym z podstawowych działań prowadzących do wzbogacenia wartości przyrodniczej rzek jest budowanie wałów przeciwpowodziowych dalej od rzeki, a w przypadku już istniejących, przygotowanie warunków do ich przyszłego odsuwania od głównego koryta. Rzeki od lat występowały z brzegów w różnych okresach roku. Częste ich wylewy i zmiany koryta powodowały, że jedyną opłacalną formą gospodarki było koszenie łąk i wypas bydła. Na ogół nie powodowało to poważnych strat w środowisku przyrodniczym. Niestety, w celu zwiększenia areалу upraw polnych zaczęto meliorować doliny rzeczne, a same rzeki otaczać wysokimi wałami. W wielu wypadkach wały zbudowano zbyt blisko rzeki i w sposób ciągły, niezależnie od tego czy wylew stwarzał w danym miejscu zagrożenie, czy nie. Powodowało to szybki przepływ wód powodziowych, ale zarazem zmniejszało zdolność ich samooczyszczania się i spadek poziomu lustra wody w korycie przez większą część roku. Zmiany powstałe na skutek tych działań okazały się więc niekorzystne nie tylko dla przyrody, ale również dla gospodarki człowieka. Do absurdów trzeba zaliczyć sytuacje, gdy wały "ochraniają" przed zalaniem drastycznie przesuszone łąki czy lasy łąkowe, zanikające właśnie z braku okresowych zalewów.

Obecnie wiadomo, że odsunięcie wałów od głównego koryta rzeki może przynieść znaczne korzyści. Wysokość wałów może być wtedy niższa, a dzięki większej pojemności międzywała obniży się poziom wezbrań, spadnie prędkość przepływu wód powodziowych, mniejszemu zniszczeniu ulegną brzegi rzeki i roślinność. Większa powierzchnia dna doliny polepszy warunki filtracji wód powodziowych przez podłoże, zwiększy się retencja dolinowa, zmniejszając ryzyko katastrofalnych powodzi na niżej położonych odcinkach rzeki. W szerokim międzywale będzie też miejsce dla rozwoju drzew i krzewów, co zwiększy różnorodność przyrodniczą i krajobrazową, spowolni odpływ cennej wody z obszaru kraju i wymusi rezygnację z upraw rolnych na rzecz łąk i pastwisk. Jeśli likwidacja wałów lub ich odsunięcie jest gdzieś niemożliwe, można wykonać w nich przepusty lub miejscowe obniżenia w celu umożliwienia kontrolowanego nawadniania terenów zawała przy wyższych stanach wód w rzece. Pozwoli to na ochronę przed przesuszeniem tak tereny rolnicze, jak i przyrodnicze obiekty znajdujące się na zawału.

Bardzo korzystna z punktu widzenia ochrony przyrody jest budowa polderów na przylegających do rzeki i wymagających dużego uwilgotnienia terenach. Otoczenie wałem torfowisk, rozlewisk lub lasów łągowych i wypuszczanie przez jaz wody przy wysokich stanach wód w rzece oraz przetrzymywanie jej w celu nasycenia profilu glebowego z zamiarem późniejszego jej stopniowego wypuszczania pozwoli utrzymać cenne przyrodniczo rzadkie środowiska. Na nadrzecznych terenach odlesionych stworzy to także warunki dla odnawiania lasów łągowych, właściwych dla danej doliny, przywracając zniszczone siedliska życia, rozrodu lub zimowania dla wielu gatunków roślin i zwierząt. Prócz tego, każdy taki polder gromadząc wodę spłaszcza wysokość fali powodziowej, a więc pozwala na ograniczenie kosztownych prac z zakresu ochrony przeciwpowodziowej na niżej położonych odcinkach rzeki. Wykorzystanie polderów do odtworzenia typowej dla terenów zalewowych fauny i flory jest więc dobrym przykładem możliwości pogodzenia interesów hydrotechników i ochrony przeciwpowodziowej z wymogami w zakresie ochrony przyrody.

Podobnie korzystne, zarówno dla przyrody jak i ochrony przeciwpowodziowej, jest kopanie sztucznych zbiorników w dolinach rzecznych. Utworzenie na nich wysp, pływizn, częściowe napełnienie wodą pozwoli odtworzyć wcześniej zlikwidowane podobne środowiska naturalne. Zbiornik taki mógłby przyjmować i magazynować część okresowych nadmiarów wód powodziowych.

Zwiększenie uwilgotnienia gleb doliny dużej rzeki można uzyskać poprzez wybudowanie progu lub jazu w jej korycie. Niestety, budowle takie są bardzo kosztowne. Dlatego można zastosować tańszy sposób. Jest nim budowa jazów na dopływach dużej rzeki w strefach ich ujścia. Pozwoliłoby to na podniesienie poziomu wód podskórnych w przyległej dolinie dużej rzeki. Nawodnienie większych obszarów doliny można również osiągnąć poprzez budowę kanałów nawadniających i wykorzystanie do tego celu podpiętrzonyj wody. Tam gdzie na rzekach istnieją zbiorniki zaporowe można tak sterować poziomem wód, by umożliwić okresowe zalewy lasów łągowych i mokradeł w niższych częściach doliny.

W przypadku, gdy silnie meandrująca rzeka ma być regulowana ze względu na zagrożenie powodziowe proponuje się dziś wykonywanie na newralgicznych odcinkach tzw. kanałów ulgi, które by łączyły początek i koniec takiego zagrożonego odcinka przejmując nadmiar wód powodziowych. Dno takiego kanału może znajdować się na nieco wyższym poziomie niż średni poziom wód w rzece. Pozostanie on wówczas suchy przez większą część roku, mogąc być wykorzystany jako pastwisko. Dno kanału ulgi może też znajdować się poniżej średniego poziomu wód w rzece. W takim przypadku kanał ów może być bezpośrednio połączony z rzeką i stale przejmować część jej wód, pełniąc np. funkcję irygacyjną. Może też on być odgradzony od rzeki śluzami i wtedy przez większość czasu pozostawać

suchy, ponieważ śluzy byłyby otwierane tylko przy wysokich stanach wód. Optymalnym dla przyrody jest taki wariant, gdy kanałem ulgi zawsze płynie woda. Kanał staje się wtedy kolejnym fragmentem wodnego środowiska, a obszar pomiędzy meandrującą rzeką a kanałem staje się wyspą. Zwiększa to atrakcyjność izolowanego terenu dla wielu zwierząt, szczególnie dla ptaków wodnych i błotnych.

Po regulacji rzeki lub po naturalnych zmianach jej koryta pozostają starorzecza. Niektóre z nich uległy samorzutnemu zamulaniu, ale wiele innych było dotąd skrętnie zasypywanych przez człowieka. Dziś wiemy, że ze względu na ich ogromną wartość przyrodniczą, ale i na wpływ na utrzymywanie odpowiedniego poziomu wód gruntowych w dolinie, należy starać się o ich zachowanie. Starorzecza mogą być stale połączone z rzeką jednym lub dwoma końcami, lub też mogą być od niej odcięte. Przy utrzymujących się niskich stanach wód na rzece szczególnie narażone na wyschnięcie są starorzecza pozbawione połączenia z nią. Wymiana i uzupełnienie wody oraz organizmów wodnych w tym ostatnim przypadku następuje tylko przy wysokich stanach wód. Zatem celowe byłoby połączenie niektórych z nich z rzeką. Można to zrobić w różny sposób (ryc. 1).

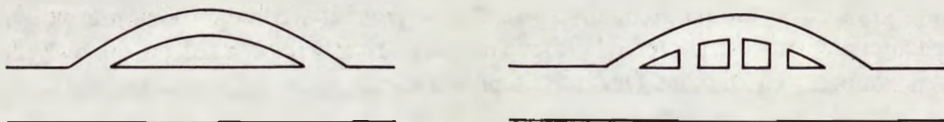


Ryc. 1. Różne typy połączeń starorzeczy z rzeką
Fig. 1. Various types of connections between oxbow lakes and the river

W pierwszym wariantcie, z rzeki prowadzi się szeroką rurę do górnego końca starorzecza, a dolny odcinek łączy z rzeką kanałem. W drugim przypadku, łączy się kanałem dolny odcinek starorzecza, górny pozostawiając niepołączony. Kombinacja trzech typów połączeń starorzeczy różnicuje wydatnie środowisko wodne i doliny rzecznej. Poszczególne typy starorzeczy wykorzystywane będą przez różne gatunki zwierząt, przez zwierzęta w różnym wieku, albo w różnych okresach roku. Połączenie starorzeczy z rzeką ma szczególne znaczenie dla ryb, umożliwiając im odbycie tarła, żerowanie, wypoczynek. Gdy dno starorzecza połączonego z rzeką leży wyżej niż średni poziom wód wówczas można albo zbudować jaz na rzece podpiętrzając ją do poziomu umożliwiającego częsty dopływ wód, albo można umieścić jaz na dolnym końcu starorzecza. Byłby on otwierany przy wysokim stanie wody w celu przepłukania i napelnienia go, a zamykany przy opadaniu wysokich stanów, zatrzymując wodę w starorzeczu. Innym rozwiązaniem jest odpowiednie pogłębienie starorzecza. W przypadku zupełnego braku

starorzeczy celowe byłoby nawet wykopanie sztucznych, które przejęłyby rolę naturalnych.

W dolinach uregulowanych rzek prawie zupełnie brak jest bezpiecznych lęgowisk dla ptaków wodnych i błotnych. Poprzez wybudowanie kanałów równoległych do rzeki, oddalonych od niej o 10–30 m i połączonych z nią na początku i na końcu, można uzyskać wyspy chętnie zasiedlane przez liczne gatunki ptaków (ryc. 2). W celu ochrony takich gniazdowisk szerokość kanałów równoległych i łączących je z rzeką nie może jednak być mniejsza niż 6–7 m. Dużą wyspę wskazane jest podzielić poprzecznymi kanałami, co dodatkowo utrudniłoby dostęp lądowym drapieżnikom. Niewielkie wyspy można też wykonać albo rozdzielając koryto rzeki na dwie części, albo tworząc podłużną wyspę z kamieni przykrytych żwirem, piachem i ziemią. Wyspa taka musi jednak mieć silnie umocnione brzegi dla ochrony przed rozmyciem.

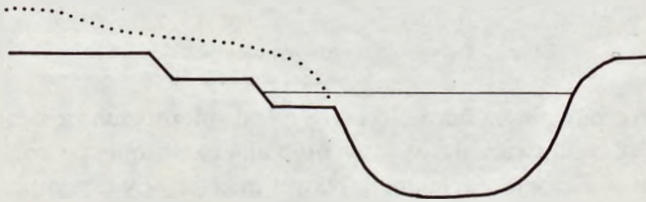


Ryc. 2. Tworzenie wysp równoległych do rzeki
Fig. 2. Forming islands parallel to the river

W rzekach o powolnym nurcie, a także na zbiornikach zaporowych można nawet tworzyć zakotwiczone wyspy pływające. Są one wykorzystywane z powodzeniem w Europie Zachodniej. Nawet małe wyspy o wymiarach 2 x 2 m bywają już wykorzystywane przez rybitwy dla gniazdowania. Jako pływaki stosuje się beczki metalowe lub materiały z plastiku, styropianu itp. Powierzchnię pokrywa się piaskiem i żwirem, sadi trawy. Wyspy takie są szczególnie przydatne tam, gdzie w sezonie lęgowym ptaków zachodzą silne wahania poziomu wody. Innym rozwiązaniem, możliwym do zastosowania na zbiornikach zaporowych, jest wydzielenie półkolistą groblą połączoną z brzegiem części zbiornika oraz połączenie wydzielonej części ze zbiornikiem przy pomocy śluzy. Byłaby ona otwierana przy wysokim stanie wody, a zamykana przy obniżającym się poziomie, tak aby zatrzymać zgromadzoną wodę. Na tak wydzielonej części zbiornika można utworzyć kilka stałych wyseppek. Taki mały zbiornik byłby prócz tego doskonałym refugium dla roślinności wodnej, bezkręgowców, ryb i płazów, zapewniającym im odbycie tarła, czy złożenie skrzeku. Optymalnym rozwiązaniem byłoby połączenie dodatkowo tego zbiornika kanałem lub rurociągiem z rzeką w celu wyrównania wodą z rzeki strat spowodowanych parowaniem.

Trapezowaty przekrój poprzeczny koryta i wyrównane dno o jednakowym

podłożu nie sprzyja różnorodności biologicznej, natlenianiu wody ani jej samooczyszczaniu. Dlatego zaproponowano szereg działań technicznych, zmierzających do zróżnicowania koryt rzecznych. Bardzo istotne jest urozmaicenie ich przekroju poprzecznego. Jednym z bardziej skutecznych rozwiązań technicznych jest budowa tzw. ławek (ryc.3). Ławkę wycina się w brzegu rzeki lub w części jej doliny. Ławka wycięta w brzegu poniżej średniego poziomu wody zwiększa pojemność koryta, stanowiąc dobre środowisko dla rozwoju roślinności wodnej wynurzonej. Ławka powinna być lekko nachylona w kierunku koryta. Gdy zostaje ona wycięta w brzegu powyżej średniego poziomu wód, wówczas może się pokryć roślinnością charakterystyczną dla przybrzeżnych terenów podmokłych okresowo zalewanych. Wykonanie ławek może być zatem alternatywą do tradycyjnego poszerzenia i pogłębienia koryta, wykonanego w celu zwiększenia pojemności rzeki i doliny, a więc – zmniejszenia zagrożenia powodziowego. Ławka może być jedno lub wielostopniowa. Przy ławce wielostopniowej najniższy stopień wycina się zwykle na głębokości ok. 20 cm poniżej średniego poziomu wody, następną wycina się tak by była zalewana średnio raz w roku, a kolejną tak by była zalewana raz na kilka lat. Oczywiście przyjmuje się różne założenia szczegółowe w zależności od ukształtowania rzeki i jej doliny.



Ryc. 3. Trzystopniowa "ławka" w brzegu
Fig. 3. Three-step berm in the river bank

Inną metodą urozmaicenia przekroju poprzecznego koryta rzeki jest utworzenie serii małych zatok, które można obsadzić roślinnością wodną lub zostawić do naturalnego zarośnięcia. Pożądane jest zróżnicowanie poziomu dna zatok. Możliwe jest także zróżnicowanie nachylenia skarp. Pożądane są skarpy o małym kącie nachylenia, ponieważ może tworzyć się na nich znacznie szerszy pas roślinności szuwarowej niż na skarpach stromych. A tylko pas roślinności o dostatecznej szerokości może stanowić odpowiednie siedlisko dla całego zespołu organizmów, w tym miejsce do budowy gniazd i wychowu piskląt dla ptaków związanych z brzegami wód. Podobnie niezbędne są odcinki pionowych skarp, w których mogą się gnieździć zimorodki i jaskółki brzegówki. Konieczne jest umocnienie tych skarp poprzez otoczenie ich dolnej części wbitymi w dno palami drzewnymi lub blokami kamiennymi. W razie braku naturalnych skarp można je wykonać w brzegu rzeki

sztucznie. W związku z tym, że okolice mostów muszą być starannie chronione przed niszcącym działaniem wody, proponuje się dla takich miejsc pionowe umocnienia brzegów z umieszczonymi w betonowej ścianie rurkami drenarskimi – dla brzegówek i zimorodków – wiodącymi w głąb brzegów. W rejonach górskich i podgórskich pod mostami można też umieszczać półotwarte nisze lub skrzynki lęgowe dla pluszczy.

W przypadku mniejszych rzek przeznaczonych do regulacji zaleca się wykonanie prac jednostronnie lub naprzemiennie, tak by część dna, brzegu i skarp zawsze pozostała nienaruszona. Urozmaicenie jednolitego koryta osiąga się też tworząc naprzemiennie bystrza i głębozki. Bystrza są to płytsze miejsca, gdzie dno stanowią skały, kamienie lub żwir. Tu odbywają się tarła niektórych gatunków ryb. Poniżej bystrzy w naturalnych warunkach tworzą się zwykle głębsze miejsca, gdzie gromadzi się i jest rozkładana przez mikroorganizmy materia organiczna. Woda jest tu mniej bogata w tlen, ale ryby znajdują tu dobre miejsce odpoczynku. Z badań terenowych (Lewis i Williams 1984) wynika, że w naturalnie płynących rzekach bystrza występują w regularnych odstępach równych mniej więcej 5–7 szerokościom rzeki. Odtwarzanie bystrzy i miejsc głębszych na rzekach uprzednio uregulowanych może nastąpić poprzez wysypanie danego odcinka rzeki kamieniami i żwirem, pozostawienie przerwy równej 5–7 szerokościom rzeki i wysypanie kolejnego odcinka materiałem utrwalającym dno. W celu zabezpieczenia żwiru przed wymywaniem dolny koniec bystrza może być zakończony dużymi blokami kamiennymi lub inną trwałą strukturą. Podobny efekt można uzyskać budując serię niskich kamiennych progów w korycie. Polecane jest także utworzenie z dużych kamieni progów, które by przegradzały tylko część koryta. Pełnić one będą funkcję tak zwanych łamaczy prądu i powodować zróżnicowanie dna i brzegów na niższym odcinku rzeki.

Inną techniką wymuszającą powstanie serii bystrzy i głębozki jest zmiana kąta nachylenia brzegów rzeki i skarp. Keller (1977) opisał przeprowadzoną w Północnej Karolinie przebudowę brzegów i skarp. Zastosowano tam następującą sekwencję nachylenia brzegów: **przekrój pierwszy** – brzeg lewy nachylenie 1 : 3, brzeg prawy nachylenie 1 : 2; **przekrój drugi** – oba brzegi nachylenie 1 : 2; **przekrój trzeci** – brzeg lewy nachylenie 1 : 2, brzeg prawy 1 : 3; **przekrój czwarty** – oba brzegi nachylenie 1 : 2; **przekrój piąty** – brzeg lewy nachylenie 1 : 3, prawy 1 : 2. W rezultacie początkowo osiągnięto zamierzony cel, niestety w następnym roku wielka powódź zniszczyła wytworzone struktury uniemożliwiając śledzenie ich dalszego funkcjonowania.

Urozmaicenie dna rzeki można też osiągnąć zwężając lub poszerzając lokalnie koryto. Przy zwężeniu woda płynie szybciej, następuje silniejsza erozja dna i brzegów. Przy rozszerzeniu koryta prąd wody zwalnia, a niesiony przez rzekę materiał osadza się tworząc łachy i wyspy.

Jednym z ważniejszych zadań hydrotechniki jest ochrona brzegów rzeki przed erozją. Najkorzystniejsze z punktu widzenia ochrony przyrody jest odchodzenie od monotonnej ciągłej zabudowy brzegów na rzecz umacniania tylko najbardziej zagrożonych erozją fragmentów. Polecane jest wprowadzanie umocnień biotechnicznych, jak płotki faszynowe, pale drewniane wbijane pionowo, żywokoly, gabiony wypełnione świeżo ściętymi leżącymi pniami drzewnymi i stopniowe zastępowanie nimi umocnień technicznych. Tego rodzaju biologiczne umocnienia są jednocześnie miejscem życia glonów, bezkręgowców i ryb. Pozytywne wyniki daje również sadzenie na skarpach takich drzew i krzewów, jak olchy, wierzby, topole, jesiony, wiązy i lipy. Wierzby i olchy mogą być okresowo przycinane. Pomiędzy podmytymi korzeniami drzew mogą znajdować schronienie np. raki, ryby, wydry. Drzewa ocieniają też część rzeki, hamując w ten sposób nadmierny wzrost roślinności, przeciwdziałając zbytniemu wzrostowi temperatury i w rezultacie – spadkowi zawartości tlenu w wodzie. Gdy nad brzegami rzek nie ma drzew, można wykonać sztuczne schrony dla ryb. Są to albo betonowe rury poziomo wkopane w brzeg, albo ocieniające daszki nad brzegiem. Rolę schronów przed prądem wody pełnią też ostrogi, łamacze prądu, duże kamienie lub kłody drzewa zamocowane w nurcie.

W przypadkach, gdy biologiczne umocnienia brzegu nie są wystarczające, zaleca się stosowanie narzutu kamiennego lub płyt ażurowych. Pomiędzy kamieniami i betonem mogą wówczas rosnąć rośliny. Jedną z bardzo ważnych propozycji jest budowa rowów opaskowych wzdłuż brzegów rzek i zbiorników zaporowych. Rowy te przechwytyują spływające z pól zanieczyszczenia obszarowe, takie jak środki ochrony roślin, nawozy sztuczne, gnojowicę itp. Rowy te powinny kończyć się małymi stawami, gdzie następowałaby sedimentacja części zanieczyszczeń. Część nawozów jest wbudowywana w glony i roślinność wodną. Woda z takich stawów może być po przetrzymaniu skierowana do rzeki lub zwracana na pola w okresie suszy, gdyż zawarte w niej przetworzone substancje i glony mogą służyć do użytku pól. Zbliżonym do tego rozwiązaniem o podobnym przeznaczeniu jest tworzenie zbiorników małej retencji na końcowych odcinkach sieci melioracyjnej. Dobrym zabezpieczeniem rzek przed spływem zanieczyszczeń obszarowych są rosnące wzdłuż brzegów pasy wszelkiej bujnej roślinności nieuprawnej, zwłaszcza smugi drzew i krzewów.

6. Zakończenie

Od wieków prowadzona nad rzekami działalność człowieka spowodowała znaczne zaburzenia w naturalnych procesach biologicznych zachodzących w wodach płynących. Jeżeli chcemy zachować naturalną różnorodność środowiska rzecznoego lub w przypadku silnie zniszczonego – odtworzyć ją, należy dokonać

oceny poszczególnych odcinków rzeki i wytypować miejsca przeznaczone w pierwszej kolejności do renaturyzacji. Zakres proponowanych w artykule prac jest wielki i kosztowny, ale chyba nie bardziej kosztowny od tradycyjnych metod, jeśli do bilansu ich kosztów włączymy straty przyrodnicze. Za to jest on jedyną szansą na przywrócenie polskim rzekom ich cennych walorów przyrodniczych lub uchronienia przed zniszczeniem tych nielicznych fragmentów krajobrazu dolin rzecznych, które się jeszcze ostały w stanie naturalnym. Cel ten może być osiągnięty kompromisowo, obok, a nie koniecznie zamiast, wszelkiego rodzaju zabiegów gospodarczych.

Literatura

- Dyrcz A., Okulewicz J., Jesionowski J., Nawrocki P., Winięcki A. 1984. Ptaki torfowisk niskich Kotliny Biebrzańskiej. *Acta Orn.* 20: 1-108.
- Ilnicki P. 1987. Ekologiczne podstawy ochrony biotopów cieków wodnych. *Wiad. Mel. i Łąk.* 10: 264-267.
- Ilnicki P. 1988. Ekologiczne (naturalne) regulacje cieków wodnych. *Wiad. Mel. i Łąk.* 3: 85-87, 5/6: 148-150, 156.
- Kajak Z. 1991. Walory przyrodnicze i rekreacyjne doliny Wisły z punktu widzenia potrzeby utworzenia Nadwiślańskiego Parku Krajobrazowego. *Gosp. Wodna* 1, 505: 19-20.
- Keller E. A. 1977. Pools, riffles and channelization. *Environmental Geology* 2: 119-127.
- Klimek K. 1990. Funkcjonowanie geosystemów dolinnych jako szlaków więzi przyrodniczej w dorzeczu górnej Wisły. *Studia Naturae. Supl.* s. 37-53.
- Lewis G., Williams G. 1984. *Rivers wildlife handbook: A guide to practices which further the conservation of wildlife on rivers.* RSPB, The Lodge.
- Łoś M. J. 1986. Regulacje rzek a wymogi ochrony środowiska. Cz. 1-2. *Wiad. Mel. i Łąk.* 4: 114-118, 5/6: 139-142.
- Weretelnik E., Jankowski W., Słowik J., Nowicki Z. (1990). *Przedmelioracyjne studium przyrodnicze międzywała rzeki Odry od Malczyc do Nowej Soli.* Biuro Usług Projektowo Technicznych, Wrocław. Msc.

Technical methods of enhancing the natural values of rivers and their valleys

Traditionary river engineering works, drainage of their valleys, and annihilation of riparian forests have seriously contributed to the present-day dramatic decline in the diversity of lowland habitats and their inhabitants. Nowadays in Poland a serious challenge to nature is posed by some gigantic projects for transforming our main rivers into waterways, the projects being claimed necessary also to reduce the threat of floods. The opposite attitude springs from a strong wish to save the natural values of the rivers and their valleys. Several active river protection methods have already been suggested to enhance, instead of reducing these values, with a compromise concerning acknowledgement of the flood control needs. Among the main methods, quoted here largely after Lewis and Williams (1984) and after P. Ilnicki's and J. M. Łoś's articles, the following can be

recommended for the Polish conditions:

- moving the floodbanks farther away from the river in order to increase the carrying capacity of the valley within its embankments, which would also allow to restore the riverine forests;
- providing the floodbanks with culverts or run over sites used during high water for controlled watering the areas outside the floodbanks;
- constructing polders around the remaining riverine woods, wetlands or peat-bogs to feed them with flood waters in a way resembling natural pattern;
- constructing balancing lakes beyond the floodbanks;
- ensuring controlled watering of the former washland, among others by construction of weirs at the mouths of tributaries;
- combining the neighbouring meanders with flood by-pass channels to speed up the high water outflow;
- connecting the oxbow lakes with the river;
- constructing artificial, floating or solid, islets;
- creating water refuges through separation of a side part of the river by a semicircular dam;
- increasing the structural diversity of the river bed by creating berms, bays, different-angle banks, etc.;
- increasing the structural diversity of the river floor by creating riffles, pools, low stone weirs, current deflectors, etc.;
- increasing the structural diversity of the river embankment microhabitats by applying biological or biotechnical means.