

Jak chronić się przed powodzią i zachować przyrodę dolin rzecznych?



Jak chronić się przed powodzią i zachować przyrodę dolin rzecznych?

Pod redakcją:

Janusza Żelazińskiego i Roberta Wawręty

Spis treści

Od redakcji	4
Aspekty przyrodnicze dolin rzecznych	5
WARTOŚCI PRZYRODNICZE DOLIN RZECZNYCH POLSKI	6
ROLA BUDOWY DOLINY RZECZNEJ W UTRZYMANIU BIORÓŻNORODNOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM AWIFAUNY	13
WPŁYW BUDOWNICTWA WODNEGO NA PRZYRODĘ	16
WPŁYW ZABUDOWY HYDROTECHNICZNEJ RZEK NA RYBY	22
Strategia ochrony przeciwpowodziowej	28
WPROWADZENIE DO PRZYJAZNEJ ŚRODOWISKU OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ	29
ZASADY I PROCEDURY TWORZENIA PLANU OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ	36
MACIERZ ODDZIAŁYWAŃ DLA OCENY STRATEGII I PLANÓW OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ	45
ROLA I MIEJSCE OCEN ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO W OPRACOWANIU OPTYMALNEJ STRATEGII OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ	50
Wykorzystanie modeli symulacyjnych	54
MODEL HYDRODYNAMICZNY	55
MODEL OBSZARÓW CZYNNYCH	57
Załącznik	63
RAPORTY O ODDZIAŁYWANIU PRZEDSIĘWZIĘĆ NA ŚRODOWISKO JAKO NARZĘDZIE OCHRONY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W DOLINACH RZEK	64

Redakcja:

Janusz Żelaziński i Robert Wawręty

Autorzy:

Artur Adamski, Jacek Betleja, Jan Błachuta,
Andrzej Kadłubowski, Krzysztof Świerkosz,
Robert Wawręty, Tadeusz Zając, Janusz Żelaziński

Projekt okładki:

Paweł Adamus

Wydawca:

Towarzystwo na rzecz Ziemi
32-600 Oświęcim, ul. Kilińskiego 4/107
tel./fax (0*33) 8441934, 8422120
e-mail: biuro@tnz.most.org.pl
<http://www.tnz.most.org.pl>
Nr konta: 83 1680 1017 0000 3000 0745 5111

ISBN 83-60106-03-7

Wydano dzięki wsparciu finansowemu
udzielonemu przez:

Ministerstwo Polityki Społecznej w ramach Rządowego
Programu – Fundusz Inicjatyw Obywatelskich

oraz

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki
Wodnej z Katowic



Od redakcji

Celem niniejszej publikacji jest przekazanie samorządom i innym reprezentantom społeczności lokalnych minimum wiedzy potrzebnej dla efektywnego udziału w tworzeniu planów ochrony przeciwpowodziowej. Została ona przygotowana na potrzeby uczestników szkolenia, jakie Towarzystwo na rzecz Ziemi przygotowało dla gmin z obszarów żywioeczyzny oraz powiatu suskiego w listopadzie i grudniu 2005 roku.

Ustawa prawo wodne zobowiązuje Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej do opracowania planów ochrony przeciwpowodziowej. Strategia ochrony przeciwpowodziowej będzie (a przynajmniej powinna być) określona przez organy administracji państwowej odpowiedzialne za tę dziedzinę, zaś plany ochrony przed powodzią będą opracowywane przez zespoły wyłonione w drodze przetargu. Przy tworzeniu takich planów niezbędny jest udział społeczności lokalnych (samorządów i mieszkańców terenów zagrożonych powodzią). Jest on jednak efektywny wówczas, gdy społeczności te posiadają niezbędną wiedzę. Powyższe przekonania uzasadniają następujące argumenty:

- Mieszkańcy terenów zagrożonych powodzią (terenów zalewowych obwałowanych i nieobwałowanych) to społeczności dla których skuteczność ochrony, jak również ewentualne skutki uboczne planowanych działań, są bez nadmiernej przesady sprawą życia lub śmierci. Nie może być tak, że najbardziej zainteresowani pozbawieni są wpływu na plan. Prawo do takiego wpływu gwarantują, a nawet wymuszają przepisy obowiązujące w Unii Europejskiej.
- Obserwacja działań podejmowanych w ostatnich latach dla zmniejszenia zagrożeń powodziowych prowadzi do wniosku, że często chodzi w nich raczej o uzyskanie możliwie znacznych środków finansowych i realizację kosztownych inwestycji, a nie o osiągnięcie deklarowanych celów. Przykładowo w ubiegłych latach wykorzystano znaczne środki uzyskane na ochronę przeciwpowodziową z Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Wykorzystano je na regulację rzek i potoków według anachronicznych zasad, powodując często istotne zwiększenie zagrożeń powodziowych i wielkie szkody w środowisku. Inny przykład to intensywny lobbying (skuteczny, bowiem doprowadził do uchwał parlamentu) związany z budową stopnia Nieszawa na dolnej Wiśle oraz ustanowieniem „Programu dla Odry 2006”. W wymienionych przypadkach (i wielu innych) inicjatorzy tych projektów deklarowali jako najważniejszy cel ochronę przed powodzią. Wykorzystując brak wiedzy najbardziej zainteresowanych (społeczności lokalnych i samorządów) oraz parlamentarzystów i decydentów uzyskiwano potrzebne poparcie i środki finansowe.

Podstawowa wiedza, zawarta w niniejszej publikacji pomoże ocenić, czy planowane działania faktycznie zmniejszą zagrożenie oraz, czy podobne lub lepsze efekty są możliwe przy zastosowaniu innych środków, tańszych i mniej szkodliwych dla środowiska.

Czynnikiem warunkującym skuteczność planu ochrony przeciwpowodziowej, jest przyjęcie właściwej strategii. Dlatego skupimy uwagę na strategii. Mamy nadzieję, że uzyskana wiedza pozwoli społecznościom lokalnym i ich reprezentantom (samorządom) na skuteczne włączenie się w tworzenie planów z pożytkiem dla mieszkańców i użytkowników terenów zagrożonych oraz dla kieszeni podatników płacących zarówno za realizację nietrafionych inwestycji, jak i za likwidację szkód powodziowych.

Niektóre fragmenty niniejszego opracowania (np. krytyczne rozważania na temat metod obliczania przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia i in.) mogą być trudne dla czytelników nie posiadających specjalistycznego przygotowania, zwłaszcza matematycznego. Można je pominąć, jeśli rozumie się wynikające z tych rozważań proste wnioski. Zachowaliśmy te trudniejsze fragmenty dążąc do możliwie pełnego udokumentowania zasadności wyrażanych przekonań.

Aspekty przyrodnicze dolin rzecznych

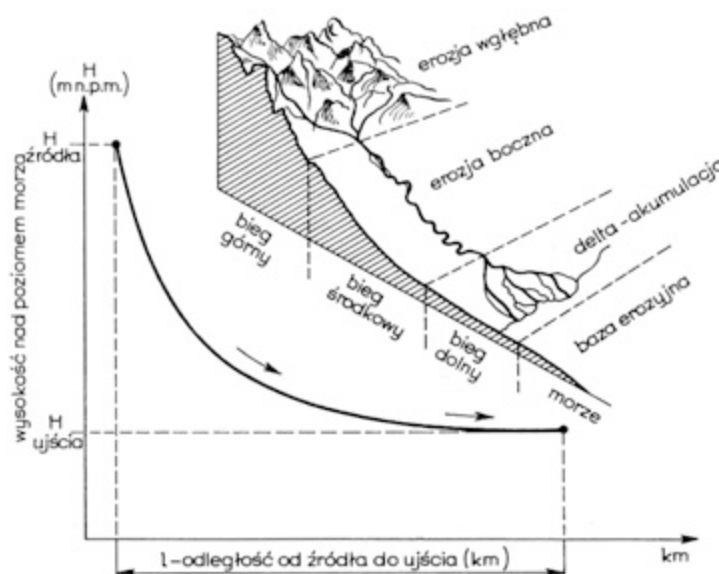
WARTOŚCI PRZYRODNICZE DOLIN RZECZNYCH POLSKI

1. Wstęp

Mimo setek lat przekształceń, regulacji, prostowania koryt i budowy stopni wodnych, rzeki Polski i ich doliny nadal stanowią kluczowe elementy systemu ekologicznego kraju. Zachowały one wiele ze swoich dawnych walorów przyrodniczych, które nawet jeśli nie są pierwotnego pochodzenia, nawiązują swoim składem gatunkowym, strukturą i złożonością do dawnych, naturalnych ekosystemów. Doliny polskich rzek stanowią miejsce bytowania wielu gatunków rzadkich, ginących i zagrożonych wyginięciem w Europie oraz cennych typów siedlisk przyrodniczych, z których wiele, w myśl prawa polskiego i europejskiego, podlega ochronie. Co ważne, to bogactwo przyrodnicze dolin rzecznych powstaje i utrzymuje się spontanicznie, w wyniku specyficznych właściwości rzek jako samodzielnych ekosystemów oraz oddziaływania rzek na tereny przybrzeżne, w granicach szerszego ekosystemu doliny rzecznej.

2. Rzeka jako ekosystem

W ekologii ekosystemem nazywamy złożony układ przyrodniczy, składający się z części nieożywionej (tzw. biotop) oraz powiązanych z nią zespołów organizmów żywych (tzw. biocenoza), w którym odbywa się proces przepływu energii i obiegu materii. Różnorodność gatunkowa ekosystemów zależy od zróżnicowania ich struktury. Generalnie obowiązuje zasada, że im bardziej zróżnicowane są warunki środowiska, tym większe jest bogactwo gatunkowe. Skład roślinności zależy przy tym głównie od zróżnicowania warunków abiotycznych (zwłaszcza charakteru podłoża i uwodnienia), natomiast dla zwierząt co najmniej równie ważny jest sam skład gatunkowy i struktura zbiorowisk roślinnych. W przypadku ekosystemów rzecznych najbardziej istotnym czynnikiem wyróżniającym je na tle innych jest poziomy ruch wody w korycie pod wpływem siły ciężkości. On to właśnie uniemożliwia lub ogranicza występowanie w rzekach wielu organizmów charakterystycznych dla wód stojących, a z drugiej strony czyni rzeki środowiskiem odpowiednim dla gatunków związanych z wodami płynącymi (tzw. gatunki reofilne). Jest to sytuacja doskonale znana wędkarzom. Wiedzą oni, że w celu złowienia lina lub karasia należy udać się nad starorzecze lub staw, natomiast chcąc złowić pstrąga, lipienia czy świnkę trzeba będzie „zamoczyć kija” w rzece lub strumieniu.



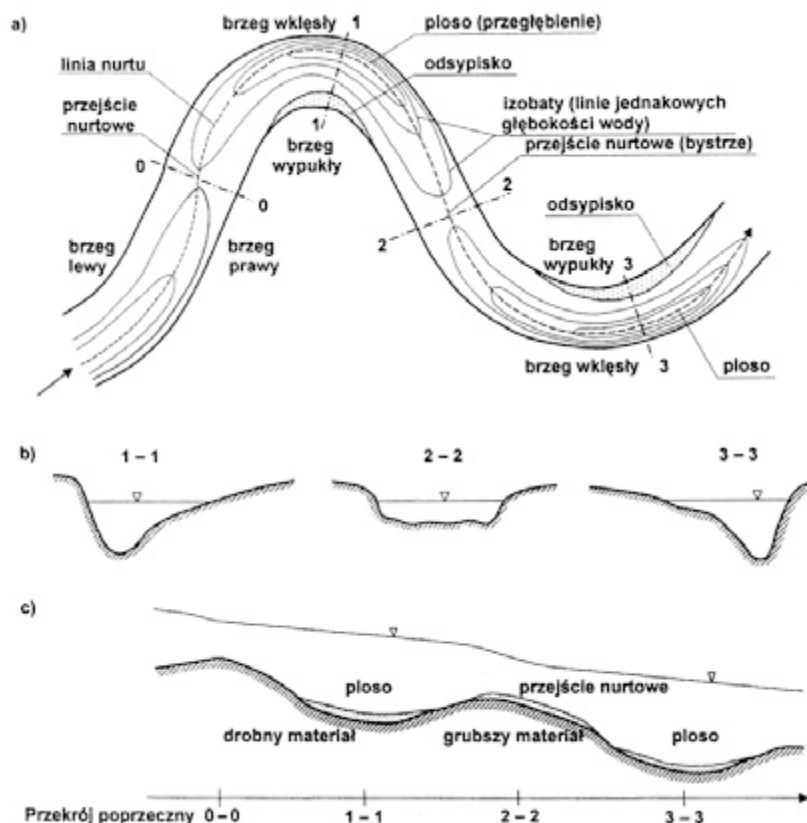
Efekt działania prądu wody są charakterystyczne cechy organizmów rzecznych. Większość z nich wykazuje specyficzne przystosowania do radzenia sobie z nim, czy to przez umiejętność sprawnego pływania pod prąd, czy też przez zdolność do przytwierdzenia się do podłoża albo zasiedlanie różnego typu schronień. Prąd wody w rzece wywiera ogromny wpływ na jej ukształtowanie. Dzieje się tak na skutek występowania w każdej rzece trzech tzw. procesów korytowych: erozji, transportu i akumulacji. Zarówno siła każdego z tych procesów, jak i relacje między nimi na danym odcinku rzeki, zależą każdorazowo od prędkości wody w rzece.

Erozja polega na wymywaniu materiału z dna (erozja denna) lub brzegów rzeki (erozja boczna). Siła erozyjna rzek jest tym większa, im większa jest prędkość wody. Dzięki erozji dno górskich potoków ma charakter kamienisty i z czasem ulega stopniowemu obniżaniu, a na środkowych odcinkach rzek zachodzi proces meandrowania.

Transport dotyczy przemieszczania wyerodowanego materiału w dół rzeki, w formie rumowiska wleczonego po dnie lub rumowiska unoszonego w toni wodnej.

Akumulacja polega natomiast na odkładaniu materiału na dnie i przy brzegach rzeki. Jest ona tym silniejsza, im więcej zawieszin niesie dana rzeka oraz im wolniejszy jest jej nurt. W szczególności w dolnych odcinkach rzek ich zdolność transportowa jest tak mała, że akumulacji ulegają już nie tylko drobne żwiry i piaski, ale nawet cząstki mułu. Widocznym przejawem akumulacji jest tworzenie wysp oraz ławic w korycie i przy brzegach rzeki.

Występowanie zależnych od prędkości wody procesów korytowych jest przyczyną różnicowania warunków środowiska w rzece, zarówno w profilu podłużnym (od źródeł do ujścia), jak i w poprzek rzeki na danym odcinku. W profilu podłużnym znanym przejawem tego zróżnicowania jest podział rzeki na tzw. krainy rzeczne, różniące się prędkością i parametrami fizyko-chemicznymi wody oraz charakterem dna (kraina pstrąga, lipienia, brzany, leszcza i jazgarza). W przekroju poprzecznym działalność korytotwórcza rzeki doprowadza do zróżnicowania warunków (zwłaszcza ukształtowania dna i brzegów) na danym odcinku. Widać to szczególnie w zakolach rzek. Woda płynąca w zakolu porusza się ruchem spiralnym, nacierając od góry na brzeg wklęsły (patrząc od środka rzeki), eroduje go, po czym dociera do dna, płynie przy dnie w kierunku brzegu wypukłego, tam akumuluje niesiony materiał i wypływa na powierzchnię, ponownie kierując się w kierunku brzegu wklęsłego. Efektem tego zjawiska jest stopniowa erozja brzegu wklęsłego i akumulacja materiałów przy brzegu wypukłym, co doprowadza do ukształtowania charakterystycznego ukształtowania dna na krętych odcinkach rzek, w formie naprzemiennie występujących przegłębienia przy brzegach wklęsłych (tzw. plosa), wypłyceń przy brzegach wypukłych (tzw. odsypiska) oraz miejsc o pośredniej głębokości pomiędzy zakolami (tzw. przemiały lub brody). Po dłuższym czasie erozja boczna w zakolach rzek doprowadza do przesuwania się koryta w kierunku brzegu wklęsłego i powstawania meandrów.



Ukształtowanie koryta na łuku: a) topografia dna, b) kształt przekrojów poprzecznych, c) profil podłużny.
Źródło: Żelazo J, Popek Z. 2002. Podstawy renaturyzacji rzek. Wyd. SGGW, Warszawa

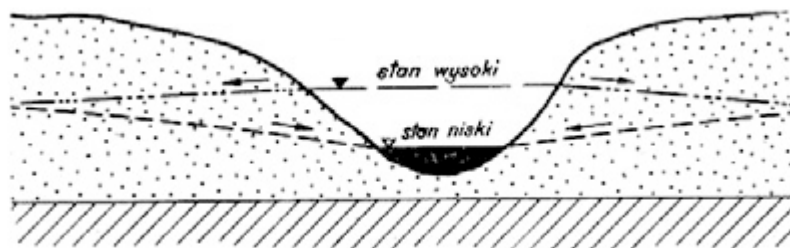
Proces różnicowania charakteru dna dzięki procesom korytowym zachodzi również na prostych odcinkach rzek, tu jednak zależy on od charakteru zmian poziomu wody w rzece. W okresach przyboru zwierciadło wody ma kształt wypukły, a woda kieruje się ruchem rozbieżnym ku brzegom, erodując je dociera do dna i kieruje się ku środkowi rzeki, gdzie akumuluje materiał i unosi się ku górze. Z kolei w okresach opadania, zwierciadło wody ma kształt wklęsły, cząstki wody zbiegają się w linii środkowej nurtu, przemieszczają się w kierunku dna, erodują go, docierają ku brzegom, gdzie akumulują materiał i wypływają do góry. Opisane zjawiska doprowadzają do spontanicznego kształtowania się zróżnicowanego układu dna i brzegów rzeki, będącego podstawą różnorodności gatunkowej ekosystemu rzecznej. Każda ingerencja w środowisko zmieniająca warunki przepływu i prędkość wód wywołuje zatem daleko idące konsekwencje dla ekosystemu rzeki.

3. Rzeka jako część ekosystemu doliny rzecznej

Poza rolę rzeki jako samodzielnego ekosystemu, posiadającego właściwą sobie florę i faunę oraz wykazującego określone zróżnicowanie wewnętrzne, nie mniej istotne przyrodniczo jest znaczenie rzeki jako elementu środowiska, znacząco wpływającego na stan terenów nadbrzeżnych oraz wykorzystywanego przez organizmy zamieszkujące tereny w pobliżu rzeki. Rzeka wywiera wpływ na stan terenów nadbrzeżnych co najmniej na trzy sposoby.

Po pierwsze – poprzez wzbogacanie terenów nadbrzeżnych w elementy krajobrazu będące efektem jej działalności: starorzecza, wilgotne obniżenia terenu (wypłycone pozostałości starorzeczy, rynny powodziowe), boczne odnogi, a także sam pas brzegowy, stanowiący specyficzną dla dolin rzecznych i w rozmaity sposób ukształtowaną strefę kontaktu wód płynących z lądem. Oprócz wzbogacania krajobrazu w swoiste składniki, rzeka wpływa również na ukształtowanie wszystkich pozostałych siedlisk w dolinie rzecznej (lasy, łąki, mokradła), powodując dzielenie jednolitych płatów poszczególnych siedlisk na sąsiadujące ze sobą mniejsze fragmenty, tworzące urozmaiconą mozaikę. Duża ilość stref kontaktu między różnymi typami siedlisk jest jednym z powodów bardzo wysokiej różnorodności gatunkowej środowisk nadrzecznych.

Po drugie – poprzez wpływ na poziom i ruchliwość wód gruntowych w dolinie rzecznej. Poziom wód gruntowych, jeden z kluczowych czynników decydujących o charakterze roślinności, pozostaje w dynamicznej równowadze z poziomem lustra wody w rzece, tak że przeciętny poziom lustra wód w korycie rzeki decyduje o ogólnej wilgotności podłoża w całej dolinie. W okresach dłuższej trwających wezbrań wody rzeczne przenikają do wód gruntowych (tzw. infiltracja), podnosząc ich poziom. W okresach niżówek, rzeka pełni rolę drenującą, obniżając poziom wód gruntowych w dolinie. Wpływ rzeki na poziom wód gruntowych jest najsilniejszy w pobliżu koryta i stopniowo słabnie w miarę oddalania się od brzegu. Z tego względu siedliska przyrodnicze w dolinach rzecznych charakteryzują się zwykle wyższym, ale i bardziej zmiennym poziomem wód gruntowych, w porównaniu z terenami poza doliną. Co więcej, wody gruntowe w dolinach rzecznych na ogół przemieszczają się zgodnie ze spadkiem podłoża, w odróżnieniu od wód gruntowych poza dolinami rzeczными, często stagnujących w zagłębieniach bezodpływowych.



Związek wody w korycie rzecznej z wodą gruntową przy niskim i wysokim stanie.
Źródło: Pazdro Z., Kozerski B. 1990. *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa

Po trzecie wreszcie – poprzez oddziaływanie okresowych wylewów. Wydostawanie się wód z koryta na tereny nadbrzeżne, w granicach tzw. doliny zalewowej, jest czynnikiem ekologicznym specyficznym dla terenów nadrzecznych. Czynnikiem ten oddziałuje na stan szaty roślinnej (a co za tym idzie – również na skład fauny) na trzy sposoby. Zalew powierzchniowy eliminuje lub ogranicza występowanie niektórych gatunków roślin, a z drugiej strony sprzyja lub warunkuje występowanie innych. W przypadku drzew, zdecydowanie źle znoszą zalew powierzchniowy gatunki iglaste, a także buk lub olcha czarna (gatunek bagiennych lasów o wysokim poziomie wód gruntowych). Natomiast bardzo dobrze wpływa on na wzrost wierzb (zwłaszcza gatunków wąskolistnych, takich jak wierzba biała, w. krucha, w. purpurowa, i in.), topól (zwłaszcza topoli czarnej i białej), wiązów i jesionu. Nieprzypadkowo więc typowymi zbiorowiskami leśnymi dolin rzecznych nie są bory ani buczyny lecz lasy łąkowe: wierzbowo-topolowe lub wiązowo-jesionowe.

Wylewy wód rzecznych wpływają na stan wód gruntowych w dolinie zalewowej, zwiększając ich zasoby poprzez wysoce wydajną retencję dolinową (powolne wsiąkanie i magazynowanie wód w podłożu). Dzięki temu naturalnie ukształtowane doliny rzeczne zachowują stosunkowo dużą wilgotność nawet w miesiącach suchych, gdy inne typy ekosystemów cierpią na brak wody. Wylewy wód rzecznych zwiększają także żyzność podłoża, czego skutkiem jest określony skład gatunkowy roślinności (dominacja gatunków siedlisk eutroficznych) oraz wysoka liczebność populacji niektórych gatunków zwierząt (między innymi większości gatunków ptaków).

4. Zbiorowiska roślinne dolin rzecznych

Badacze analizujący skład gatunkowy szaty roślinnej już dawno temu zauważyli, że poszczególne gatunki roślin nie są rozmieszczone w krajobrazie w sposób przypadkowy, lecz tworzą charakterystyczne ugrupowania. Zauważono też, że mają one związek z warunkami siedliskowymi – w podobnych warunkach podłoża, nasłonecznienia, uwodnienia i przy podobnym typie użytkowania przez człowieka kształtują się podobne do siebie zbiorowiska roślin. Powiązania te są na tyle ścisłe, że pozwalają na przewidywanie składu roślinności na podstawie znajomości warunków siedliskowych, a także na ich ocenę na podstawie składu roślinności. W XX wieku rozwinęła się gałąź botaniki zajmująca się właśnie wyróżnianiem i opisywaniem zbiorowisk roślinnych typowych dla poszczególnych rodzajów siedlisk – fitosocjologia.

Wiele takich zbiorowisk związanych jest z dolinami rzek. Są to zbiorowiska, które wykształciły się dzięki specyficznym warunkom siedliskowym panującym w dolinie rzecznej, takim jak: wyższa niż na terenach otaczających wilgotność podłoża, większe wahania poziomu wód gruntowych, specyficzne typy gleb, mikroklimat, a przede wszystkim powtarzające się regularnie zalewanie, związane ze zmiennymi stanami wody. Rośliny i zwierzęta zamieszkujące doliny rzek są w większości wypadków doskonale dostosowane do takiego właśnie, nieprzyjaznego dla innych gatunków (także i dla człowieka) zestawu czynników ekologicznych.

W dalszej części przedstawiona zostanie ogólna charakterystyka najważniejszych typów roślinności w dolinach rzecznych Polski. Ze względu na znaczne różnice szaty roślinnej nad rzekami w górach i na niżu, obie te grupy zostaną omówione osobno.

4.1. Zbiorowiska roślinne wzdłuż rzek i potoków górskich

Koryta rzek i potoków górskich, o dnie skalistym lub kamienistym, porasta specyficzna roślinność, przystosowana do szybkiego prądu wody i niskich temperatur. Skały i kamienie zanurzone w wodzie lub regularnie nią ochlapywane porastają zbiorowiska glonów i mszaków, których skład gatunkowy silnie zależy od prędkości wody. Tylko w miejscach o dnie piaszczystym i umiarkowanym prądzie wody mogą utrzymywać się i żyć wodne rośliny naczyniowe. Jednak budowane przez nie zbiorowiska są bardzo ubogie (najczęściej są to fragmentarycznie rozwinięte postacie podwodnych łąk włosieniczników). Na obrzeżach wód można spotkać niskie szuwary trawiaste (np. szuwar manny fałdowanej). Zarówno roślinność wodna, jak i szuwarowa jest tu jednak bardzo skąpa i występuje tylko miejscami, najczęściej na bocznych odgałęzieniach potoków, gdzie prąd wody jest stosunkowo wolny.

Obszary aluwialne – tzn. okresowo zalewane – na obszarach górskich oraz podgórskich mają postać zwirowisk i kamieńców, z występującymi tu i ówdzie namuliskami oraz piaskami. Osiedla się na nich specyficzna roślinność, mająca układ strefowy. W miejscach najniżej położonych występują pionierskie, jednogatunkowe skupienia mietlicy rozłogowej, fragmentarycznie rozwinięte zbiorowiska roślin jednorocznych (z rodzaju cibora), a także niekiedy drobne fragmenty nadrzecznych szuwarów trawiastych (m.in. zbiorowiska z przetacznikiem bobowniczkiem). Typową roślinność pionierską inicjującą sukcesję na kamieńcach potoków górskich stanowią zbiorowiska z dominacją rozłogowych gatunków traw, przede wszystkim zespół trzcinnika szuwarowego i kostrzewy czerwonej oraz luźne zarośla wrześni pobrzeżnej. Na miejscach bardziej wyniesionych rosną zwarte zarośla wrześni z domieszką wierzb (zastępowane dalej przez zarośla z przewagą wierzb, zwłaszcza wierzb siwej i malejącym udziałem wrześni) lub charakterystyczne łopuszyny, czyli ziołorośla z panującymi lepiężnikami (zwłaszcza lepiężnikiem wyłysiałym, l. białym lub l. różowym). Dalszą strefę, na najwyższych miejscach aluwii, zajmuje las łęgowy – nadrzeczna olszyna górską, o drzewostanie złożonym z olszy szarej, wierzb kruchej, a niekiedy także z domieszką jesionu, jaworu i świerka oraz z bujnym runem ziołoroślowym. Lasy takie zachowały się dziś w Polsce głównie w Karpatach. W Sudetach zostały one w znacznej części wytepione na skutek uregulowania tamtejszych rzek i obmurowania ich koryt, co wyeliminowało najważniejszy dla tego typu zespołu czynnik siedliskotwórczy, jakim jest okresowo powtarzający się zalew.

4.2. Zbiorowiska roślinne w dolinach rzek niżowych

Roślinność dolin rzek niżowych jest wyraźnie bogatsza niż ma to miejsce w przypadku rzek i potoków górskich. Wynika to po pierwsze – z mniejszej prędkości wody, która pozwala na bujniejszy rozwój roślinności w korycie i nad brzegami, a pod drugie – z większej szerokości doliny zalewowej, w której mogą rozwijać się

duże płaty rozmaitych zespołów roślinnych. Nie bez znaczenia jest również występujący głównie na niżu proces meandrowania i odcinania starorzeczy, dodatkowo wzbogacający dolinę zalewową w odrębne i bogate gatunkowo siedliska.

Charakter roślinności w **korytach rzek** zależy głównie od głębokości oraz prędkości przepływu wody. W środkowej części koryt rzecznych rozwijają się zespoły roślin zakorzenionych lub zakotwiczonych w dnie, o liściach zanurzonych lub unoszących się na powierzchni wody (tzw. „łaki podwodne”). W przypadku wód płynących szczególnie charakterystyczne są podwodne łaki włosieniczników (m.in. włosienicznika rzecznego), niektórych gatunków rdestnic (m.in. rdestnicy grzebieniastej), a także moczarki kanadyjskiej, mchu zdrojka pospolitego, i in. Bogactwo gatunkowe tego typu roślinności wyraźnie wzrasta ze spadkiem prędkości wody. W bocznych zatokach, o bardzo słabym prądzie wody, pojawiać się mogą nawet liczne gatunki charakterystyczne dla starorzeczy i innych zbiorników wód stojących.

W przybrzeżnej części koryt rozwija się roślinność szuwarowa. Najczęściej spotykamy tu niektóre zespoły z grupy niskich szuwarów trawiastych (tzw. szuwarów rzecznych: szuwar manny jadalnej, szuwar manny fałdowanej, szuwar zamokrzycy ryżowej), szuwarów wielkoturzycowych (szuwar turzycy brzegowej, szuwar mozgi trzcinowej, i in.) oraz szuwarów właściwych (m.in. szuwar strzałki wodnej i jeżogłówki, szuwar manny mielec, szuwar tatarakowy, szuwar trzcinowy, i in.).

Na okresowo wysychających przybrzeżnych odsypiskach oraz na brzegach wysp w korycie pojawiają się efemeryczne zespoły roślin jednorocznych, z przewagą licznych gatunków komosy i łobody (na podłożu piaszczystym lub żwirowym) albo uczepów i rdestów (na podłożu mulistym i szlamistym).

W tzw. strefie ekotonowej, czyli tam, gdzie następuje skokowe przejście od zbiorowisk wodnych w korycie do zbiorowisk lądowych w dolinie zalewowej, spotkać można liczne zbiorowiska okrajkowe, przybierające często postać tzw. zespołów welonowych. Nazwa ta pochodzi od dużego udziału roślin czepnych i wijących (kielisznik zaroślowy, kanianki, chmiel), tworzących często zwarte i trudne do przebycia zasłony. Oprócz już wymienionych gatunków w zbiorowiskach tych często spotykamy starca rzecznego, nawłocie, rudbekię, pokrzywę, przytulię czepną i sadzka konopiastego. Inny typ roślinności okrajkowej stanowią zespoły z dominacją wiązówki błotnej, z udziałem tojeści pospolitej, kozłka, bodziszka błotnego, i in.

Charakter roślinności lądowej w **dalszych partiach doliny rzecznej** zależy przede wszystkim od rodzaju użytkowania, a w dalszej kolejności od poziomu wód gruntowych i częstości zalewów. W dolinach rzek nieużytkowanych rolniczo rozwijają się zespoły zaroślowe i leśne, a w dolinach użytkowanych łąkowo lub pastwiskowo – różne typy zbiorowisk otwartych.

Typową **roślinność leśną** dolin rzecznych tworzą lasy łęgowe, których rodzaj zależy od częstości zalewów wodami rzecznyymi. W strefie położonej najbliżej koryta, narażonej na coroczne zalewy podczas nawet stosunkowo niewielkich wezbrań, duże wahania wód gruntowych i niszczące działanie kry, sukcesja roślinności prowadząca w kierunku zbiorowisk leśnych zostaje zahamowana w stadium nadrzecznych zarośli wierzb wąskolistnych (wierzby wiciowej, w. purpurowej, w. trójpręcikowej, i in.). Ten typ zbiorowiska roślinnego spotykany jest też często na wyspach w korytach rzek (w Polsce zwłaszcza na środkowej Wiśle).

Dalszym stadium sukcesji w strefie objętej corocznym zalewem jest zbiorowisko leśne – łęg wierzbowo-topolowy (tzw. łęg miękko-drzewny). Jest to obecnie jedno z najsilniej zagrożonych zbiorowisk leśnych w Europie, wyniszczone na skutek regulacji rzek i zagospodarowywania terenów nadrzecznych. Do typowych składników tego typu lasu należą drzewiaste wierzby wąskolistne (wierzba biała, w. wiciowa, i in.) oraz topole (topola biała i t. czarna), a także liczne pnącza, takie jak chmiel, kielisznik zaroślowy, itp.

W miejscach położonych dalej od rzeki, tam gdzie zalew ma miejsce nie częściej niż raz na kilka lat, rozwija się jedno z najbogatszych zbiorowisk leśnych Europy – łęg wiązowo-jesionowy (tzw. łęg twarodo-drzewny): prawdziwie puszczański las, z niezwykle bujnym, wielogatunkowym runem i podszytem oraz bogatym drzewostanem. W Polsce stosunkowo duże powierzchnie tego typu lasów zachowały się jeszcze w dolinie Odry, zwłaszcza wzdłuż jej środkowego biegu. Jeszcze dalej od rzeki (albo na wyżej położonych terasach nadzalewowych), poza strefą regularnych wylewów, rozwijają się inne typy zespołów leśnych, mniej związane z dolinami rzek, takie jak grądy, buczyny, dąbrowy, itp.

Roślinność nieleśną dolin rzecznych tworzą zazwyczaj rozmaite typy łąk i pastwisk, a w miejscach wilgotniejszych – szuwały turzycowe lub roślinność torfowisk niskich. Wśród roślinności łąkowej często spotkamy tu łąki z grupy łąk wilgotnych (łąki rdestowo-ostrożeńowe, łąki pełnikowe, łąki śmiałkowe, łąki selernicowe, łąki wy-czyńcowe, i in.) oraz łąk świeżych (łąki owsicowe, łąki kłosówkowe, i in.).

Roślinność szuwarową reprezentują rozmaitego typu szuwały wielkoturzycowe (jak szuwar turzycy brzegowej, błotnej, prosowej, sztywnej, i in.), a typową roślinność torfowiskową – zbiorowiska mszysto-turzycowe (m.in. zespół mietlicy psiej oraz turzycy gwiazdkowatej i t. siwej, czyli tzw. kwaśna młaka niskoturzycowa). Znaczne powierzchnie roślinności torfowiskowej występują w dolinach rzek w północno-wschodniej części kraju (Biebrza, Narew).

Specyficzna i zwykle bardzo bogata roślinność związana jest ze **starorzeczami** i innego typu zbiornikami wód stojących w dolinach rzecznych. Oprócz niezwykle różnorodnych szuwarów przybrzeżnych (m.in. szuwar trzciny, sz. pałkowy, sz. oczeretowy, sz. tatarakowy, sz. skrzypowy, sz. mannowy, i in.) i bogatej roślinności podwodnej (zbiorniska różnych gatunków rdestnic, moczarki, rogatka, wyłócznika, i in.) zwracają tu uwagę zespoły roślin wodnych o liściach pływających na wodzie, bądź to zakorzenionych w dnie (jak żabiściek, osoka aloesowata, rdestnica pływająca, grązel żółty, grzybień biały, kotewka orzech wodny, i in.), bądź to swobodnie unoszących się w wodzie (różne gatunki rzes, wgłębka, czy też rzadka paproć wodna salwinia pływająca).

Ten, z konieczności pobieżny, przegląd najważniejszych typów roślinności w dolinach rzek nie wyczerpuje oczywiście wszystkich możliwych zespołów i ich grup. Daje jednak pewne pojęcie o niezwyklej różnorodności przyrodniczej terenów nadrzecznych. Niezmiernie istotne jest uświadomienie sobie, że całe to bogactwo powstało nie „pomimo”, ale właśnie „dzięki” specyficznym warunkom siedliskowym, stwarzanym przez prąd wody w korycie rzeki oraz oddziaływanie rzeki na tereny nadbrzeżne poprzez okresowe wylewy i wpływ poziomego wód gruntowych. Tradycyjne metody regulacji rzek i ochrony przeciwpowodziowej, związane z pogłębianiem koryt, ograniczaniem obszaru zalewowego do wąskich pasów międzywala oraz techniczną zabudową brzegów prowadzą zarówno do fizycznego niszczenia i znacznego zmniejszenia areалу większości z tych zbiornisk roślinnych, jak i do zaniku lub znacznego ograniczenia zalewów – najważniejszego czynnika ekologicznego umożliwiającego ich istnienie.

5. Znaczenie dolin rzecznych dla ptaków

Nim na dużą skalę rozwinęło się rolnictwo i ludzie zaczęli przekształcać przyrodę, jedynymi terenami otwartymi w gęsto porośniętej lasem Europie były doliny rzeczne. Szerokie doliny corocznie zalewane podczas wiosennych roztopów, z pojawiającymi się w nurcie rzeki piaszczystymi wyspami, ze starorzeczami i trwałymi zabagnieniami przechodzącymi dalej od nurtu rzeki w bagienne i łęgowe lasy były typowym elementem krajobrazu Europy Środkowej kilka tysięcy lat temu. W takich właśnie siedliskach żyły ptaki, które znajdowały tu obfite żerowiska oraz bezpieczne miejsca do zakładania gniazd. Dziś pozostały jedynie fragmenty dolin rzecznych, które mają charakter zbliżony do pierwotnego. Stąd też te ptaki, które potrafią żyć jedynie w tych miejscach, zmniejszyły swoją liczebność i zachowały się w pojedynczych ostojach. Im większe jest zróżnicowanie obszarów zalewowych w postaci terenów otwartych, wilgotnych łąk, turzycowisk, lasów i zarośli łęgowych, starorzeczy i starych koryt, tym różnorodność gatunkowa ptactwa jest większa. Aż 13% powierzchni uznanej w Polsce za wartościową ornitologicznie, znajduje się właśnie w obrębie dolin rzecznych.

Przykładowo Wisła, która w swoim środkowym biegu jest jeszcze dziką, nieujarzmioną rzeką, z zakolami, starorzeczami, wyspami w nurcie oraz rozległymi wikliniskami i lasami łęgowymi na brzegach. Te wyjątkowe siedliska są miejscem gdzie przystępuje do łęgów ponad 70% krajowej populacji sieweczki obrożnej, rybitwy białoczelnej oraz połowa krajowych ostrygojadów, gatunków zagrożonych, wpisanych do Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt.

W dolinach Biebrzy, Warty i Noteci znajdują się jeszcze rozległe turzycowiska, torfowiska niskie i częściowo zakrzaczone zalewowe łąki, które są głównymi ostojami innych gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi: rożeńca, błotniaka zbożowego, bataliona, dubelta, kulika wielkiego, rybitwy białoskrzydłej, podróżniczka i wodniczki. Natomiast cała krajowa populacja krytycznie zagrożonego orlika grubodziobego, licząca około 10 par łęgowych, związana jest z bagiennymi lasami w dolinie Biebrzy, gdzie ptaki te zakładają gniazda.

Ogromne znaczenie mają większe fragmenty lasów łęgowych np. te zachowane w środkowym biegu Odry, a w mniejszych fragmentach także nad Kaczawą, Bobrem i Nysą Kłodzką. Szczególnie ważne jest przywiązanie do tego siedliska wielu gatunków okazałych ptaków drapieżnych jak kania czarna, kania ruda, trzmielojad, rybołów czy nasz herbowy ptak – bielik. Również mniejsze rzeki, z fragmentami dolin o naturalnym charakterze np. Bóbr, Kwisa czy Soła, są ważnymi miejscami dla ptaków łęgowych. W nadrzecznych skarpach drążą norki kolonijne brzegówki i mniej towarzyskie zimorodki, a w zaroślach i wikliniskach występują strumieniówki, remizy, dziwonie i słowiki. Przybrzeżne lasy łęgowe i grądy są ostoją łęgową dzięciołów (m.in. średniego, zielonosiwego i czarnego) oraz muchołówki białoszyjej.

Rzeki są również ważnym miejscem dla zimujących ptaków wodnych, które na niezamarzającej wodzie znajdują pożywienie w tym najtrudniejszym dla nich okresie. Odra, Wisła, a nawet mniejsze rzeki jak Barycz, Nysa Kłodzka czy Kłodnica, to miejsca zimowania kilkudziesięciu tysięcy krzyżówek, setek łysek, głowienek, czernic, gągołów i nurogęsi.

6. Rzeki a pozostałe grupy świata zwierząt

Dla płazów i gadów doliny rzek są często ostatnim miejscem występowania w przekształconym przez człowieka krajobrazie. Wyłycone starorzecza i oczka wodne to wymarzone miejsca dla rozrodu i polowania zarówno dla dorosłych form płazów, jak i dla rozwoju ich larw. Niektóre z nich są nierozzerwalnie związane ze środowiskiem wodnym, a wszystkie bez wyjątku rozmnażają się w zbiornikach wód stojących. Wśród płazów tych znajdują

się nie tylko częste jeszcze u nas gatunki żab i ropuch, ale także płazy zagrożone wyginięciem w Polsce i Europie, takie jak kumak nizinny, kumak górski, ropucha paskówka, grzebiuszka ziemna czy żaba dalmatyńska. Także dwie z czterech występujących w Polsce traszek – grzebieniasta i karpacka – znalazły się na liście Załącznika II Dyrektywy Siedliskowej i wymagają tworzenia ostoi Natura 2000. Od bytu płazów zależy równocześnie liczebność wielu gatunków ssaków, ptaków i gadów, dla których stanowią ważne źródło pożywienia.

Ścisłe związane z dolinami rzek, potoków i płytkimi jeziorami są także liczne gatunki ssaków. Wystarczy wspomnieć chociażby o bobrze. Jeszcze kilkanaście lat temu był zagrożony wymarciem. W wyniku czynnej ochrony i przystosowania się do przekształconych środowisk, populacja bobra wzrosła z 235 osobników w 1928 roku do 18000 w 2000 roku. Warto również przytoczyć przykład wydry, tego wesołego i inteligentnego ssaka, który dzięki rosnącej czystości wód powoli wraca do naszych rzek i potoków. Występują tu jednak nie tylko typowo ziemnowodne zwierzęta – wiele gatunków nietoperzy poluje głównie nad wodami. Wszystkie ssaki z tej grupy są objęte w Europie ścisłą ochroną gatunkową.

Wspomnijmy także o kolejnej, rzadko omawianej grupie zwierząt – o bezkręgowcach. Te, często niepozorne zwierzęta, z których obecności w przyrodzie zdajemy sobie sprawę tylko wtedy, gdy stają się uciążliwymi pasożytami lub szkodnikami, pełnią przecież wiele bardzo ważnych funkcji. Są pokarmem dla wyżej stojących w hierarchii grup zwierząt, zapylają rośliny, współtworzą glebę uczestnicząc w rozkładaniu martwej materii organicznej itd. I w tej grupie znajdziemy wiele zwierząt ściśle przywiązanych do dolin rzecznych – albo z powodu dobrego stanu zachowania nadrzecznych łąk i lasów, albo też dlatego, że gatunki te bez wody żyć po prostu nie mogą. Wymieńmy tylko barwne i ginące motyle, jak modraszek telejus, czerwończyk nieparek czy przeplatka maturalna, albo też wielkie chrząszcze żyjące w starych próchniejących drzewach, jak pachnica dębowa, kozioróg dębosz czy jelonek rogacz.

No i oczywiście ryby. Znaczenie rzek dla ich przetrwania jest rzeczą tak oczywistą, że nie wymaga większego komentarza. Zanim rozpoczęto przegradzanie rzek stopniami i wielkoskalowe regulacje, polskie rzeki tętniły wręcz rybim życiem, a wielkie, kilkumetrowej długości jesiotry wpływały na tarło aż pod granicę Polski z Czechami. Dziś po rodzimych populacjach tych wielkich ryb, a także odrzańskiego łososia i kilku innych gatunków migrujących pozostały tylko zapisy w starych kronikach. Jednak nadal żyje w naszych rzekach kilkanaście ryb zagrożonych i ginących w Europie oraz podlegających tam ochronie. Są wśród nich gatunki jeszcze stosunkowo w naszym kraju częste – jak piskorz, różanka czy minóg strumieniowy, są też bardzo rzadkie – jak piekielnica czy troć.

7. Rzeki jako korytarze ekologiczne

Rzeki posiadają ogromną wartość przyrodniczą nie tylko z uwagi na zachowane w ich dolinach cenne typy siedlisk, z wieloma wymierającymi w Polsce gatunkami flory i fauny. Są także jedynymi już, w zdominowanym przez człowieka krajobrazie, liniowymi strukturami pochodzenia naturalnego, a jako takie są bezcennym łącznikiem pomiędzy różnymi izolowanymi fragmentami siedlisk przyrodniczych. Za ich pośrednictwem, zarówno bezpośrednio z nurtem rzeki, jak i wzdłuż ciągów zachowanych w bliskości jej koryta ekosystemów, różne gatunki roślin i zwierząt mogą przemieszczać się na dziesiątki i setki kilometrów: zarówno w górę, jak i w dół rzeki. W krajobrazie współczesnej Europy istnienie takich „korytarzy ekologicznych” zapobiega, szybkiemu wymieraniu wielu gatunków roślin i zwierząt. Już dawno udowodniono, że znacznie szybciej wymierają małe, izolowane od siebie populacje i gatunki (zarówno wskutek niekorzystnych procesów genetycznych jak i wskutek kurczenia się dostępnych siedlisk), niż takie, które mogą się ze sobą, przynajmniej co jakiś czas, kontaktować. Jeżeli do końca pozbawimy doliny rzeczne tych ważnych, tranzytowych funkcji, różnorodność biologiczna całej Europy zacznie spadać w drastyczny sposób, nawet jeśli obejmiemy różnymi formami ochrony tereny leżące poza nimi. W Polsce do szczególnie ważnych korytarzy ekologicznych o przebiegu południkowym należą Wisła, Odra i Bug oraz o przebiegu równoleżnikowym np. Warta.

ROLA BUDOWY DOLINY RZECZNEJ W UTRZYMANIU BIORÓŻNORODNOŚCI ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM AWIFAUNY

1. Strumienie górskie

W niewielkich ciekach, o dużym nachyleniu koryta, naczelną zasadą służącą zachowaniu ich bioróżnorodności powinno być utrzymanie maksymalnego zróżnicowania prędkości przepływu. W takich warunkach w obrębie koryta potoku występuje duża różnorodność nisz, które utrzymują dużą liczbę wielu gatunków bezkręgowców. Takie bogate biocenozy bezkręgowców, głównie jętek, widelnic i chruścików, stanowią bazę pokarmową przede wszystkim dla dwóch wysoko wyspecjalizowanych gatunków ptaków – pliszki górskiej i pluszcza. Ptaki te łowią zarówno larwy występujące w wodzie (pluszcz), jak i owady dojrzałe, wylatujące ze strumienia po przeobrażeniu (pliszka górska). Standardowa regulacja potoku górskiego sprowadza go do brukowanego lub wybetonowanego koryta, w którym gatunki te nie znajdują ani pokarmu, ani nie potrafią w nich żerować. Na przykład pluszcz chodzi pod wodą po dnie strumienia czepiając się palcami kamieni – wybetonowane koryto pozbawia go tej możliwości.

Górskie strumienie stanowią również ważne miejsce dla leśnych gatunków. Zbocza doliny strumienia, pełne poderwanych brzegów, zwisających korzeni, pni drzew itp. są doskonałym miejscem do zakładania gniazd, nie tylko dla pluszcza i pliszki górskiej, ale również dla typowo leśnego strzyżyka, czy rudzika. Strumienie są bardzo ważnym miejscem rozrodu dla salamandry plamistej. Ten bardzo efektywny gatunek występuje głównie w żyznych lasach górskich, ale jego rozród uzależniony jest od obecności dobrze natlenionych, czystych i naturalnie ukształtowanych strumieni górskich. Samica salamandry jest jajożyworodna – donosi jaja prawie do dojrzałości, młode klują się z jaj w jajowodach i od razu są rodzone do wody. Samica musi więc podejść po względnie płaskim brzegu i zanurzając tylną część ciała urodzić młode. Młode larwy mogą się utrzymać w strumieniu tylko w miejscach wolnego przepływu, a jednocześnie potrzebują dobrze natlenionej wody. Strumień uregulowany ma wyrównany przepływ, zatem jest pozbawiony zastoisk, w których larwy salamandry mogłyby przetrwać przybór wód.

Umocnienie brzegów zazwyczaj oznacza zanik erozji bocznej doliny strumienia. Woda zatem nie podmywa brzegów i nie tworzy skarpi, karpin, wykrotów, w których gnieźdzą się ptaki. Uniemożliwia również zejście do niej organizmom takim jak salamandra, które rozradzają się w wodzie. Umocnienie dna koryta wyrównuje przepływ. Brak zatem refugium, w których można żerować bez konieczności walki z prądem oraz gdzie można przetrwać wezbrania.

2. Rzeki podgórskie

Ze względu na wyjątkowo dynamiczną hydrologię, bardzo często podlegają pracom regulacyjnym. Prace te niszczą siedlisko wielu gatunków. Przykładowo typowy gatunek tego typu rzek, małż – skójką gruboskorupową, znajduje się na Globalnej Liście Gatunków Ginących i Zagrożonych Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody.

Rzeki podgórskie wytwarzają już płaskodenną dolinę. Mają charakter roztokowy lub meandrujący, a podłoże różni się od potoków począwszy od skalistego, przez otoczaki, żwir po piasek lub aluwia drobnoziarniste. W korycie z najcenniejszych gatunków spotyka się w/w skójkę gruboskorupową. Zasadza ona w korycie skalnym miejsca „osłonięte” od prądu, gdzie osadza się piasek lub muł, w odsypiskach i namuliskach powstających za zakolem koryta meandrującego lub w erodowanym brzegu wklęsłym zakola, jeżeli występuje tam wystarczająco trwałe podłoże glinaste lub ilaste, w które małże te mogą się wkopać.

Również cennym gatunkiem rzeki podgórskiej jest rak rzeczny. Warunkiem jego występowania jest istnienie dość spoistego brzegu, gdzie może on kopać swoje jamki, w których chowa się w ciągu dnia, zazwyczaj wystawiając jedno z ramion. W oberwanych brzegach rzek podgórskich kopią nory lęgowe zimorodki i jaskółki brzegówki. Długość nory sięgająca ok. 1m umożliwia zazwyczaj wychowanie młodych zanim cała jama ulegnie podmyciu i oberwaniu.

Na większych rzekach podgórskich, gdzie transport materiału żwirowego jest dość intensywny. Na odcinkach roztokowych występują duże obszary odsypów żwirowych będących typowym siedliskiem sieweczki rzecznej, która zakłada na nich gniazda. Drugi podstawowy gatunek występujący w tego rodzaju dolinach to brodziec piskliwy, który jest związany głównie z siedliskami wysp i łąk piaskowych.

Płaskodenne doliny w stanie naturalnym powinny być porośnięte lasem łęgowym, który jest jednym z najbogatszych siedlisk, szczególnie pod względem liczby gatunków ptaków. Ich zestaw jest podobny, jak w rzekach nizinnych.

Regulacja rzeki podgórskiej, polegająca zazwyczaj na wyprostowaniu koryta, przyczynia się do ujednoczenia warunków w obrębie koryta powodując m.in. likwidację istniejących zastoisk. Umocnienie brzegów prowadzi do zniszczenia miejsc występowania małży i raków. Natomiast umocnienie stromych brzegów uniemożliwia zakładanie nor przez ptaki. Wyrównanie przepływu przez zbiorniki zaporowe powoduje zarastanie łąk i ustępowanie siewczek.

3. Rzeki nizinne

Typowa meandrująca rzeka nizinna należy do jednych z najcenniejszych przyrodniczo typów siedlisk. Niestety w stanie naturalnym praktycznie już nie występuje.

W obrębie koryta najcenniejsze są typowe miejsca, omówione już na przykładzie rzek podgórskich. Istotną różnicę stanowi tutaj wielkość doliny. Występowanie większości ptaków związanych z dolinami rzecznyimi zależy od szerokości doliny – im jest ona szersza tym większa bioróżnorodność ptaków. Obecność zadrzewień i wzgórz oznacza możliwość zaskoczenia dużych zwierząt przez drapieżniki, dlatego gatunki gnieźdzące się w otwartym krajobrazie łąk lub bagien wolą szeroki widnokrąg.

Następnym elementem jest zróżnicowanie rzeźby powierzchni ziemi. Im więcej na równi zalewowej starorzeczy, oczek wodnych, rynien erozyjnych i innych czynników wynikających z erozji poprzecznej rzeki, różnicujących jej powierzchnię, tym większa bioróżnorodność. Zatem np. w dolinie Nidy stwierdzono istotną korelację między liczebnością gatunków ptaków a szerokością pasa meandrowego. Mniejsze znaczenie ma występowanie pozostałości po awulsji koryta. Zazwyczaj na skrzydłach doliny występują obniżenia zabagnione przez stagnujące wody ze spływu powierzchniowego. Dość często łączą się one z pozostałościami po awulsji koryta. Siedliska takie są często zajęte przez bogate biocenozy ptaków wodno-błotnych.

Jednym z najcenniejszych elementów dolin rzecznych są rozlewiska. Ich powstanie wymaga przede wszystkim utrzymania naturalnego reżimu hydrologicznego, przede wszystkim płytkich wiosennych wylewów. Nie może zatem przepływ w rzece być sztucznie regulowany przez zbiorniki zaporowe. Istnieje ogromnie dużo gatunków ptaków i innych zwierząt uzależnionych od tego rytmu wylewów. Niegdyś jedna z najpospolitszych, obecnie gwałtownie zanikająca w Europie kaczka cyranka, zakłada gniazda na wyniesieniach, na równi zalewowej w okresie wezbrań. Po opadnięciu wód wykluwają się młode, z którymi kaczka ta wędruje do najbliższego zbiornika wodnego. Brak wiosennego wylewu powoduje, że nie rozpoznaje ona danego terenu jako łęgowiska. Jeżeli przystąpi w takiej dolinie do lęgów, to najpewniej straci młode ze względu na wysokie drapieżnictwo.

Zwierzętami szczególnie uzależnionymi od wylewów są małże. Szczęzuja wielka (największy małż Polski, dochodzący do ponad 30 cm dł. muszli) występuje najczęściej w starorzeczach, gdzie osiąga dojrzałość płciową. Jego cykl życiowy polega na tym, że dorosły osobnik wytwarza ok. 200 000 larw, które muszą przyczepić się do ryb w okresie wiosny, by odczepić się w lecie. W okresie wiosennego wylewu ryby penetrują kilka starorzeczy łapiąc na siebie larwy. Po czym po opadnięciu wód przenoszą młode małże do innych zbiorników. Szczęzuja ta praktycznie nie występuje w korycie rzeki.

Rozlewiska w krajobrazie rzek Polski powstają aktualnie najczęściej na skutek podnoszenia dna, lub wręcz jego czopowania przez intensywny transport rumowiska. W rzece Nidzie odcinek kilku kilometrów wyprostowany w środku biegu rzeki zaowocował zaniesieniem dna piaskiem i powstaniem nowych rozlewisk w miejscu, gdzie rzeka z powrotem przybierała naturalny charakter.

Warto zwrócić uwagę, że roztokowy „dziki” charakter Środkowej Wisły, z licznymi odsypiskami piachu, łąkami, mierzajami i innymi tworami akumulacji, niezwykle cenne siedlisko ptaków wodnych związanych z obszarami piaszkowymi, jest skutkiem wylesienia zlewni i intensywnego transportu rumowiska do koryta Wisły. W pewnym sensie jest to naturalny proces, uruchomiony jednak przez człowieka.

Dla ptaków najcenniejsze są rozlewiska o 30-60 cm głębokości. Zazwyczaj takie rozlewiska porastają preferowanym przez ptaki szuwarem pałkowym, który zachowuje pewne obszary wolnego lustra wody, daje dużo możliwości ukrycia gniazda. Cenny lecz znacznie mniej wymagający, jest szuwar trzcinowy, który głównie służy do ukrycia gniazd. Ptaki mają dość specyficzne wymagania siedliskowe. Utrzymanie dużej ich różnorodności wymaga utrzymania dużej różnorodności gatunkowej i przede wszystkim przestrzennej w układzie roślinności. Dla przykładu, na ok. 300 ha łąk rozlewisk i lasów w dolinie Nidy powyżej Pińczowa, wszędzie gnieździ się ptak, zwany rokitniczką. Jednak szczegółowe badania ujawniły, że wszystkie osobniki starają się dostać na obszar ok. 10 ha porośnięty kilkunastoma płatami trzciny. Tylko osobniki zamieszkujące tego rodzaju siedlisko mają młode przeżywające do następnego roku. Stwierdzono również na tym obszarze wiele osobników pochodzących z innych krajów (Węgry, Czechy, Chorwacja). Zatem znaczenie tych 10 ha dla tego gatunku jest nieporównywalnie większe od pozostałych 190 ha.

Nawet w obrębie płatów trzciny poszczególne gatunki wykorzystują różne ich części. Wnętrze dużych płatów zajmuje trzciniaak oraz bączek, natomiast mniejszych – trzciniczek. Ich obrzeża zamieszkują rokitniczka i potrzos. Płaty trzciny służą za miejsce masowych noclegów dla szpaków, jaskółek, pliszek, pokląskw i wielu innych ptaków. Warto podkreślić, że jedna kępa trzciny może stanowić o prawdopodobieństwie przeżycia nocy dla jaskółek z kilku okolicznych wsi.

Hydrogeologiczne procesy w dolinie rzecznej wpływają na działania człowieka i tym samym kształtują w sposób wtórny bioróżnorodność. Erozja poprzeczna poprzez odcinanie meandrów utrudnia do nich dostęp człowiekowi, dzięki czemu odcinki intensywnie meandrujące są zazwyczaj porośnięte niezwykle cennymi lasami łągowymi. Obszarów intensywnie erodowanych przez rzekę rolnicy na ogół nie przeznaczają pod pola uprawne. Większość terenów zalewowych jest użytkowana jako łąki, które są bardzo bogate przyrodniczo.

Cały ten układ funkcjonowania rzeki jest niszczone przez zatrzymanie dwóch procesów decydujących o funkcjonowaniu doliny: erozji poprzecznej i wylewów. Wyprostowanie koryta zatrzymuje meandrowanie i zapobiega powstawaniu nowych starorzeczy (zróznicowanie rzeźby równie, rozlewiska itp.). Stare ulegają wypłyceniu i zaledowaceniu. Dla przykładu - szczeżuja wielka w takich warunkach szybko wyginie. Gatunek ten jest nastawiony na kolonizację w trakcie wylewów nowopowstałych starorzeczy. W przypadku ich braku, gatunek ten jest skazany na wymarcie. Podobnie ptaki wodno-błotne nie wykazują typowego dla ptaków przywiązania do miejsca. Ponieważ rozlewiska i inne obszary wodno-błotne, podobnie jak starorzecza podlegają sukcesji w kierunku lasu, obszary wodno-błotne muszą być ciągle przez rzekę odnawiane lub tworzone od początku poprzez erozję poprzeczną w różnych miejscach i co za tym idzie są corocznie kolonizowane przez ptaki na nowo.

Warto podkreślić, że podstawowe przyczyny prowadzenia regulacji rzek straciły swoje znaczenie. Głód ziemi do celów rolniczych już nie istnieje, a jak wskazują m.in. doświadczenia amerykańskie, ochrona przeciwpowodziowa w oparciu o budowle hydrotechniczne się nie opłaca. Z drugiej strony rośnie zapotrzebowanie społeczne na obszary naturalne, czyste środowisko i warunki dla odpoczynku. Istnieje zatem potrzeba wypracowania nowych zadań dla hydrotechniki, związanych z renaturyzacją i rekreacją.

WPŁYW BUDOWNICTWA WODNEGO NA PRZYRODĘ

1. Wstęp

Przez setki lat człowiek w walce z powodzią próbował ujarzmić rzeki. Wznosił obwałowania, regulował ich bieg i budował zapory. Przynosiło to określone korzyści gospodarcze w postaci udostępniania, kolejnych obszarów z wysokourodzajnymi glebami. Niosło to jednak również ze sobą zagrożenia dla środowiska i niejednokrotnie wzrost strat powodziowych. Kiedy dziś w krajach Unii Europejskiej realizuje się przyjazne środowisku programy ochrony przeciwpowodziowej, w Polsce wciąż skutecznie jest niszczone bezcenna przyroda dolin rzecznych w trakcie prowadzonych tradycyjnych robót hydrotechnicznych i melioracyjnych. W konsekwencji następuje dalsze zubożenie krajobrazu dolin rzecznych, a w ślad za tym zmniejszenie bioróżnorodności.

Żeby choć trochę uzmysłwić sobie jak duże zmiany nastąpiły w środowisku dolin rzecznych w Polsce, wystarczy przywołać wyniki badań stanu powierzchni zajmowanej przez lasy łęgowe. Otóż do dnia dzisiejszego, zachowało się ich w naszym kraju niecałe 5%, a w swej dojrzałej postaci około 1% (Tomiałojć L. 1993). Łęgi są zespołami charakterystycznymi właśnie dla dolin rzecznych i okresowo zalewanymi przez wody. W dolinach dużych i średnich rzek, z bogato rozwiniętą siecią odnóg, starorzeczy i wysp, występowały kiedyś wszystkie podstawowe pasma roślinności łęgowej. Najbliżej koryta rzeczno, w strefie długotrwałych zalewów, rozwijały zarośla wierzbowe i łęgi wierzbowo-topolowe, zaś w strefie krótkotrwałych zalewów łęgi wiązowe oraz ł. wiązowo-jesionowe. Na terenach otwartych niektórych dolin rzecznych, tam gdzie były sprzyjające, lokalne warunki klimatyczne i odpowiednia rzeźba terenu, funkcjonowały dodatkowo bezdrzewne torfowiska niskie.

Dziś w dolinach rzecznych pozostały jedynie fragmenty łęgów. Ponad 95% powierzchni lasów łęgowych zostało zredukowane w związku z rozwojem rolnictwa i regulacjami rzek. Tereny otwarte stanowią głównie suche łąki, pastwiska i pola orne. Coraz rzadziej spotykane są łąki podmokłe i torfowiska niskie. W miejscach łęgów wiązowo-jesionowych, nie licząc tych objętych ochroną prawną, pojawia się zazwyczaj gęsta sieć osadnicza. Pewna część z zachowanych łęgów, jeśli nie została do tej pory wycięta, to obecnie podlega gładowieniu. Także zamiast łęgów pojawiają się lasy dębowo-grabowe (lasy gładowe).

2. Regulacja rzek

Celem regulacji rzek jest zmiana naturalnych lub zbliżonych do naturalnych warunków przepływu wód w korycie i na terasie zalewowej. Obejmuje ona m.in. prostowanie biegu rzeki, zwężanie i pogłębianie koryta, tworzenie jednolitego przekroju poprzecznego i podłużnego koryta oraz usuwanie roślinności nadbrzeżnej. Spośród budowli wodnych służących realizacji powyższych zadań stosuje się zazwyczaj opaski kamienne oraz betonowe, ostrogi i tamy podłużne. Ujednoliceniu spadków i kształtu koryt rzecznych towarzyszy likwidacja wypłyceń, głębokich miejsc i wysp. W zakres prac regulacyjnych wchodzi często wycinka całych połaci lasów łęgowych, niwelacja terasy za pomocą ciężkiego sprzętu i niejednokrotnie melioracje odwadniające dolinę rzeczno. Tylko w latach 2000-2004 w Polsce wg GUS uregulowano prawie 2800 km rzek i potoków.

Likwidacja wysp i łąk w trakcie regulacji, pozbawia możliwości łęgów wielu gatunków ptaków, których biologia jest związana z korytami rzek. Już nawet, na stosunkowo niewielkich rzekach jak Soła, w jej korycie na rozległych, kamienistych plażach, lęgnie się największa w dolinie górnej Wisły populacja sieweczki rzecznej i brodzca piskliwego (Betleja J. 1999). Koryto Soły jest jednym z najważniejszych miejsc łęgowych tych gatunków w południowej Polsce. Z kolei na wyspach środkowej Wisły i jej dolnych dopływach: Pilicy, Bugu i Narwi, gniazduje 100% populacji kulona w Polsce, 95% mewy pospolitej, 75% rybitwy białoczelnej i ponad 50% rybitwy zwyczajnej, mewy czarnogłowej i sieweczki obrożnej (Nowicki W., Kot H. 1993).

Wyspy w nurtach dużych rzek mają szczególne znaczenie dla ptaków łęgowych. To z powodu ich obecności awifauna koryta środkowej Wisły i jej najbliższego otoczenia jest na tle europejskim unikatowym obiektem przyrodniczym, jednym z najcenniejszych w nizinnej części Polski, obok Puszczy Białowieskiej oraz Bagien Biebrzańskich (Tomiałojć L. 1993). W przypadku średnich rzek, wyspy mają największe znaczenie dla zachowania oraz funkcjonowania lokalnych i regionalnych populacji ptactwa. Usuwanie wysp może prowadzić więc do radykalnego zmniejszenia liczebności i różnorodności ornitofauny.

Dobrze obrazującym przypadkiem skutków usuwania wysp jest m.in. regulacja dwukilometrowego odcinka Wisły w Warszawie-Miedziszyn w km 498-500. Po regulacji tego fragmentu rzeki, zanikła największa kolonia mew śmieszek na środkowej Wiśle, licząca jeszcze w latach 80-tych około 1500 par. Ponadto ucierpiała druga-trzecia co do wielkości kolonia łęgowa rybitw zwyczajnych. Przed regulacją liczyła ona 100-110 par. W 1995 roku mewy śmieszki, rybitwy zwyczajne, jak również mewy pospolite, rybitwy białoczelne, brodźce piskliwie i sieweczki, gnieździły się na wyspach nieuregulowanej Wisły, powyżej km 498 (Nowicki W., Kot H. 1993).

Brzegi naturalnych rzek są podmywane przez wodę i tworzą się pionowe skarpy. Te zaś są miejscem łęgowym zimorodka i brzegówki. Zabudowa techniczna stromych brzegów lub ich niwelacja pozbawia te gatunki miejsc łęgowych, co prowadzi do ich drastycznej redukcji. Za przykład może posłużyć regulacja Wisły od Sandomierza do Puław w km 269-374. Doprowadziła ona do 2,5-krotnego zmniejszenia liczebności gniazdujących tam brzegówek (Nowicki W., Kot H. 1993). Innym drastycznym przykładem jest regulacja 750 m ujścia Stradomki i przyległych fragmentów koryta Raby w Małopolsce (red. Żelaziński J., Wawręty R. 2005), prowadzonej w 2001 roku. Jeszcze w 2000 roku występowało na tym obszarze 195 par brzegówek, w 2001 roku już tylko 70, a w 2003 roku ptaki te już całkowicie zaprzestały gniazdowania.

W wyniku zabudowy technicznej brzegów, zniszczeniu niejednokrotnie ulegają również kryjówki takich ssaków jak m.in. bóbr i wydra. Zwierzęta te wykopują w brzegach rzek nory z podwodnym wejściem i norę, w której samice rodzą młode. Za przykład mogą tu posłużyć roboty regulacyjne prowadzone w latach 2001-2003 nad potokiem Chechło i rzeką Stradomką (red. Żelaziński J., Wawręty R. 2005).

W trakcie zabudowy technicznej brzegów zazwyczaj usuwa się porastającą je roślinność. To z kolei, powoduje również likwidację miejsc łęgowych rzadkich gatunków ptaków, często zagrożonych w skali Europy. Występujące w strefie brzegowej zarosła wiklinowe wraz z objętymi przez nie przestrzeniami trawiastymi i niewielkimi starorzeczami, bywają miejscem łęgowym około 36 gatunków ptaków (Tomiałojć L. 1993). Osiem spośród nich jak: bączek, ślepowron, płaskonos, kureczka kropiatka, derkacz, podróżniczek, remiz oraz dziwonia, są gatunkami bardzo rzadkimi.

Ujednocianie dna koryt rzecznych wywiera szczególnie negatywny wpływ na ichtiofaunę. W czasie prac zanikają głębsze i spokojniejsze odcinki rzeki, siedliska o większej głębokości i powolnym przepływie oraz zmniejsza się baza pokarmowa. W zasadzie wszystkie roboty prowadzone w obrębie koryta, łącznie z usuwaniem nadbrzeżnej roślinności z korzeniami zanurzonymi w wodzie, mogą wpływać ujemnie na populację ryb, które wymagają tych siedlisk jako kryjówek, miejsc odpoczynku, tarlisk i żerowania.

Badania prowadzone nad uregulowaną Drwęcą, Bzurą, Pilicą i Wartą wykazały, że skład gatunkowy ryb użytkowych wprawdzie nie różni się istotnie od składu nieuregulowanej Biebrzy, jednak liczebność i masa osobników jest w nich mniejsza. Liczebność szczupaka, płoci, wzdregi i leszcza w rzekach uregulowanych jest o 28% mniejsza w porównaniu z ciekami nieregulowanymi (Witkowski J. 1995). Oczywiście na liczebność ryb będzie miała wpływ forma i zakres wykonywanych robót hydrotechnicznych. Im większy stopień przekształceń koryta rzeki, tym mniejsza liczebność i różnorodność gatunków ryb. Zmniejszenie rybostanu na skutek regulacji może wynieść nawet 95-97% (Żbikowski A., Żelazo J. 1993).

Innym dobrze udokumentowanym przypadkiem wpływu regulacji na ichtiofaunę jest również przykład Krztyni w zlewni Pilicy (red. Żelaziński J., Wawręty R. 2005). W 2003 roku prof. Tadeusz Penczak stwierdził, że niektóre odcinki Krztyni zostały na tyle dalece przekształcone w wyniku prac regulacyjnych, że nastąpiła zmiana różnorodności oraz ilości i biomasy ryb. Odcinki rzeki, które jeszcze do niedawna obfitowały w ryby o masie średnio 2-3 kg na 100 m linii brzegowej, po pracach regulacyjnych odławiano tylko w granicach 0,15-0,50 kg. Przy żadnej z prób nie napotkano na duże „wymiarowe” osobniki. Równocześnie nastąpił spadek bioróżnorodności ichtiofauny. W porównaniu do odcinków naturalnych różnorodność gatunkowa ryb została obniżona tu o 60-80%.

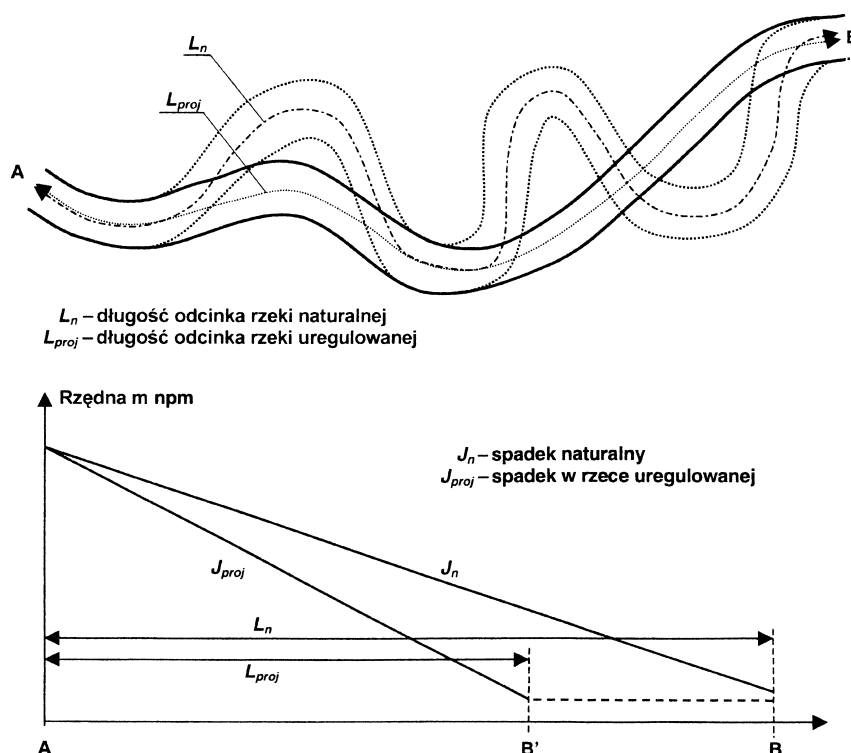
Niwelowanie terasy zalewowej oznacza w praktyce zniszczenie kolejnych siedlisk cennych roślin i zwierząt. Wycinane są wówczas prawie doszczętnie lasy łęgowe, zasypywane oczka wodne i starorzecza. Wycinka dużych powierzchni leśnych nad rzekami dotyczy głównie terenów międzywali, aczkolwiek zdarzają się również przypadki wycinki lasów nieobwałowanych. Takim przykładem jest zniszczenie ok. 50% powierzchni leśnej w 2002 roku nad potokiem Chechło w powiecie chrzanowskim (red. Żelaziński J., Wawręty R. 2005). W ślad za takimi pracami znikają kolejne, potencjalne miejsca gniazdowania ornitofauny.

W łęgach wierzbowo-topolowych, obok ptaków typowo leśnych gniazdują także gatunki żerujące na sąsiednich rozlewiskach i na samej rzece. Szacuje się, że pełna lista przedstawicieli awifauny związanej z tego typu lasami jest bliska około 80 gatunków. Na szczególną uwagę zasługuje grupa ptaków drapieżnych jak: bielik, rybołów, orlik grubodzioby, o. krzykliwy, kania czarna, k. ruda oraz grupa dzięciołów, łącznie z dzięciołem zielonym i ginącym dz. biało-grzbiętym. Natomiast w łęgach wiązowych i jesionowo-wiązowych nad Odrą, w ciągu tylko jednego roku wykazano gniazdowanie 41-49 gatunków (20 ha). Łączne zagęszczenie ptaków wyniosło 134-215 par łęgowych na 10 ha. Są to jedne z najwyższych wartości, jakie stwierdzono w lasach Europy Środkowej. Specyficzną cechą tych lasów jest wysoki udział dziuplaków, stanowiących 45-60% awifauny (Tomiałojć L., Profus P. 1977, Tomiałojć L. 1993). Łącznie ornitofauna lasów wiązowych i jesionowo-wiązowych oferuje możliwość łęgów dla 65-67 gatunków ptaków (Tomiałojć L. 1993).

Konsekwencje osuszania, niwelowania i zasypywania starorzeczy oraz oczek wodnych są szczególnie odczuwalne przez płazy, które mają dużo mniejszą mobilność niż ptaki. Małe zbiorniki wód powierzchniowych są dla nich miejscami rozrodu form dorosłych i rozwoju larw. Brak starorzeczy i oczek wodnych powoduje wymieranie płazów. Zdaniem herpetologów, liczba płazów bezogonowych, w szczególności ropuch, po 10 latach od zmeliorowania doliny rzecznej spada od kilku do kilkunastu razy, w zależności od gatunku (Witkowski J. 1995). Wycofywanie się płazów z kolei odbija się na wielkości populacji licznie występującego w dolinach rzecznych zaskrońca, dla którego stanowią one główną bazę pokarmową.

Przy okazji niszczenia starorzeczy giną również cenne gatunki roślin wodnych. Kotewka orzech wodny i grzybieńczyk wodny, których naturalne siedlisko stanowiły kiedyś starorzecza, zaliczane są dziś w Polsce wg Polskiej Czerwonej Księgi do gatunków krytycznie zagrożonych i narażonych. Obok starorzeczy, spotykane są one jeszcze na stawach rybnych. W latach 1870-2000 wyginęło 82% spośród 202 znanych stanowisk kotewki (Piórecki J. 1980, 2001). Za jedną z przyczyn wymierania tego gatunku uznaje się obniżenie poziomu wód oraz ograniczenie wylewów rzek na dużych powierzchniach w wyniku prowadzonych regulacji. Nawet już częściowe zmniejszenie lustra wody w starorzeczach powoduje wkraczanie do akwenu zespołów bagiennych, dotychczas usytuowanych w jego pasie przybrzeżnym i tym samym wyparcie kotewki. Podobnie wygląda sytuacja grzybieńczyka wodnego. Aktualnie jest on odnotowany jedynie na 50 stanowiskach w Polsce (Kłósowski S. 2001). Nie jest jednak znana aktualna kondycja tych siedlisk. Należy przypuszczać, że części z nich już nie ma.

Skutkiem dotychczasowych regulacji było w wielu przypadkach skrócenie długości biegu rzeki oraz zwężenie jej koryta. Przykładowo bieg Odry na terenie Polski w stosunku do swoich pierwotnych długości został zmniejszony o 16% (Janczak J. 1992). Wisłę pomiędzy Krakowem i Niepołomicami skrócono o 34%, a Wartę powyżej Poznania o około 30% (Winiecki A., Drabiński A. 1995), zaś Rabę pomiędzy Dobczycami a Gdowem skrócono o 15% i równocześnie zwężono jej koryto ze 140 do 60 m (Bojarski A. i in. 2005). W wyniku skrócenia odcinka rzeki następuje wzrost spadku podłużnego (Żelazo J., Popek Z. 2002). Początkowo na odcinku uregulowanym wzrasta erozja wgłębna i miejscami brzegowa, a następnie na skutek erozji wstecznej procesy te występują na nieuregulowanym odcinku górnym. Zapoczątkowanie erozji wgłębnej na rzece głównej prowadzi w konsekwencji do obniżenia bazy erozyjnej jej dopływów. Widoczne skutki postępującej erozji wgłębnej są obserwowane m.in. na Wiśle gdzie głębokość zwiększyła się o ok. 3 m (Winiecki A., Drabiński A. 1995). Problemy te dotyczą również karpaccich dopływów Wisły, gdzie w XX wieku nastąpiło obniżenie dna koryt od 1,3 do 3,8 m (Bojarski A. i in. 2005). Z postępującą erozją wgłębą obniża się poziom wody w korycie rzeczonym oraz poziom wód gruntowych.



Wpływ zmiany układu poziomego i skrócenia odcinka rzeki na spadek podłużny.
Źródło: Żelazo J, Popek Z. 2002. Podstawy renaturyzacji rzek. Wyd. SGGW, Warszawa

Zmiana dynamiki koryta i wód powierzchniowych na skutek zabudowy technicznej brzegów powoduje, że lasy łęgowe są coraz rzadziej zalewane przez wodę. Towarzyszące jej obniżenie poziomu wód gruntowych przyczynia się do zmniejszenia uwilgotnienia resztek płatów łęgów. Oba te zjawiska prowadzą do zmiany ich składu gatunkowego w kierunku lasów grądowych i nieuchronnego ustępowania z nich wielu specyficznych gatunków roślin oraz zwierząt.

3. Budowa zapór i stopni wodnych

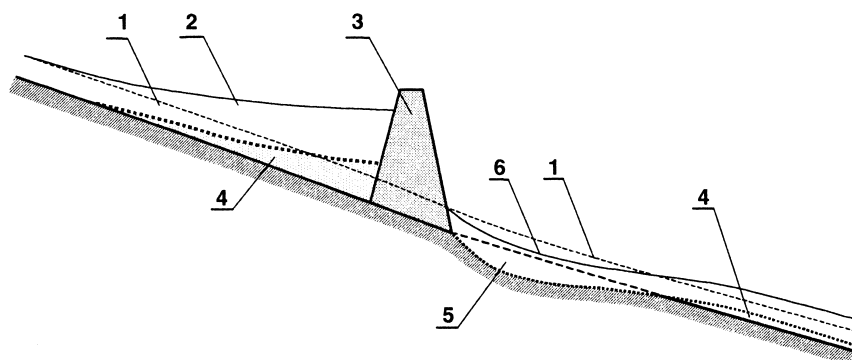
Oddziaływanie zapór oraz stopni wodnych na środowisko jest w większym stopniu negatywne niż pozytywne oraz w wielu przypadkach doprowadziło do nieodwracalnych strat gatunków i ekosystemów. Ich budowa powoduje zatopienie obszaru zbiornika oraz eliminuje rośliny lądowe i lasy na tym obszarze oraz wywołuje przemieszczanie się zwierząt.

Budowa sztucznych zbiorników powoduje przerwanie ciągłości rzeki. Powstaje w niej niemożliwa do przebycia dla ryb bariera. Skutki budowy zapór i stopni szczególnie odczuwają te gatunki, które wymagają złożenia tarła w górnych częściach rzek. Liczne jeszcze w latach 50-tych tarliska łososi, troci i cert na podkarpackich dopływach, uległy zmianom głównie na skutek zanieczyszczenia wód i budowy na nich zapór (Backiel T. 1993).

Zapora w Rożnowie na Dunajcu wraz ze zbiornikiem wyrównawczym w Czchowie miała wyraźnie szkodliwy wpływ na populację łososi i troci, które mimo przepławek nie mogły ich pokonać, aby dotrzeć do obserwowanych przedtem tarlisk powyżej Rożnowa. Szczególnie dramatyczny był efekt budowy w latach 1962-1970 stopnia wodnego we Włocławku na dolnej Wiśle. Od tego momentu zaczął się zanik połowów cert i troci na Wiśle (Backiel T. 1993). Nie docierały one powyżej, chociaż i ta budowla została wyposażona w przepławkę.

Również wcześniej, bo w latach 1954-1961, poprzez budowę 3 stopni na górnej Wiśle w obrębie Krakowa (stopnie Przewóz, Dąbie, Łączany) rybom wędrownym ograniczono dostęp do tarlisk znajdujących się na Skawie i Sole. W efekcie budowy zapór i stopni wodnych zmniejsza się więc różnorodność gatunków ichtiofauny. W obrębie samych zbiorników następuje wymiana gatunków ryb i zwierząt bezkręgowych charakterystycznych dla wód płynących, na gatunki związane z wodami stojącymi.

Poprzez budowę zapór i stopni wodnych następują również duże zmiany morfologiczne koryt rzecznych. Gdy powyżej sztucznych zbiorników następuje silna akumulacja osadów i niesionego rumoszu, poniżej odbywa się gwałtowny proces erozji dennej. Degradacja koryta prowadzi niejednokrotnie do zaniku plaż, wysepek i starorzeczy stanowiących siedliska rodzimych ryb oraz redukcji lub zaniku roślinności nadrzecznej, która dostarcza substancji odżywczych i siedlisk m.in. dla wodnej fauny, a w szczególności ptactwa wodnego.



Wpływ spiętrzenia rzeki na zmianę profilu podłużnego:

- 1 – położenie zwierciadła wody przed budową zbiornika, 2 – zwierciadło wody w zbiorniku, 3 – zapora,
- 4 – strefa akumulacji rumowiska, 5 – strefa erozji koryta, 6 – położenie zwierciadła wody na odcinku poniżej zapory.

Źródło: Żelazo J, Popek Z. 2002. Podstawy renaturyzacji rzek. Wyd. SGGW, Warszawa

Na przykład erozja poniżej zapory w Czańcu na Sole sięga obecnie 3 m. Także ponad 40-letnia eksploatacja stopnia wodnego w Brzegu nad Odrą spowodowała na 20-kilometrowym odcinku pomiędzy Brzegiem Dolnym, a Malczycami obniżenie rzędnych dna koryta (około 5 cm/rok). Analogicznie jak przy zabudowie hydrotechnicznej brzegów, w wyniku erozji dennej następuje obniżanie wód gruntowych. W przypadku wspomnianej Odry problem ten dotyczy około 2000 ha powierzchni (Pływaczyk L. 1995).

W celu uniknięcia zaszlamowania zbiorników przez niesiony przez rzekę osad i rumosze, wiele zbiorników retencyjnych przepłukuje się w określonych odstępach czasu. Wskutek tego, w korycie rzeczonym poniżej zapory gromadzą się w krótkim czasie ogromne ilości szlamu. Jeśli znajduje się w nim odpowiednia ilość substancji organicznych, to w rezultacie duże zużycie tlenu do ich rozłożenia może okazać się śmiertelne dla ryb (Engelhardt W. 1975).

Budowa zbiorników silnie zaburza reżim hydrologiczny rzek. Szczególnie w okresach suchych wydłuża się czas trwania niskich stanów wody. W ślad za tym zmniejsza się częstotliwość zalewania terasy, prowadząca do przesuszenia doliny.

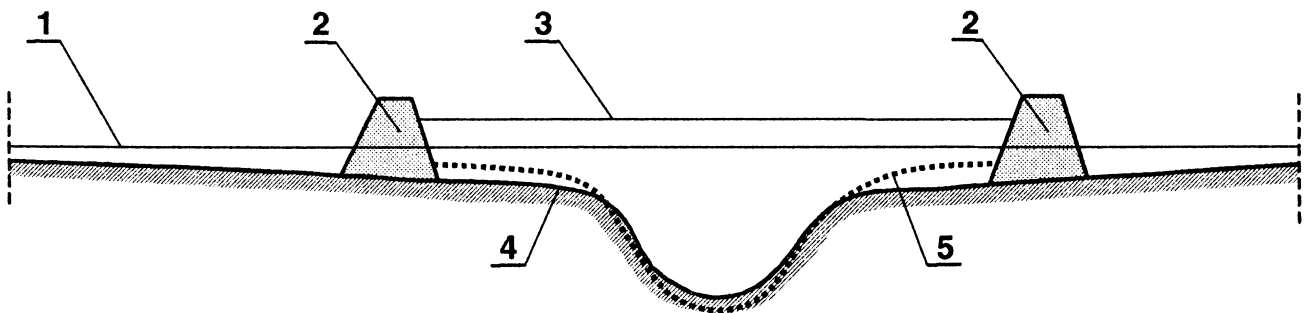
Natomiast powyżej zbiorników, w przypadku braku urządzeń pompujących, poziom wód gruntowych jest wyższy. W konsekwencji fitocenozy leśne zmieniają się w kierunku zespołów roślinnych charakterystycznych dla terenów podmokłych. W ślad za nimi następuje również wymiana fauny.

Budowa stopni czy zapór wodnych niejednokrotnie powoduje znaczące zmiany w składzie i liczebności ptaków. I tak utworzenie sztucznego Jeziora Włocławskiego spowodowało, że charakteryzuje się on dziś małą, w porównaniu z innymi odcinkami rzeki Wisły, liczebnością gatunków rzadkich i zagrożonych. Z terenu zbiornika praktycznie wycofała się sieweczka obrożna, kulon, brodziec piskliwy, rybitwa białoczarna, rybitwa rzeczna i nurogęś. Liczebność innych gatunków ptaków o podobnych wymaganiach siedliskowych wykazuje dalsze tendencje spadkowe (Kowalczewski A. 2001).

Bardzo istotnym problemem sztucznych zbiorników wodnych są wahania poziomu zwierciadła wody, które mogą dochodzić do 20 m. Są one powodem giniecia ikry i wymierania narybku (zwłaszcza trących się przy brzegach szczupaków i okoni). Również w czasie opadania wody, rośliny wodne głębszych stref zostają zbyt silnie wystawione na insolację, a rośliny warstw powierzchniowych usychają (Engelhardt W. 1975).

4. Budowa obwałowań

Konsekwencją budowy obwałowań jest zmniejszenie retencji dolinowej rzek. Odcięte od okresowych zalewów ekosystemy na zawalu szybko ulegają przesuszeniu. Przyspieszony w wyniku koncentracji wody jej przepływ powoduje w międzywalu niszczenie roślinności łąkowej i wzrost transportu rumowiska w korycie. Jednocześnie obszar międzywala często ulega podwyższeniu w wyniku akumulacji rumowiska, które w przypadku dolin nieobwałowanych może gromadzić się na większej powierzchni (Żelazo J, Popek Z. 2002). Skutki wnoszenia obwałowań zależą m.in. od odległości ich lokalizacji od nurtu rzeki, zakresu towarzyszących im robót (melioracje, wycinka drzew, niwelacje terenu itp.) oraz stopnia przekształcenia zastanego środowiska i jego podatności na antropopresję.



Wpływ obwałowania rzeki na zmianę przekroju poprzecznego koryta wód wielkich:

1 – poziom wody wielkiej w dolinie nieobwałowanej, 2 – wały przeciwpowodziowe, 3 – poziom wody wielkiej spiętrzonej w międzywale, 4 – pierwotny kształt przekroju poprzecznego, 5 – kształt przekroju po wykonaniu wałów.

Źródło: Żelazo J, Popek Z. 2002. *Podstawy renaturyzacji rzek*. Wyd. SGGW, Warszawa

Zupełnie nowym problemem ostatnich lat jest zagrożenie chemiczne spowodowane przez wykorzystywaną do budowy i modernizacji obwałowań skałę płonną. Jest ona odpadem powstającym przy wydobywaniu węgla. Wystawiona na działanie wód deszczowych, gruntowych i rzecznych powoduje zasolenie gleb na skutek wymywanych chlorków i zakwaszenie na skutek wyłukiwanych siarczanów. W czasie procesów zakwaszania środowiska uwolniony zostaje dodatkowy ładunek metali ciężkich takich jak np. cynk, molibden i selen towarzyszących siarczkom żelaza. Równocześnie do środowiska uwalniane są pierwiastki radioaktywne. W efekcie może nastąpić degeneracja ekosystemów nadrzecznych.

5. Podsumowanie

Reasumując należy stwierdzić, że regulacja rzek, budowa sztucznych zbiorników retencyjnych oraz obwałowań wpływają negatywnie na rozwój świata roślinnego i zwierzęcego. Przy czym oddziaływanie na środowisko biotyczne jest bezpośrednio lub pośrednio. Pierwsze ma miejsce wówczas, gdy poszczególne gatunki przyrody ożywionej giną na skutek kolizji z mechanicznym sprzętem lub materiałami stosowanymi w budownictwie wodnym. Drugie natomiast występuje, gdy niszczone są siedliska roślin i zwierząt oraz gdy w wyniku robót hydrotechnicznych zapoczątkowane zostają procesy geomorfologiczne i hydrologiczne prowadzące w końcowej fazie do zmian warunków życia flory i fauny. Pewne skutki tego oddziaływania można próbować naprawić poprzez renaturyzację dolin rzecznych. Dla przyrody jednak najlepszym rozwiązaniem jest unikanie robót hydrotechnicznych. Jeśli nie z uwagi na jej dobro, to z pobudek czysto materialnych i zdrowo rozsądkowych. Jaki sens ekonomiczny ma np. zabudowa brzegów na wysokości podmywanych pól uprawnych i pastwisk, skoro taniej jest je wykupić? Jaki sens ma odwadnianie terenów pod kątem ich uprawy, skoro i tak sporo ziemi w naszym kraju leży odłogiem?

Literatura

1. Backiel T. 1993. Ichtyofauna dużych rzek – trendy i możliwości ochrony. W: Tomiałojć L. (red.), Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
2. Betleja J. i in. 1999. Waloryzacja ornitologiczna w dolinie Soły od gminy Oświęcim do zapory w Czańcu. Ekspertyza na zlecenie Towarzystwa na rzecz Ziemi, Katowice-Oświęcim.
3. Bojarski A. i in. 2005. Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich. Ministerstwo Środowiska, Departament Zasobów Wodnych, Warszawa.
4. Engelhardt W. 1975. Wpływ budowli hydrotechnicznych na środowisko wodne. W: Buchwald K., Engelhardt W. (red.) Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody.
5. Janczak J. 1992. Odrzańskie archiwalia kartograficzne. W: Rzeki, tom I. Muzeum Śląskie Katowice.
6. Kłosowski S. 2001. *Nymphoides peltata* Grzybieńczyk wodny. W: Kaźmierczakowa R. i Zarzycki K. (red.) Polska Czerwona Księga Roślin. Instytut Ochrony Przyrody, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
7. Kowalczewski A. 2001 i in. Studium kompleksowego rozwiązania problemów stopnia i zbiornika Włocławek. Prognoza skutków społeczno-ekonomicznych i środowiskowych. WWF, Warszawa.
8. Nowicki W. i Kot H. 1993. Awifauna Wisły Środkowej i jej głównych dopływów – unikatowe wartości oraz warunki ich zachowania. W: Tomiałojć L. (red.), Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
9. Piórecki J. 1980. Kotewka-orzech wodny *Trapa natans* L. w Polsce. Rozmieszczenie, tempo zanikania stanowisk, użytkowanie i ochrona, biologia, ekologia i hodowla w warunkach półnaturalnych, badania eksperymentalne. Towarzystwo Przyjaciół Nauk w Przemyślu, Przemyśl. Biblioteka Przemyska, t. XIII.
10. Piórecki J. 2001. *Trapa natans* L. Kotewka orzech-wodny. W: Kaźmierczakowa R. i Zarzycki K. (red.) Polska Czerwona Księga Roślin. Instytut Ochrony Przyrody, Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.
11. Pływaczyk L. 1995. Mała retencja wodna i jej uwarunkowania techniczne. W: Tomiałojć L. (red.), Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
12. Tomiałojć L. 1993. Przyrodnicza wartość dużych rzek i ich dolin w Polsce w świetle badań ornitologicznych. W: Tomiałojć L. (red.) Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
13. Tomiałojć L. i Profus P. 1977. Comparative analysis of breeding bird communities in two parks of Wrocław and in an adjacent Quercus-Carpinetum forest. Acta Orn. 16.
14. Winiecki A i Drabiński A. 1995. Melioracje a ochrona przyrody – niezbędny kompromis. W: Tomiałojć L. (red.), Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
15. Witkowski J. 1995. Konsekwencje dotychczasowych melioracji wodnych dla fauny zwierząt kręgowych. W: Tomiałojć L. (red.), Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
16. Żelaziński J., Wawręty R. (red.) 2005. Ocena wybranych robót hydrotechnicznych finansowanych z pożyczki Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Towarzystwo na rzecz Ziemi i Polska Zielona Sieć, Oświęcim-Kraków.
17. Żelazo J, Poppek Z. 2002. Podstawy renaturyzacji rzek. Wyd. SGGW, Warszawa.

WPŁYW ZABUDOWY HYDROTECHNICZNEJ RZEK NA RYBY

1. Zamiast wstępu

Rzeka jest ekosystemem, który ulega ciągłym zmianom. Zmiany te zachodzą w miarę jak woda oddala się od źródeł, spływa ze zboczy w doliny, by w końcu dopłynąć do morza. Stopniowo zmieniają się warunki fizykochemiczne, a to wpływa na żywność rzeki. W rezultacie tego zmieniają się także zespoły żyjących w rzece ryb, bezkręgowców i innych organizmów. Zmiany te następują w sposób ciągły.

Ze względów praktycznych dzieli się rzekę na krainy rybne. Nazwa krain pochodzi od przewodniego gatunku ryb, uważanego za najbardziej typowy dla danego odcinka rzeki. Zaczynając od górnego biegu mamy w rzece krainę pstrąga (czasami dzieloną dodatkowo na górną i dolną), lipienia, brzany, leszcza, a w przypadku rzek uchodzących bezpośrednio do morza także krainę jazgarza i flądry. Pełny zestaw krain występuje tylko w dużych rzekach, których źródła są w górach i które uchodzą do morza lub dużej, nizinnej rzeki. W większości rzek o powierzchni zlewni rzędu 3-4 tys. km² (większych rzek, o zlewni ponad 10 tys. km² jest w Polsce niewiele) z reguły występują tylko 2-3 krainy rybne. Głównymi czynnikami warunkującymi występowanie w poszczególnych krainach typowych dla nich gatunków są spadek terenu i temperatura wody oraz charakter koryta rzeki i struktura dna. Trzy pierwsze krainy (obie krainy pstrąga i kraina lipienia) nazywane są ritronem („strumieniową” częścią rzeki), natomiast pozostałe potamonem.

Problem antropogenicznych przekształceń środowiska przyrodniczego w szczególności sposób odnosi się do rzek. Kilka lat temu zwrócono uwagę na fakt, że mimo iż większość naszych rzek prowadzi coraz mniej zanieczyszczoną wodę, sytuacja rybostanu nie ulega spodziewanej poprawie (Błachuta i Witkowski 1997, Penczak i in. 1998). Dotyczy to głównie gatunków ryb typowo rzecznych czyli takich, które związane są z środowiskiem wód biejących. Przyczyną tego stanu są hydrotechniczne przekształcenia naszych rzek – przede wszystkim przegrody poprzeczne, uniemożliwiające rybnom swobodne przemieszczanie się oraz regulacje koryt rzecznych, które prowadzą do przekształcenia struktury dna oraz ograniczenia liczby kryjówek. Kiedy rzeka przestaje być dla ryb drożna i nie mają one możliwości swobodnego przemieszczania się, naturalny układ zespołów ryb zostaje zakłócony. Powyżej przegród pojawiają się lenityczne (to znaczy takie, w których woda płynie powoli) odcinki, w których duże zagęszczenia osiągają gatunki stagnofilne, czyli typowe dla jezior lub nizinnych rzek o powolnym nurcie. Gatunki stagnofilne (leszcze, okonie, krąpie, itp.) wypierają gatunki typowo rzeczne (pstrągi, lipienie, brzany, klenie itp.) w krótkie odcinki bystrzyn. Przekształcenia struktury dna prowadzą do ograniczenia możliwości rozrodu ryb rzecznych, które w większości rozradzają się na dnie zbudowanym z niewielkich kamieni i żwiru.

Tabela. 1. Charakterystyka odcinków rzek (krain rybnych) oraz przewodnie i towarzyszące gatunki ryb w poszczególnych krainach

Cecha	KRAINA				
	Pstrąga Epi-, Metaritrton	Lipienia Hyporitrton	Brzany Epiptomon	Leszcza Metapotamon	Jazgarza i flądry Hypopotamon
Spadek	Duży	Duży, średni	Średni	Mały	Bardzo mały
Prąd	Bardzo szybki	Szybki	Średni	Wolny	Bardzo wolny
Przepływ	Mały	Średni	Duży	Bardzo duży	Bardzo duży
Struktura dna	Kamienie, gruby żwir	Gruby żwir	Żwir, gruby piasek	Piasek	Piasek, muł
Temperatura	Do 10 °C	Do 15 °C	Do 18 °C	20 °C i więcej	20 °C i więcej
Gatunek przewodni	Pstrąg potokowy	Lipień	Brzana	Leszcz	Jazgarz i flądra
Gatunki towarzyszące	Głowacz pędogłowy i/lub głowacz białołety, strzebla potokowa, śluz, minóg strumieniowy	Pstrąg potokowy, głowacica, świnka, jelec, kień, miętus, piekielnica, kielb, brzana	Lipień, jelec, bołoń, jaź, kień, płoć, okoń, sandacz, jazgarz	Krap, płoć, wzdregga, kień, szczupak, karaś, sum, węgorz, lin	Ciernik, stynka, niektóre ryby morskie
Gatunki anadromiczne	Tarłiska lososia i troci	Tarłiska certy Tranzyt dla lososia i troci	Tranzyt dla lososia, troci i certy	Tranzyt dla lososia, troci i certy	Tranzyt dla lososia, troci i certy

2. Po co wędrują ryby?

Gatunki ryb nie odbywające wędrówek, przebywające przez całe życie w krótkim odcinku rzeki są nieliczne. Do takich ryb można zaliczyć oba głowacze – pręgopłetwego i białopłetwego. Jednak zdecydowana większość gatunków ryb odbywa wędrówki, krótkie – w obrębie jednej niewielkiej rzeki, dłuższe – z dużej rzeki do jej dopływów lub nawet bardzo długie – z morza aż do źródłowych, górskich potoków. Najważniejszą przyczyną podejmowania wędrówek jest potrzeba odbycia tarła. Taki jest powód długodystansowych wędrówek łososi, troci i certy z morskich żerowisk na tarliska w górnych biegach rzek. Również spektakularna wędrówka węgorzy z rzek do Morza Sargassowego wynika z konieczności odbycia rozrodu. Są jednak także inne przyczyny migracji. Wędrówki mogą być podyktowane potrzebą znalezienia żerowisk, optymalnej temperatury, głębokiej wody, zapewniającej bezpieczeństwo czy wreszcie koniecznością powrotu po przypadkowym zniesieniu w dół rzeki przez wody powodziowe.

Wędrówki ryb mogą być bierne i czynne. W wędrówkach biernych ryby wykorzystują prąd wody. Ten mechanizm przemieszczania dotyczy głównie najmłodszych stadiów czyli ikry i wylęgu (Balon & Havlena 1964, Schmidt 1923, Bless 1992). Wędrówki czynne polegają na tym, że ryby przemieszczają się samodzielnie: z prądem wody lub przeciw prądowi wody (Bartel i Bontemps 1989, Bontemps 1969). Efektem wędrówki może być grupowanie ryb – wówczas są to wędrówki koncentrujące, lub ich rozproszenie – wtedy są to wędrówki dyspersyjne (Bless 1992, Bontemps 1969).

Większość wędrówek tarłowych, nazywanych też ciągami tarłowymi, to wędrówki koncentrujące. Najbardziej znane są anadromiczne (z morza do rzeki) ciągi tarłowe łososi, troci i certy oraz katadromiczne (z rzek do morza) węgorzy. Anadromiczna wędrówka narybku węgorzy jest w początkowej fazie również wędrówką koncentrującą. Takimi wędrówkami są też poszukiwania przez leszcze, sumy lub płocie dogodnych zimowisk. Wędrówki dyspersyjne ryby podejmują najczęściej w poszukiwaniu dogodnych miejsc do żerowania. Bardzo duże znaczenie dla ryb mają wędrówki kompensacyjne oraz losowe. Podejmowane są one w następstwie nagłych przyborów porywających ryby z prądem wody – w dół rzeki (wędrówki kompensacyjne) lub przy pogorszeniu się warunków środowiskowych w stopniu zagrażającym życiu ryb (wędrówki losowe).

Anadromiczne łososiowate (łosos *Salmo salar* i troć *Salmo trutta trutta*) to rekordziści w długości wędrówki. Dorastają w morzu, przy czym nasze trocie zazwyczaj nie opuszczają Bałtyku, natomiast łososiom wędrują po północnozachodnim Atlantyku. W morzu rosną bardzo szybko, po trzech, czterech latach pobytu w słonej wodzie mają od 4 do 12 kg. Na rozród wędrują w górę rzek. Obecnie stada tarłowe wędrują tylko do morenowych rzek Pomorza – przede wszystkim do Drawy, Iny, Regi, Parsęty, Wieprzy, Łeby, Stupii. Ich celem nie są główne rzeki, ale przyźródłowe odcinki ich dopływów. W przeszłości stada wiślane wędrowały do górskich dopływów rzek karpackich – Dunajca, Raby, Soły i Skawy, natomiast odrzańskie do dopływów Opawicy, Morawicy, Nysy Kłodzkiej, Bystrzycy, Kaczawy, Bobru i Nysy Łużyckiej.

Łososiowate składają ikrę późną jesienią na kamienisto-żwirowych bystrzach niewielkich strumieni. Rozwój ikry trwa przez całą zimę, narybek wylęga się tuż przed nastaniem wysokich stanów wód spowodowanych topnieniem śniegu. Przez co najmniej rok narybek przebywa w strumieniach tarliskowych, w miarę zwiększania swej długości stopniowo przenosząc się w niższe i głębsze odcinki. Po dwu latach, kiedy młode łososi i trocie mają około 25 cm zmieniają ubarwienie (stają się srebrzyste) i zaczynają spływać do morza. Wędrówka do morza z rzek sudeckich i karpackich trwała kilka tygodni. Po kilku latach spędzonych w morzu cykl się zamyka i dojrzałe do rozrodu ryby ponownie wędrują do rzek.

Certa *Vimba vimba* ma mniejszy zasięg wędrówki, mimo to wśród ryb karpiowatych jest rekordzistką. Tarliska wiślanego stada certy w środkowym biegu Sanu od morza dzielił dystans ponad 800 km. W odróżnieniu od łososiowatych certy trą się w dużych rzekach, w tych ich odcinkach, gdzie dno jest żwirowe. Tarło odbywają późną wiosną, a do morza zaczynają spływać jesienią tego samego roku. W morzu nie oddalają się od słonawych ujść rzek.

Zarówno trocie jak i certy mają oprócz form anadromicznych także formy potamodromiczne. Nie wędrującą do morza formą troci jest pstrąg potokowy *Salmo trutta fario*. Nie wędrująca forma certy nie ma osobnej nazwy. Tak u troci jak i u certy potamodromiczne formy mają znacznie mniejsze rozmiary ciała od form anadromicznych. Z tego powodu ich znaczenie gospodarcze jest nieznaczne.

Wędrówki nabierają znaczenia wtedy, kiedy w rzece lub jej odcinku na skutek jakiejś przyczyny dochodzi do masowych śnięć ryb. Dzięki zdolności migrowania i łatwości podejmowania wędrówek przez większość gatunków ryb, nasze rzeki nie są ichtiologiczną pustynią. Jeszcze na początku lat 80-tych jakość wody w Bobrze była tak zła, że w jego górskim odcinku od zbiornika Pilchowice, aż do Lwówka Śląskiego w ogóle nie było ryb. Kiedy jakość wód uległa poprawie Bóbr w krótkim czasie został zasiedlony przez ryby, które czynnie (pstrąg potokowy) lub biernie (śliz, strzebla potokowa, kiełb) przywędrowały z dopływów. Jednak trzeba było prawie 20 lat i niespotykanej powodzi (1997), żeby z dopływów do Bobru zawędrowały głowacze białopłetwe.

Najważniejsze wnioski z tych krótkich rozważań:

- Ryby odbywają wędrówki długodystansowe – anadromiczne (z morza do rzek) i katadromiczne (z rzek do morza) oraz średnio- i krótkodystansowe, potamodromiczne (w obrębie jednej rzeki lub nawet tylko jej odcinka).
- Wędrówki mogą być koncentracyjne (najczęściej dla odbycia tarła lub w poszukiwaniu zimowisk) oraz dyspersyjne (najczęściej dla znalezienia żerowisk lub w celu uniknięcia konkurencji).

3. W różności siła

Gdyby w każdym odcinku rzeki panowały jednakowe identyczne warunki, ryby z pewnością nie podejmowałyby wędrówek. W rzeczywistości tak nie jest. Każdy fragment rzeki składa się z mozaiki siedlisk, z których ryby korzystają w różnych celach, na różnych etapach swojego życia i w różnych porach roku. W profilu podłużnym rzeki występują naprzemiennie bystrza i plosa. Ta sekwencja najwyraźniej zaznacza się w rzekach krainy pstrąga, lipienia i brzany. W rzekach krainy leszcza może być trudna do zaobserwowania. W najniższym biegu rzeki – krainie jazgarza i flądry, bystrza i plosa nie występują.

Strukturalne zróżnicowanie dna wynikające z sekwencji bystrzy i plos (przegłębień) w rzekach żywoodnych bardzo precyzyjnie zostało opisane w „Zasadach dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich” (Bojarski i in. 2005). Można tam odnaleźć fragment, który jest właściwie kluczem do zrozumienia oddziaływań hydrotechnicznych na rzekę:

„W obrębie bystrza lokalny spadek dna cieku jest większy od średniego spadku cieku, wyznaczonego przez połączenie punktów znajdujących się na koronie kolejnych bystrzy. Lokalny spadek w obrębie przegłębienia jest natomiast mniejszy od średniego spadku cieku, zaś w dolnej części przegłębienia możliwe jest występowanie przeciwnego spadku dna. Do tego zróżnicowania dna nawiązuje spadek zwierciadła wody przy niskich i średnich stanach – w przegłębieniach zwierciadło ma niewielki, a niekiedy nawet zbliżony do zerowego spadek, natomiast na bystrzach ustala się duży spadek zwierciadła wody. Przy wzrastających stanach wody to zróżnicowanie spadku zwierciadła pomiędzy bystrzami i przegłębieniami zmniejsza się, aż wreszcie przy stanie pełnokorytowym lub zbliżonym do niego spadek zwierciadła wody staje się równoległy do średniego spadku cieku.

W strefie bystrzy dno wyścielone jest najgrubszym materiałem obecnym w dnie cieku, co powoduje dużą szorstkość dna. Przepływ ponad bystrzem cechuje niewielka głębokość oraz duża prędkość przepływu. Piętrzenie wody na koronach bystrzy jest natomiast przyczyną powolnego przepływu wody w przegłębieniach. W przegłębieniach dno cieku wyścielone jest stosunkowo drobnym materiałem warunkującym niską szorstkość dna.”

Najgłębsze części odcinków plos oferują kryjówki dorosłym rybom z gatunków osiagających duże rozmiary. Przybrzeżne płycizny są miejscem żerowania narybku, który na płytkiej wodzie jest niedostępny dla ryb drapieżnych. Latem bystrza są żerowiskami dorosłych ryb. W okresie rozrodu są tarliskami dla ryb z litofilnej grupy rozrodzkiej (odbywających tarło na niewielkich kamieniach i grubym żwirze). Głębokie plosa o słabym prądzie są zimowiskami. Każdy fragment rzeki jest wykorzystywany inaczej. Bez któregoś z nich komfort bytowania ryb się pogorszy. Ważne są także wody „dodatkowe” – dopływy, w których wiele gatunków odbywa tarło, a także kontaktujące się z rzeką starorzecza, które o ile są odpowiednio głębokie, zapewniają doskonałe zimowiska oraz schronienie przed gwałtownymi wezbrzeniami. Zachowanie naturalnego zróżnicowania rzecznych siedlisk oraz utrzymanie swobodnego dostępu do nich jest warunkiem występowania zróżnicowanego i obfitego rybostanu.

4. Zabudowa hydrotechniczna

Zabudowa hydrotechniczna najczęściej jest utożsamiana z przegrodami poprzecznymi, całkowicie rozcinającymi drożność rzek. To także skracanie trasy koryt rzecznych oraz zabudowa brzegów. Jednak najgroźniejsze skutki powodują przegrody poprzeczne.

4.1. Zabudowa brzegów

Zabudowa brzegów jest czasami najprostszym sposobem zabezpieczenia brzegów przed erozją. Jeżeli nie wiąże się z prostowaniem biegu rzeki, nadmiernym zawężeniem koryta i całkowitą przebudową jego profilu poprzecznego, po kilku latach jej negatywne oddziaływanie na rybostan może być niewielkie. Po przejściu kilku dużych wezbrań następuje segregacja rumoszu, powstają odcinki bystrzy i plos, dno się różnicuje. Warunki dla ryb nie są idealne, ale też nie są bardzo złe. Warunek – zabudowa nie obejmuje całej długości rzeki. Kiedy większość biegu strumienia jest zabudowana, brakuje w nim kryjówek dla dorosłych ryb z gatunków osiagających duże rozmiary. W rzekach górskich dochodzi wtedy do nadmiernego zagęszczenia ryb o małych rozmiarach i stosunkowo dużej płodności – strzebli potokowych, ślizów i kiełbi, które wygrywają konkurencję z pstrągami (płodność samic pstrągów jest bardzo mała, 30-centymetrowa ryba składa zaledwie 300-400 ziaren ikry).

W skrajnych przypadkach zabudowane i wyprostowane rzeki mogą w ogóle przestać być środowiskiem dla ryb (takim przykładem są betonowe żłoby). Przy złym ukształtowaniu koryta, dno rzeki podlega unifikacji i staje się jednorodne. Przy nadmiernym depozycie materiału drobnopiękistego rzeka wymaga stałego czyszczenia. Czyszczenie z kolei może być bezpośrednią przyczyną śmierci ryb (zawiesina, inne substancje szkodliwe uruchomione z osadów dennych) lub też przyczynić się do ograniczenia bazy pokarmowej ryb (zniszczenie zespołu makrobezkręgowców).

W sytuacjach kiedy zabudowa brzegów jest niezbędna (dotyczy to bezpośredniego zagrożenia obiektów budowlanych podmyciem) zmniejszanie strat na rybostan można osiągnąć poprzez:

- Maksymalne skrócenie przeznaczonego do zabudowy odcinka.
- Zachowanie naturalnej krętości koryta.
- Zachowanie odpowiedniej szerokości zabudowy.
- Tam, gdzie to możliwe stosowanie zabudowy jednostronnej.
- Przeprowadzanie prac w odpowiednim okresie (różnym w zależności od lokalnych warunków), pod nadzorem ichtiologów.

4.2. Przegrody poprzeczne

Przegrody poprzeczne wykonuje się w różnych celach. Mają też one różne oddziaływanie. Bardzo często, szczególnie w rzekach żwirowatych stosuje się je dla stabilizacji koryta i są one prostymi progami, o różnej wysokości. Dobrze zaprojektowany próg w zasadzie nie stanowi (jako obiekt) zagrożenia dla ryb. Przykładem są progi wykonane w formie naturalnych bystrotoków. Takie progi nawet przy niskich stanach wody umożliwiają swobodną migrację ryb i bezkręgowców.

Z reguły jednak nawet progi stabilizujące koryto są znaczącym utrudnieniem dla wędrówek ryb. W dodatku przyczyniają się do zwiększenia powierzchni wód stagnujących, o znacznie wolniejszym nurcie niż średni nurt odcinków niezabudowanych. Prowadzi to do wzrostu liczebności gatunków wszędobylskich (płoc, okoń, szczupak), a jeżeli w zlewni rzeki są hodowle stawowe, to nawet gatunków typowych dla wód stojących (karaś, karaś srebrzysty, lin, wzdregę).

Największe negatywne skutki dla ichtiofauny powodują przegrody zbiorników zaporowych. Zbiorniki zaporowe stają się (po krótszym lub dłuższym czasie) siedliskiem dla ryb krainy leszcza, przy czym zespół dodatkowo wzbogaca się o gatunki typowe dla wód stojących. W krótkim czasie następuje ekspansja zbiornikowych ryb (przede wszystkim okonia i leszcza) w górę rzeki. Prężne wszędobylskie gatunki wypierają ryby rzeczne, a w przypadku niekorzystnych dla siebie warunków (wezbrania, pokrywa lodowa, niżówki) zawsze mogą znaleźć schronienie w zbiorniku. Wysokie zapory zbiorników z reguły nie mają przepławek lub są wyposażone w przepławki nieodpowiednio funkcjonujące. Straty w rybołówstwie spowodowane zaporami zbiorników najłatwiej wykazać (tab. 2) na przykładzie połowów rybackich troci i certy poniżej i powyżej zapory we Włocławku, która od 1968 roku przegrodziła Wisłę (Wiśniewski 2001).

Tabela 2. Spadek wielkości rybackich odłowów troci i certy spowodowany przez zaporę we Włocławku

Lata	Troć	Certa
Poniżej zapory		
Do roku 1968	33,5 ton	153,1 ton
Po roku 1968	12,9	35,6 ton (1968-1977) 7,9 ton (1978-1987)
Powyżej zapory		
Do roku 1968	14,7 ton	10,8 ton
Po roku 1968	0,0 tony	0,1 tony

Dużym zagrożeniem dla ryb spływających w dół rzeki są elektrownie wodne (Bartel i Bontemps 1989, Bartel i in. 1996, 1998, Juszczyk 1951). Ryby wpływają do komory turbin, gdzie są zabijane lub kaleczone przez obracające się łopatki turbin. W pomorskich rzekach doświadczalnie stwierdzono, że w zależności od wysokości piętrzenia i typu turbiny w stanie nieuszkodzonym przechodziło przez turbiny od 40 do 87% ryb (Bieniarz i Epler

1977). Spośród ryb przechodzących przez turbiny elektrowni Zbiornika Rożnowskiego, uszkodzonych było od 16 do 46% osobników (Juszczak 1951). Szczególnie zagrożone niszczeniem przez turbiny są spływające na tarło dorosłe węgorze, które ze względu na swą długość uszkodzane są prawie w 100% (Lundbeck 1927). Kolejne negatywne skutki elektrowni wodnych wiążą się ze zmianą reżimu przepływu poniżej elektrowni. Większość elektrowni wodnych pracuje pulsacyjnie, w okresie produkcji prądu przepływ jest znacznie większy niż średniodobowy, poza tym okresem znacznie mniejszy. Zwabione pod wylot z turbin ryby, usiłujące przedostać się powyżej zapory, po zaprzestaniu produkcji energii elektrycznej zostają w płytkiej, prawie stojącej wodzie, gdzie albo zdychają z powodu wyczerpania zasobów tlenu w wodzie, albo są wyklusowane. Szczególnie dotkliwe jest działanie elektrowni umieszczonych na długich kanałach derywacyjnych. W okresie pracy elektrowni właściwym korytem rzeki (czasami długości kilku kilometrów) w ogóle nie płynie woda. Zagrożenie dla ryb stanowi także konieczność remontu elektrowni lub usunięcia osadów, wypełniających dno zbiornika zaporowego. Spuszczanie zbiornika, aż do pojemności martwej zawsze powoduje przedostawanie się do rzeki poniżej nadmiernej ilości zawiesiny, łatwo rozkładalnych związków organicznych (powodują deficyty tlenu), a niekiedy także substancji szkodliwych lub toksycznych.

Negatywne oddziaływanie przegród poprzecznych na rybostan można zmniejszyć poprzez:

- Projektowanie nowych progów, o ile są konieczne, w formie bystrotoków.
- Tam, gdzie to możliwe przebudowa starych progów na bystrotoki.
- Wyznaczenie elektrowniom z kanałami derywacyjnymi przepływów nienaruszalnych, odprowadzanych do koryta rzeki.
- Zakaz pracy elektrowni bez zbiorników wyrównawczych na przepływie większym od średniodobowego i zakaz wstrzymywania przepływu poniżej średniodobowego.
- Ustalenie dla zbiorników wyrównawczych priorytetu łągodzenia wahań przepływu.

Przy wyliczaniu możliwości minimalizowania negatywnych oddziaływań przegród poprzecznych, celowo pominięto urządzenia służące do migracji ryb, którym poświęcono ostatni rozdział.

5. Mit przepławek

Według polskiego prawodawstwa, każda przegroda poprzeczna powinna być wyposażona w urządzenia służące do migracji ryb (najczęściej są to przepławki). Odstępstwo dopuszczalne jest tylko wtedy, kiedy pozwalają na nie lokalne warunki. Obecnie z reguły nie buduje się przepławki, kiedy średnie przepływy przegrodzonej rzeki są mniejsze od $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$, czyli w rzece płynie mniej wody, niż wynosi minimalny wydatek przepławki.

Bojarski i in. 2005 wyróżniają następujące rodzaje urządzeń służących do migracji ryb:

- Poprzeczne budowle hydrotechniczne naśladowujące warunki naturalne, budowane na całej szerokości dna. Urządzenia takie zapewniają pełną biologiczną ciągłość rzeki. Są najlepszym sposobem zapewnienia swobodnej migracji zarówno w górę, jak i w dół cieku.
- Urządzenia naśladowujące warunki naturalne przy budowlach hydrotechnicznych. Zastępują one dawne przepławki komorowe lub szczelinowe. Są wykonane z materiału naturalnego, chociaż najczęściej są umocnione betonem. Są dobrym sposobem zapewnienia migracji ryb w górę rzeki. Dla zapewnienia migracji w dół cieku z reguły muszą być wspomagane przez inne urządzenia, np. elektryczne.
- Urządzenia techniczne – przepławki tradycyjne – są długimi rynnami betonowymi o geometrycznych kształtach ścian, przegród i otworów przelewowych. Obecnie najczęściej się buduje przepławki szczelinowe (na dużych rzekach) lub komorowe. Ułatwiają migrację w górę cieku, w dół muszą być wspomagane.
- Urządzenia techniczne – śluzy, windy – są stosowane przy obiektach o dużej wysokości piętrzenia (powyżej 15 m). Służą wyłącznie do migracji w górę rzeki.
- Urządzenia do migracji ryb w dół rzeki – przelewy stokowe – są budowane na obiektach powyżej 15 m.

Aby urządzenie służące do migracji ryb sprawnie funkcjonowało, musi mieć odpowiednią średnią prędkość wody. Dla ryb łososiowatych (łosoś, troć, pstrąg, głowacica) i lipienia nie może ona być większa niż $2,0 \text{ m/s}$. Dla reofilnych (czyli prądolubnych albo inaczej rzecznych) karpiowatych (brzana i brzanka, kleń, jelec, świnka, certa, boleń i jaź) nie większa niż $1,5 \text{ m/s}$, natomiast dla pozostałych ryb nie większa niż $1,0 \text{ m/s}$. Właściwie zaprojektowana przepławka powinna mieć takie rozkłady prędkości wody, by przynajmniej w jej niektórych miejscach nie przekraczała ona $0,4 \text{ m/s}$. Taka prędkość przepływu umożliwia wędrówkę stadiom młodocianym oraz gatunkom o małych rozmiarach ciała.

Nawet idealnie zaprojektowane i sprawnie funkcjonujące urządzenia służące do migracji ryb nie przywracają pełnej ciągłości biologicznej przegrodzonym rzekom (za wyjątkiem poprzecznych budowli hydrotechnicznych na-

śladujących warunki naturalne). Praktyka pokazuje, że tylko anadromiczne łososiowate z krótkim okresem postoju pokonują przeszkodę prawie w 100% i to tylko przy sprawnym funkcjonowaniu urządzenia. Inne ryby często się gromadzą przed przeszkodą, ale tylko część z nich jest w stanie skorzystać z urządzenia. Praktycznie żadne urządzenia (znowu za wyjątkiem ww.) nie zabezpieczają bezpiecznego spływania narybku. Ryby częściej wybierają drogę przez inne urządzenia wykorzystujące wodę, zwłaszcza gdy przepływ przez nie jest znacząco wyższy. Z tego powodu konieczne jest stosowanie rozmaitych rozwiązań, by naprowadzić ryby na wejście do urządzenia.

Powyższe problemy dotyczą, co jeszcze raz warto podkreślić, dobrze zaprojektowanych i właściwie funkcjonujących urządzeń. Pospolita bolączką w Polsce jest to, że nawet obecnie projektuje się je źle. Przepławki są lokalizowane przy przeciwnych do wylotu z elektrowni brzegach, przy wewnętrznych, wypukłych brzegach na łukach lub w innych, często zupełnie przypadkowych miejscach. Nawet dobrze zaprojektowane i wykonane urządzenia mogą nie spełniać (i często nie spełniają) swej roli, bo są źle obsługiwane. Nie są czyszczone (najczęstsze u nas przepławki komorowe muszą być regularnie czyszczone). Często dla zabezpieczenia ryb przed kłusownikami są zamykane od góry ograniczającą światło kratą. Do tego na małych rzekach dochodzi konflikt między potrzebami elektrowni wodnych (maksymalny przepływ na turbiny) a wydatkiem wody na przepławkę. Wędrowniki anadromicznych łososiowatych przypadają na jesień, kiedy w rzekach jest niewiele wody. Przy braku instytucjonalnej kontroli, przepławka funkcjonuje od czasu do czasu, a nie wtedy, kiedy jest to najbardziej potrzebne.

KORZYŚCI Z POPRAWY STANU WÓD				
(najprostszy scenariusz – przeciętny wędkarz dwukrotnie częściej odwiedza łowiska dolnośląskie)				
	aktualnie – 11 dni		po poprawie stanu wód – 22 dni	
	mln zł	mln €	mln zł	mln €
Wartość złowionych ryb	8,350	2,09	16,700	4,18
Stałe koszty	20,790	5,20	41,580	10,40
Koszty ponoszone rządziej	12,600	3,15	12,600	3,15
RAZEM	41,740	10,44	70,880	17,73
PRZYROST po poprawie stanu wód			29,140	7,29

Literatura

- Balon E. K., Havlena F., 1964. Studien über die Ichthyofauna des tschechoslovakische Donau-Abschnittes. Arch. Hydr. Suppl., 27: 325-364.
- Bartel R., Bieniarz K., Epler P., 1996. Przechodzenie ryb przez turbinę elektrowni Kamienna na rzece Drawie. Roczn. Nauk. PZW, 9: 23-28.
- Bartel R., Bieniarz K., Epler P., 1998. Przechodzenie ryb przez turbinę elektrowni wodnej na rzece Wieprzy w Darłowie. Roczn. Nauk. PZW, 11: 87-90.
- Bartel R., Bontemps S., 1989. Przechodzenie smoltów troci (*Salmo trutta* L.) przez zaporę na Wiśle we Włocławku. Roczn. Nauk. PZW, 2: 7-14.
- Bieniarz K., Epler P., 1977. Przechodzenie ryb przez turbiny elektrowni wodnych w Polsce. Gosp. Ryb. 3: 12-13.
- Bless R., 1992. Einsichten in die Ökologie der Elritze (*Phoxinus phoxinus* L.). Praktische Grundlagen zum Schutz einer gefährdeten Fischart. Scht.-Reihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz. 35, s. 68.
- Błachuta J., Witkowski A., 1997: Problemy gospodarki wędkarskiej w rzekach. W: T. Backiel (red.) Wędkarstwo w ochronie wód i rybostanów. Wydawnictwo PZW, Warszawa, s. 11-29.
- Bojarski A., Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyżga B., Zalewski J., 2005: Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich, Ministerstwo Środowiska, Departament Zasobów Wodnych, Warszawa, s. 143.
- Bontemps S., 1969. Wędrowniki rozrodzce stada cert (*Vimba vimba* L.) w systemie Wisły. Roczn. Nauk Rol., H, 90, 4: 607-638.
- Juszczak W., 1951. Przepływ ryb przez turbiny Zapory Rożnowskiej. Roczn. Nauk Rol., 57: 307-335.
- Lundbeck J., 1927. Untersuchungen über die Beschädigung von Fischen, besonders Aalen, in den Turbinen des Kraftwerkes Friedland. Zeit. f. Fisch., XXV
- Penczak T., Kruk A., Koszaliński H., 1998: Stan zagrożenia ryb reofilnych na przykładzie wybranych rzek. W: H. Jakuciewicz, R. Wojda (red.) Karpiołowe ryby reofilne. Wydawnictwo PZW, Warszawa, s. 7-15.
- Schmidt J., 1923. The breeding places of the eel (Die Leichplätze des Flussaales). Phil. Trans. Roy. Soc., 211: 179-208.
- Wiśniewolski W., 2001. Ocena wpływu na ichtiofaunę, zwłaszcza populacje ryb wędrownych, realizacji wariantów rozwiązań rozpatrywanych w II fazie „Studium kompleksowego rozwiązania problemu stopnia i zbiornika Włocławek”. Opracowanie w ramach „Projektu Wisła”. Światowy Fundusz na Rzecz Przyrody, Warszawa, s. 21.

Strategia ochrony przeciwpowodziowej

WPROWADZENIE DO PRZYJAZNEJ ŚRODOWISKU OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ

1. Wstęp

Przez dziesiątki lat człowiek w walce z powodzią próbował ujarzmić rzeki. Wznosił obwałowania, regulował ich bieg i budował zapory i stopnie wodne. Przynosiło to określone korzyści gospodarcze w postaci udostępniania, kolejnych obszarów z wysokorodzajnymi glebami. Niosło to jednak również ze sobą nowe zagrożenia. Wierząc w skuteczność środków ochrony przeciwpowodziowej człowiek coraz bardziej zabudowywał doliny rzeczne i niszczył ich zasoby przyrodnicze. Wkrótce przychodziła powódź i rzeka upominała się o zabraną jej przestrzeń: atakowała miasta i wioski. Budowle hydrotechniczne nie potrafiły powstrzymać żywiołu. Pomimo modernizacji obiektów ochrony przeciwpowodziowej, przy kolejnych wezbraniach straty materialne rosły coraz bardziej. W końcu, chcąc przerwać błędne koło i ratować resztki cennych ekosystemów dolin rzecznych wiele państw rozpoczęło wdrażanie przyjaznej środowisku strategii ochrony przed powodzią. Niestety, w Polsce nadal stosuje się metody, od których odchodzą kraje Unii Europejskiej i USA.

2. Kompleksowe podejście

Nowoczesna i przyjazna środowisku ochrona przeciwpowodziowa powinna być realizowana kompleksowo, w odniesieniu do wyodrębnionych zlewni rzecznych, a nie pojedynczych rzek i potoków tak jak to wygląda w naszym kraju. Opiera się ona na odbudowie utraconych zdolności retencyjnych dorzecza oraz na zachowaniu istniejących jeszcze naturalnych możliwości zatrzymywania wody przez doliny i koryta rzeczne. Cele te można osiągać z jednej strony poprzez odpowiednie planowanie przestrzenne, działania ustawodawcze, podatkowe, ubezpieczeniowe, edukację oraz sprawny system ostrzeżeń i ewakuacji, a z drugiej strony przez stosowanie odpowiednich technicznych środków i zabiegów służących ochronie przeciwpowodziowej. Przy czym w tej drugiej grupie preferowane są rozwiązania przyjazne środowisku (Żelaziński J., Wawręty R, 2005).

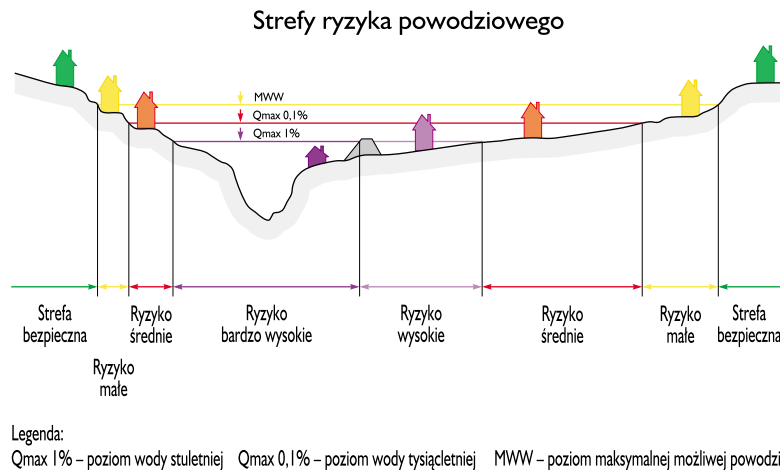
Połączenie powyższych metod wdrażanych w granicach określonej zlewni, pozwala na unikanie sytuacji, w której ochrona terenów leżących w górnej części zlewni powoduje zwiększenie zagrożenia powodziowego na obszarach niżej położonych. Ta zrównoważona strategia jest prowadzona również w powiązaniu z takimi dziedzinami gospodarki jak leśnictwo czy rolnictwo. Ważne przy tym jest, aby pamiętać, że przed powodzią nie da się uchronić wszystkiego. Dlatego proponuje się w niej wyznaczenie: obszarów, gdzie rezygnujemy z ochrony i „oddajemy rzekom przestrzeń” (tereny użytkowane rolniczo), miejsc gdzie jedyną formą ochrony jest sprawny system informacyjny i organizacyjny umożliwiający ewakuację oraz obszarów priorytetowej ochrony (np. miasta zabytkowe) chronionych wszelkimi, dostępnymi metodami (również technicznymi).

3. Planowanie przestrzenne w oparciu o mapy terenów zalewowych

Ograniczenie rozwoju budownictwa na terenach objętych zasięgiem wód powodziowych jest właściwie działaniem najskuteczniejszym w zakresie minimalizacji szkód powodziowych. Brak dalszej zabudowy tych obszarów pozwala na realne zmniejszanie strat materialnych oraz ochronę życia ludzkiego. Ograniczenie zabudowy można osiągnąć m.in. poprzez odpowiednie ustawodawstwo zakazujące wznoszenia budynków na terenach najbardziej narażonych na skutki zalania. Innym sposobem może być system ubezpieczeń lub podatków zniechęcający do zabudowy tych obszarów. Prowadzenie powyższych działań jest możliwe dzięki mapom terenów zalewowych, które informują o potencjalnym zasięgu wód powodziowych, a instrumentem realizacji tych zasad są plany zagospodarowania przestrzennego.

Mapy terenów zalewowych powinny być sporządzone co najmniej dla zasięgu wody 100-letniej, a jeszcze lepiej dla zasięgu największej, historycznej powodzi. Ważne przy tym jest opracowanie map również dla obszarów obwałowanych i chronionych przez zbiorniki retencyjne z uwzględnieniem możliwości przerwania wałów i zawodności oraz awarii tych urządzeń. Dzięki znajomości zasięgu wody, jej głębokości, a nawet prędkości przepływu w danym punkcie, jesteśmy w stanie wyznaczyć strefy z całkowitym zakazem zabudowy, strefy ograniczonej zabudowy o specjalnych wymaganiach technologicznych oraz pas obszaru, gdzie zagrożenie jest na

tyle małe, iż można prowadzić jego zabudowę. Strefy zagrożenia (kategorie ryzyka) powinny być następnie obligatoryjnie wprowadzone do planów zagospodarowania przestrzennego.



Na pierwszy rzut oka widać, że wprowadzenie prawnego zakazu rozwoju budownictwa w strefach najbardziej zagrożonych, może skutecznie chronić ludzi przed powodzią. Ryc. wg koncepcji prof. Marii Ozga-Zielińskiej

W Polsce obowiązek określenia zasięgu zalewów w postaci map terenów zalewowych spoczywa na Regionalnych Zarządach Gospodarki Wodnej. Władze wojewódzkie i samorządowe są natomiast zobligowane do uwzględnienia zagrożenia powodziowego w planowaniu przestrzennym. Niestety są to zapisy „miękkie”, w tym sensie, że nie wynika z nich bezwzględny zakaz inwestowania w terenie zalewowym, co w konsekwencji prowadzi do wzrostu strat materialnych podczas powodzi (Żelaziński J. 2004).

4. Edukacja społeczności oraz systemy ostrzeżeń i ewakuacji

Awaria wału lub zawodność innych urządzeń ochronnych powoduje, że rzeka „odbiera swoją przestrzeń” i następuje powódź. Można istotnie ograniczyć szkody, a zwłaszcza uchronić życie ludzi, jeżeli w oparciu o prognozę hydrologiczną podejmie się odpowiednio wcześniej działania profilaktyczne. Podstawowe działanie to ewakuacja ludzi i inwentarza oraz zabezpieczenie infrastruktury przed zniszczeniem. Sprawny system ewakuacyjny nie może jednak dobrze funkcjonować bez edukacji prowadzonej wśród mieszkańców terenów zagrożonych, zwłaszcza chronionych wysokimi wałami. Dlatego powinni być oni systematycznie szkoleni, tak by w przypadku zagrożenia powodzią, dokładnie znali zasady postępowania minimalizującego szkody i zagrożenie życia. Z punktu widzenia ochrony środowiska, niezwykle ważne są działania uniemożliwiające przedostanie się do wód substancji szkodliwych i toksycznych, np. w wyniku zalania magazynów paliw, środków ochrony roślin, wysypisk itp. (Żelaziński J. 2004).

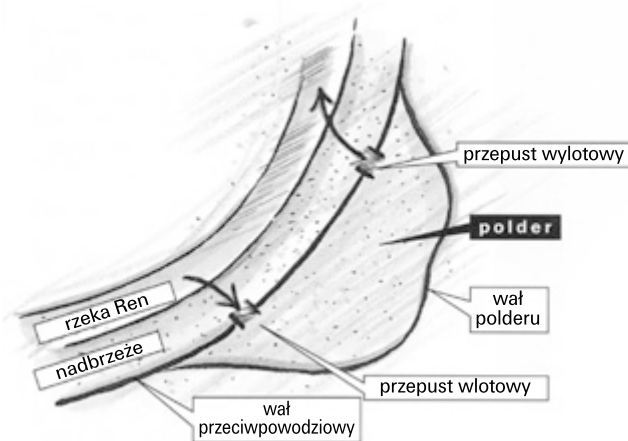
5. Przyjazne środowisku rozwiązania i zabiegi techniczne

Tam gdzie działania w zakresie polityki przestrzennej są ograniczone, pozostaje wyłącznie stosowanie całej gamy środków oraz rozwiązań technicznych, których celem jest zwiększenie zdolności retencyjnych dolin rzecznych. Pozwala to na rekompensowanie zabranej rzece przestrzeni. Do obiektów przyjaznych środowisku bez wątplenia należą poldery przepływowe, suche zbiorniki oraz boczne zbiorniki retencyjne. Wzrost retencji dolinowej należy osiągać także poprzez przebudowę istniejących obwałowań, a tam gdzie jest to możliwe również poprzez ich likwidację. Inną metodą jest stosowanie kontrolowanych wylewów wody na tereny poza wałami. Coraz częściej, szczególne znaczenie w ochronie przeciwpowodziowej zyskują zabiegi renaturyzacyjne koryt rzecznych. Nie bez znaczenia jest również zachowanie i uzyskiwanie możliwości retencyjnych w górnych częściach dorzeczcy poprzez odpowiednie formy prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej oraz uzyskiwanie retencji w wyniku stosowania budowlanych środków rozproszonych.

5.1. Poldery

Poldery przepływowe należą do najbardziej przyjaznych środowisku rozwiązań technicznych, służących ochronie przeciwpowodziowej. Są to wydzielone części dolin rzek obwałowanych, otoczone ze wszystkich stron wałem. Zalewanie takiego zbiornika odbywa się poprzez przepust wlotowy wykonany w koronie wału. Następnie, z pewnym opóźnieniem czasowym, woda wpływa z powrotem do rzeki przez przepust wylotowy, zlokalizowany na dalszym odcinku wału. Wpisane w kompleksową strategię ochrony przeciwpowodziowej zlewni, poldery skutecznie ograniczają skutki powodzi.

Do jednych z najciekawszych tego typu budowli można zaliczyć funkcjonujące już w ramach Zintegrowanego Programu Renu w Niemczech poldery Altenheim i będące na ukończeniu poldery Söllingen/Greffern. Służą one ochronie terenów wzdłuż Renu od Bazylei do Mannheim, na obszarze Badenii-Wirtembergii. Poldery te porośnięte cennymi lasami łągowymi są zalewane nie tylko w czasie wysokich wezbrań, ale również przy mniejszym poziomie wody w rzece, w celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania siedlisk nadrzecznych. Zalania całej powierzchni z reguły nie trwają dłużej niż kilka dni w roku. Moment, w którym przystępuje się do zalania poldera, czas trwania zalewu oraz jego wysokość są zależne od aktualnego stanu wody w Renie. Tym sposobem uzyskuje się zbliżone do naturalnych warunki zalewania takie, jakie panowały przed budową zapór, co pozwala na wykształcenie się i zachowanie naturalnych obszarów łągowych.



Schemat ideowy polderu. Źródło: *The Integrated Rhine Programm. Flood control and restoration of former flood plains on the Upper Rhine. Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, 1997*

5.2. Suche zbiorniki

Suche zbiorniki powstają w wyniku budowy zapory na rzece. Zapora zbiornika suchego zaprojektowana jest w taki sposób, że nie pozwala na piętrzenie wody przy przeciętnych poziomach przepływu w rzece i przy niewielkich wezbraniach. Obszar zbiornika pozostaje suchy przez znaczną część okresu eksploatacji. Pozwala to na rolnicze (leśne) użytkowanie jego powierzchni z wykluczeniem zabudowy. Natomiast podczas wysokich wezbrań, samoczynnie lub poprzez świadome sterowanie, następuje w nim spiętrzenie wody pozwalające złagodzić ich przebieg. W odróżnieniu od zbiorników o stałym piętrzeniu („mokrych”), zbiorniki suche nie przerywają ciągłości rzeki i nie stanowią przeszkody dla ryb wędrownych. Zlokalizowane w miejscach o małych walorach przyrodniczych można z powodzeniem zaliczyć do przyjaznych środowisku obiektów ochrony przeciwpowodziowej. W Polsce w dorzeczu Odry, w Sudetach jest ich kilkanaście o łącznej pojemności 28,58 mln m³ (Prochal P. 1966).

5.3. Boczne zbiorniki retencyjne

Boczne zbiorniki retencyjne jak sama nazwa wskazuje są umiejscowione z boku koryta rzeki. Budową przypominają poldery, lecz ich główną funkcją jest magazynowanie wody na cele gospodarcze i rekreacyjne. Tak więc pozostają cały czas częściowo wypełnione wodą, podobnie jak tradycyjne zapory. W trakcie wezbrań nadmiar wody może się gromadzić dzięki pozostawieniu w zbiorniku tzw. rezerwy powodziowej. Spośród wszystkich



Mapa pogładowa zbiornika wodnego Joachimów Ziemiary wykonanego z boku rzeki Rawki.
Źródło: Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi

zbiorników „mokrych” w najmniejszym stopniu ingerują w ekosystem rzeczny. Doprowadzenie do nich wody może się odbywać, specjalnie w tym celu wykonanym, kanałem dopływowym, wyprowadzonym z boku rzeki lub odciętego starorzecza, natomiast odprowadzenie – kanałem odpływowym. Modelowym przykładem takiego obiektu jest wykonany w Polsce zbiornik wodny Joachimów Ziemiary, którego inwestorem był Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi.

5.4. Przebudowa obwałowań

Wzniesione już obwałowania należy odsunąć od koryt rzecznych i przebudować. W pierwszej kolejności powinno dotyczyć to miejsc, gdzie rzeka została odcięta od lasów łągowych i wszelkiego rodzaju terenów wodno-błotnych m.in. starorzeczy i torfowisk niskich. Konstrukcja wałów powinna być wzorowana na rozwiązaniach zachodnich, przewidujących łagodne nachylenia (1:3). Rozwiązania takie pozwalają na zadrzewianie i zakrzewienie korpusów. Dzięki zwiększonemu rozstawowi, obwałowania mogą być niższe, a dzięki uzyskanej większej pojemności międzywała, obniży się poziom wezbrań, spadnie prędkość przepływu wód powodziowych, mniejszemu zniszczeniu ulegną również 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. Jeśli likwidacja wałów lub ich odsunięcie są gdzieś niemożliwe, można wykonać w nich przepusty lub miejscowe obniżenia, w celu umożliwienia kontrolowanego nawadniania terenów zawała przy wyższych stanach wód w rzece (Jankowski W. 1993). Kiedy nawet to jest nierealne, wały należy podwyższyć. Jeszcze w innych przypadkach trzeba bezwzględnie zrezygnować z wzniesienia nowych obwałowań.

5.5. Renaturyzacja rzek

Kolejne, ważne zadanie w zakresie realizacji przyjaznej środowisku ochrony przeciwpowodziowej to renaturyzacja wybranych cieków prowadząca w efekcie m.in. do wzrostu retencji korytowej i zmniejszenia prędkości przepływu wody w korytach rzecznych. Renaturyzacja, to zabiegi inżynierskie lub inne, mające na celu przywrócenie rzece wyglądu lub form zbliżonych do stanu naturalnego. Roboty renaturyzacyjne obejmują zwykle zmiany układu poziomego i pionowego koryta, przebudowę przekrojów poprzecznych oraz wprowadzenie roślinności lub pozostawienie ich naturalnej sukcesji. Ze względu na olbrzymie koszty finansowe są one prowadzone z reguły na krótkich odcinkach rzek – od kilkuset metrów do kilku kilometrów czasem kilkunastu. Aktualnie projekty takie są wykonywane m.in. w Szwajcarii (ok. 628 odcinków rzek), Anglii i Walii (ok. 60) oraz Niemczech (brak danych) (Żelazo J., Żbikowski A. 1996).



Isara przed renaturyzacją płynęła skanalizowanym korytem z progami dennymi oraz zabudowanymi brzegami.



Po renaturyzacji koryto Isary oferuje znowu różnorodne możliwości rekreacji i wypoczynku oraz stanowi cenne siedlisko dla świata roślin i zwierząt.

Ryciny na podstawie Blasy i Mader we: Flusslandschaft Isar von der Landesgrenze bis Landshut. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 2002

W terenie prace polegają m.in. na usuwaniu sztucznych umocnień (np. betonowych rynien i kostek), kształtowaniu nieregularnych brzegów i dna cieków. Nieregularne linie brzegowe ze zróżnicowanymi i mniejszymi spadkami (zmiany spadków z 1:2 do 1:4 i 1:5) powiększają strefy kontaktu między podłożem a wodą. Często tak jak np. w przypadku rzeki Enz, usypywane są żwirowe wyspy. W innych przypadkach np. na cieku Pfettrach istniejące odcinki zostają częściowo zachowane jako starorzecza. Oprócz tego odtwarza się dalsze, dawne odnogi. Wykonywane w ciekach wyspy żwirowe oraz wprowadzone do potoku głazy zaburzają przepływ, zmieniają nurt oraz powodują tworzenie się turbulencji. Równocześnie w trakcie prac renaturyzacyjnych dokonywane są nasadzenia roślinności o różnym stopniu zwartości. Począwszy od roślinności drzewiastej i krzewiastej, a skończywszy na roślinności szuwarowej i wodnej. Najczęściej jako materiał do nasadzeń i siewów stosuje się wierzby, trawy m.in. trzcinę, które równocześnie pełnią funkcje wzmacniające linię brzegową. Do utworzonych starorzeczy wprowadzany jest m.in. grązel. Szczególną uwagę przywiązuje się do tego, aby materiały roślinne były pochodzenia rodzimego. Nie obsadzone miejsca pozostawia się zaś spontanicznej sukcesji. Rzeka na nowo zostaje przywrócona naturze, a w ślad z nią różnorodny świat roślin i zwierząt.

5.6. Leśnictwo i agrotechnika

Przedsięwzięciami towarzyszącymi wyżej opisanym działaniom powinna być przebudowa lasów w zgodności z ich siedliskiem, dalsze zalesianie terenów podgórskich oraz zahamowanie ubytku istniejących lasów. Dla terenów górskich powinna zostać ustalona górna granica użytkowania rolniczego, powyżej której powinny rozwijać się i funkcjonować wyłącznie zespoły leśne. W niektórych państwach przyjęto normę 600 m n.p.m. (Arkuszewski A. 1999). Odpływ z terenów zalesionych jest bardziej równomierny niż z terenów bezleśnych, ponieważ gleba leśna wpływa na niego hamująco i wyrównująco. Ponadto las jest naturalnym rezerwuarem wody. W każdej 10 cm warstwie gleby może nagromadzić się 5-25 mm wody. W drzewostanie woda stanowi 50-60% drewna. Po przeliczeniu tej ilości wody na warstwę gleby grubości 1 m i zasobności drzewostanu 400 m³/ha uzyskujemy 1500 m³ wody w glebie i 200 m³ w drzewostanie (Kirwald E. 1975). W trakcie opadów las jest czynnikiem stymulującym wielkość odpływu wody ze zlewni, co w konsekwencji przekłada się na zmniejszenie natężenia przepływu i kulminacji fali powodziowej. Im bardziej zróżnicowana jest jego struktura przestrzenna i warstwowa, tym więcej gromadzi on wody w trakcie ulewnych deszczy. Wzrost retencji leśnej można również dodatkowo osiągać poprzez: wprowadzanie i wzbogacanie warstwy runa, podszytu; prowadzenie zwózki ściętych drzew w sposób nie zwiększający erozji, nie niszczący runa i podszytu oraz zapobiegający tworzeniu się rynien w dół stoku; dowożenie ściętych drzew w poprzek stoku do drogi biegnącej bardzo łagodnie w górę stoku; stosowanie kolejek linowych do transportu ściętych drzew w górach; maksymalne ograniczenie wielkości zrębów; odtworzenie biologicznej zabudowy potoków; pozostawianie części pni leżących w poprzek potoków (przegradzających nurt wody).

Natomiast do najważniejszych działań prowadzonych w ramach gospodarki rolnej można zaliczyć: nieużywanie sprzętu ubijającego warstwę gleby pod warstwą orną i rozluźnienie tej warstwy, zwiększenie udziału próchnicy w glebie, orkę w poprzek stoku, tworzenie tarasów, stosowanie poplonów, nie wypalanie traw i ściernisk, odtwarzanie mikrorzeźby terenu, utrzymywanie i odtwarzanie śródpolnych oczek wodnych. Należy przy tym jednak pamiętać, że odpowiednio prowadzona gospodarka leśna czy też rolna nie ochroni nas przed powodzią katastrofalnymi, takimi jak np. powódź w 1997 roku. Jeśli jednak chcemy osiągnąć poprawę efektywności działań w ochronie przeciwpowodziowej musimy zadbać o każdy fragment dorzecza – tam gdzie jest to tylko możliwe należy odzyskiwać oraz zachowywać powierzchnie naturalnej retencji i robić wszystko, żeby odpływ wody był jak najmniejszy.

5.7. Budowlane środki rozproszone

Bardzo poważnie należy również traktować wszelkie środki budowlane rozproszone (Żbikowski A., Żelazo J., 1994). Ich stosowanie ma na celu ułatwienie przesiąkania wody deszczowej do gruntu, spowolnienie odpływu oraz wzrost retencji. Do pierwszej grupy zaliczyć można m.in.: niepokrywanie gruntów materiałami nieprzepuszczalnymi (betonem, asfaltem), niezagęszczanie gruntów, zamianę istniejących nieprzepuszczalnych pokryć gruntów na bardziej przepuszczalne (np. betonowe parkingi na te pokryte płytami ażurowymi) oraz tworzenie w sieci kanalizacyjnej pojemności retencyjnych i wykorzystywanie możliwości piętrzenia w dużych kanałach. Zwiększenie retencji na terenach zurbanizowanych można osiągać m.in. poprzez zmianę rzeźby terenów zielonych, polegającą na wykonywaniu niecek i innych zagłębień, budowę zbiorników (cystern publicznych i prywatnych), zatrzymywanie wód deszczowych przez beczki ustawione w ogrodach działkowych, wykonywanie niewielkich, krótkotrwałych piętrzeń w istniejących kanałach i strumieniach, sadzenie drzew przy ulicach i na podwórkach oraz wprowadzanie roślinności na dachy i fasady budynków (do minimum 40% powierzchni gęsto zabudowanych). Ciekawym rozwiązaniem, stosowanym szczególnie w górach i na pogórzu jest wykorzystanie nasypów dróg przegradzających doliny rzek. Zwiększenie retencji i spowolnienie odpływu można osiągnąć dzięki modyfikacji istniejących przepustów pod drogami tak, aby jak najdłużej hamowały spływ wód w trakcie opadów. Zgromadzony nadmiar wody powinien być odprowadzany wykonanymi przelewami umiejscowionymi w górnej części nasypów, pod powierzchnią drogi.

6. Przykłady dobrych programów ochrony przeciwpowodziowej

6.1. Zintegrowany Program Renu

W latach 1928 do 1977 uregulowano górny odcinek biegu Renu od Bazylei do Iffezheim i zbudowano na nim 10 stopni energetycznych. Na skutek związanej z tym utraty terenów łągowych znacznie zmniejszyła się ochrona przeciwpowodziowa dla obszaru na północ od zapory Iffezheim.

Dzięki pracom, prowadzonym w ramach Zintegrowanego Programu Renu, zamierza się osiągnąć stan bezpieczeństwa powodziowego jaki na tym obszarze istniał przed budową stopni wodnych (Kleiber G. i in. (edit.) 1997). Jednocześnie ma zostać zapewnione możliwie pełne zachowanie i przywrócenie stanu naturalnego łągów nadreńskich. W tym celu, na terenie Niemiec i Francji przewidziano odzyskanie 6800 ha powierzchni, umożliwiającą przyjęcie 260 mln m³ wody, z czego aż 170 mln m³ przypada na obszar Badenii-Wirtembergii. Uzyskanie tego efektu będzie możliwe głównie dzięki budowie szeregu polderów, odsunięciu obwałowań od rzeki oraz pełniejszemu wykorzystaniu retencji na istniejących stopniach energetycznych. Wszystkie działania zwiększające retencję po niemieckiej stronie będą prowadzone w 13 miejscach nad Renem.

Aktualnie, dwoma współdziałającymi, w ramach Zintegrowanego Programu Renu, ze sobą obiektami hydrotechnicznymi są stopień Kehl/Strassburg oraz poldery Altenheim (Kleiber G. i in. (edit.) 1997). Na powierzchni całkowitej 1220 ha jest do dyspozycji 55 mln m³ pojemności retencyjnej. Stanowi to poważny udział w planie odtworzenia pierwotnej zdolności zatrzymywania wody obszaru górnego Renu w celu stworzenia odpowiednio wydajnej, zrównoważonej ochrony przeciwpowodziowej. Dzięki uruchomieniu stopnia Kehl/Strassburg i polderów Altenheim, w przypadkach nadejścia fali powodziowej, znacznie zredukowano zagrożenie powodzią na terenach poniżej miasta Iffezheim. Na obszarze retencyjnym tego stopnia można spiętrzyć wodę do wysokości 6 m na powierzchni 700 ha, co daje możliwość zatrzymania do 37 mln m³ wody z fali powodziowej. W obszarze obu polderów Altenheim jest do dyspozycji w sumie 520 ha powierzchni retencyjnej, zdolnej do przechwycenia ok. 18 mln m³ wody. Na ukończeniu znajdują się w chwili obecnej kolejne obiekty – poldery Söllingen/Greffern o powierzchni 580 ha i mogące pomieścić 12 mln m³. Zakończenie robót zaplanowano w 2005 roku.



Planowane powierzchnie retencyjne w Badenii-Wirtembergii będą mogły docelowo przejąć wielką wodę o okresie powtarzalności 200-220 lat. Źródło: *The Integrated Rhine Programm. Flood control and restoration of former flood plains on the Upper Rhine. Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, 1997*

Obok odzyskiwania retencji w ramach ZPR poprzez odsuwanie obwałowań od rzeki, interesującym przedsięwzięciem jest również metoda zwiększenia zdolności do zatrzymywania wody w okolicach Breisach (Kleiber G. i in. (edit.) 1997). Zaplanowane prace obejmują poszerzenie terasy zalewowej na prawym brzegu górnego Renu. Dla uzyskania ok. 25 mln m³ pojemności retencyjnej, na powierzchni ok. 500 ha przewiduje się wybranie ok. 28 mln m³ żwiru. Rozwiązanie to pokazuje, że retencję można również uzyskiwać niekoniecznie budując nowe obiekty hydrotechniczne.

6.2. Program ochrony przeciwpowodziowej w dorzeczu Bauny

Program ekologicznej ochrony przeciwpowodziowej jest wspólnym przedsięwzięciem miejscowości Baunatal i gminy Schauenburg. Realizację programu rozpoczęto po powodzi w 1992 roku, kiedy największe spustoszenie spowodował potok Bauna. Największe straty (13 mln DM) wystąpiły na terenie miasta Baunatal i gminy Schauenburg. Powódź uświadomiła mieszkańcom, że tradycyjne prostowanie i betonowanie rzek przynosi odwrotne do zamierzonych skutki. W efekcie uregulowania Bauny fale powodziowe stały się bardziej strome i wzro-

sła ich kulminacja. Początkowo po powodzi planowano budowę dużej zapory, jednak na skutek oporu społeczności lokalnych rozpoczęto realizację programu przyjaznego środowisku. W ramach kompleksowych działań zaplanowano przywrócenie rzek do stanu bliskiego naturze (renaturyzację) oraz odtwarzanie lasów łągowych i obszarów podmokłych. W uzasadnionych przypadkach przewidziano budowę małych zbiorników retencyjnych i polderów, zamianę istniejących, nieprzepuszczalnych pokryć gruntów na bardziej przepuszczalne oraz wykonanie basenów w celu gromadzenia wód deszczowych.

Najważniejszymi przedsięwzięciami, służącymi ochronie przeciwpowodziowej centrum miasta Baunatal, było m.in. wykonanie suchego polderu Schefferfeld oraz renaturyzacja fragmentu potoku Bauna. W efekcie utworzono polder o powierzchni ok. 8 ha i maksymalnej pojemności 234 tys. m³, który jest w stanie ochronić Baunatal przed wodą stuletnią. Obiekt jest całkowicie zautomatyzowany i zaczyna się napełniać w momencie, kiedy przepływ w Baunie osiąga wartość powyżej 15 m³/s. Ponieważ przez większą część roku pozostaje suchy i w przeciwieństwie do polderów nadreńskich nie jest porośnięty łągami, dopuszcza się na nim prowadzenie użytkowania rolniczego.



Schemat ideowy suchego polderu Schefferfeld w trakcie napełniania.

Źródło: Umweltverträglicher Hochwasserschutz in Nordhessen am Beispiel der Bauna. Stadt Baunatal, 2000

Renaturyzacja potoku Bauna obejmowała zerwanie betonowych rynien oraz przekształcenie trapezoidalnego przekroju koryta w kierunku zbliżonym do naturalnego. Ponadto usunięto dwa progi betonowe. W trakcie robót renaturyzacyjnych wykonano dodatkowo terasę zalewową o powierzchni 2500 m² i odtworzono na niej zbiorowiska łągowe. Ukształtowanie terasy zalewowej stało się możliwe dzięki usunięciu materiału ziemnego, który kiedyś posłużył do podwyższenia terenu wzdłuż potoku. W efekcie wykonanych prac aktualnie obserwuje się występowanie różnych gatunków płazów, ryb oraz owadów, których wcześniej od wielu dziesiątków lat nie odnotowywano. Dzięki poszerzeniu terasy zalewowej powstała dodatkowa powierzchnia retencyjna umożliwiająca przechwycenie części fali powodziowej. Równocześnie w trakcie realizacji programu podniesiono kładkę dla pieszych o 50 cm, w celu ułatwienia odpływu wody.

7. Podsumowanie

W Polsce dotychczas stosowano wyłącznie podejście tradycyjne. Skutkowało to zniszczeniem wielu cennych biocenoz oraz w wielu przypadkach zwiększeniem zagrożenia powodziowego. Z chwilą kiedy staliśmy się pełnoprawnym członkiem Unii Europejskiej zaczęła obowiązywać nasz kraj Ramowa Dyrektywa Wodna, której jednym z głównych celów jest nie pogarszanie ekosystemów wodnych i od wody zależnych. Niestety praktyka dalece różni się z prawem unijnym a Polska wciąż pozostaje skansenem hydrotechniki.

Literatura

1. Arkuszewski A. 1999. Dylemat – jak postępować, aby ograniczyć straty powodziowe. *Gospodarka Wodna*, 5.
2. Jankowski W. 1993. Techniczne sposoby wzbogacania wartości przyrodniczej rzek i ich dolin. W: Tomiałojć L. (red.) *Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
3. Kirwald E. 1975. *Las*. W: Buchwald K., Engelhardt W. (red.) *Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
4. Prochal P. 1966. Suche zbiorniki retencyjne w Sudetach. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie* 4, 5.
5. Żbikowski A., Żelazo J. 1994. Ochrona przeciwpowodziowa – trudności i perspektywy. *Gospodarka Wodna*, 5.
6. Żbikowski A., Żelazo J. 1996. Ekologiczne uwarunkowania gospodarki wodnej. *Gospodarka Wodna*, 1.
7. Żelaziński J. 2004. *Mapy terenów zalewowych*. Towarzystwo na rzecz Ziemi, Oświęcim.
8. Kleiber G. I in. (edit.) 1997. *The Integrated Rhine Programm. Flood control and restoration of former flood plains on the Upper Rhine*. Wyd. Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, Lahr.

ZASADY I PROCEDURY TWORZENIA PLANU OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ

1. Definicja strategii

Strategia jest różnie definiowana w słownikach i encyklopediach. Proponujemy definicję pochodzącą z teorii gier. Mówi ona, że strategia to sposób zachowania się uczestnika gry pozwalający mu osiągnąć cel gry z uwzględnieniem faktu, że istnieją inni uczestnicy gry dążący do osiągnięcia swoich celów. Jest to przydatna definicja, bowiem ochronę przeciwpowodziową zaliczyć można do tak zwanych „gier z naturą”, tj. działań człowieka, w których zjawiska przyrodnicze są „graczem” (przeciwnikiem).

Sens pojęcia strategia można zilustrować przykładem gry w szachy. Celem gry jest danie mata przeciwnikowi, który ma identyczny cel. Strategia gry w szachy to nie jest seria ruchów związanych z konkretną rozgrywaną partią – gracze nie znają tej serii, bowiem nie znają odpowiedzi przeciwnika na swoje ruchy. Strategia to sposób zachowania się gracza polegający np. w początkowej fazie gry na dążeniu do opanowania centrum szachownicy. Warto podkreślić tę różnicę, bowiem często pod pojęciem rozumie się strategii w ochronie przeciwpowodziowej konkretny plan działania np. plan inwestycyjny. **Taki plan powinien być wynikiem przyjętej strategii lecz nie jest strategią.**

Strategią optymalną nazywamy taką strategię, która pozwala osiągnąć cel przy minimalnych kosztach. W przypadku ochrony przed powodzią są to koszty społeczno-ekonomiczne i ekologiczne.

Ustalając strategię ochrony przeciwpowodziowej należy uwzględniać działania podejmowane dla realizacji innych celów, powodujące skutki niekorzystne ze względu na cele ochrony przeciwpowodziowej. Przykładowo obwałowanie terenu dotychczas nieobwałowanego powoduje rozwój infrastruktury wrażliwej na szkody powodziowe (zabudowę terenu zalewowego), co skutkuje zwiększonymi stratami i zwiększonym zagrożeniem życia ludzi w przypadku awarii wału. Praktyczny wniosek – w planie zagospodarowania przestrzennego dla terenów chronionych przez wały powinny obowiązywać ograniczenia użytkowania zapobiegające powstaniu znacznych szkód w przypadku przerwania wału (jest to zawsze możliwe!). Przykładowo zakaz lokalizacji magazynów środków, których uwolnienie stwarza zagrożenie dla życia ludzi i zwierząt, zakaz lokalizacji szpitali, domów opieki itp.

2. Ostatnie powodzie w kraju i na świecie jako dowód, że dotychczasowa strategia wymaga zmiany

Dotychczasowa strategia (w kraju i na świecie) posługiwała się praktycznie wyłącznie środkami technicznymi takimi jak: regulacja rzek, budowa wałów, budowa zbiorników retencyjnych, budowa kanałów ulgi (nazywamy tak sztuczne koryta, zazwyczaj omijające miasta, których celem jest przejście części wód powodziowych). W najbogatszych krajach świata wydano w ostatnim stuleciu ogromne pieniądze na realizację budowę ww. przedsięwzięć technicznych ochrony przeciwpowodziowej. W wyniku tych inwestycji wiele rzek, zwłaszcza w Europie Zachodniej i w USA utraciło naturalny charakter – są to sztuczne, uregulowane koryta obudowane wysokimi wałami i poprzegradzane budowlami piętrzącymi. Taki charakter ma największa rzeka USA Mississippi, a w Europie Ren. Skandalizowane odcinki Górnej Wisły i Środkowej Odry to polskie przykłady. Niestety powodzie pustoszą nadal liczne kraje świata w tym kraje najbogatsze, gdzie dysponowano wielkimi pieniędzmi, a inwestycje zaprojektowano i wykonano wg najwyższych standardów technicznych.

2.1. Przykłady

2.1.1. Mississippi 1993 r.

Wielka powódź wystąpiła na rzece Mississippi i jej dopływach: Missouri, Ohio, Illinois i innych w lecie 1993 roku. Powódź ogarnęła obszar 12 stanów, zginęło 47 osób, zniszczeniu lub uszkodzeniu uległo 40 000 budynków, straty bezpośrednie oszacowano na 11 mld dolarów. Żegluga na Mississippi i głównych dopływach była przerwana przez ponad 2 miesiące, pod wodą znalazły się znaczne obszary miast nadrzecznych w tym stolicy stanu Iowa – miasta Des Moines, miasto St. Louis i wiele innych. Obwałowywanie Mississippi rozpoczęto w połowie XIX wieku. Po każdej większej powodzi wały są umacniane i podnoszone. Nie przynosi to jednak pożądanych efektów. Odwrotnie, wskutek odcięcia retencji dolinowej przez obwałowania wzrastają maksymalne przepływy. Ponadto, wskutek zwężenia przekroju poprzecznego, zmniejsza się przepustowość koryta, co powoduje dalszy wzrost maksymalnych poziomów wody.

2.1.2. Ren 1993 r. i 1995 r.

W grudniu 1993 roku podczas wielkiej powodzi na Renie, zalane zostały Bonn, Kolonia i inne miasta w dolinie rzeki. W styczniu 1995 roku na Renie ponownie wystąpiła powódź o jeszcze większych rozmiarach. Objęła swym zasięgiem również Mozę i Sekwanę tak, że pod wodą znalazły się znaczne obszary Niemiec, północnej Francji, Belgii i Holandii. W relacjach z powodzi w styczniu 1995 roku w Europie szczególnie uderzający był widok zalanych starych miast - bezcennych zabytków Kolonii, Bonn, Koblenz i innych.

Zabudowa hydrotechniczna Renu: regulacja rzeki, obwałowania i kaskada stopni wodnych na odcinku granicznym z Francją, wykonana głównie dla potrzeb żeglugi (przewozy do 200 mln ton rocznie!) i energetyki przyczyniła się do wzrostu maksymalnych przepływów i odpowiednio stanu wody na dolnym odcinku, a więc powiększyła rozmiary szkód powodziowych. I tak, wyprostowanie koryta górnego Renu zredukowało całkowitą długość tego odcinka rzeki z 354 do 273 km. Obwałowania zmniejszyły pierwotne powierzchnie zalewowe w dolinie z 1000 km² do 140 km². W wyniku tego, na odcinku Bazylea – Karlsruhe czas przepływu fali powodziowej zmniejszył się z około 64 h do 23 h. Zwiększyło to ryzyko nałożenia się fal z dopływów bocznych na falę Renu. Zjawisko takie wystąpiło właśnie w styczniu 1995.

Ani ta powódź ani wielka woda 1993 r. nie były „powodziami stulecia” jak twierdzili dziennikarze. Natomiast powódzie o rozmiarach uważanych na początku wieku za stuletnie wystąpiły na Renie 5 razy w obecnym stuleciu. Zwiększenie częstotliwości katastrofalnych w skutkach wezbrań (powodzi) jest spowodowane regulacją i obwałowaniem rzek oraz urbanizacją zlewni.

2.1.3. Odra 1997 r.

Katastrofalne rozmiary powodzi w dorzeczu Odry w 1997 roku przekroczyły pesymistyczne przypuszczenia. Skutki powodzi to m.in.:

- 55 ofiar śmiertelnych,
- 49 754 zniszczone domy,
- 1893 zniszczone mosty,
- 6 523 kilometry zniszczonych dróg krajowych i wojewódzkich,
- 4 449 kilometrów zniszczonych obwałowań,
- 376 701 hektarów zalanych użytków rolnych,
- na 7 697 546 000 złotych oszacowano straty gospodarcze.

Doświadczenia wymienionych wielkich powodzi w kraju i zagranicą oraz wielu innych (Pad 1994 rok, rzeki Anglii i Szwajcarii w 2000 roku, Wisła 2001 rok, Łaba i Wełtawa w 2002 roku) wykazały, iż **dotychczasowa strategia, polegająca głównie na budowie wałów i zbiorników retencyjnych jest nieskuteczna, a w wielu przypadkach prowadzi do wzrostu zagrożenia życia i szkód powodziowych.** Powyższa konkluzja stanowi podstawową przyczynę konieczności zmiany dotychczasowej strategii.

3. Przyczyny szkód powodziowych

Główne przyczyny wielkich szkód powodziowych przeanalizujemy posługując się przykładem powodzi odrańskiej z 1997 roku. Są one następujące:

(1) Niewłaściwe zagospodarowanie terenów zalewowych

Ostatnia wielka powódź w dorzeczu Odry przed 1997 rokiem wystąpiła w 1903 roku. Po powodzi 1903 roku wykonano wiele przedsięwzięć technicznych ochrony przeciwpowodziowej (wały, zbiorniki, poldery, kanały ulgi). Przedsięwzięcia te oraz długi okres bez powodzi stworzyły iluzję pełnego bezpieczeństwa. Spowodowało to szybki rozwój zabudowy terenów zalewowych w tym również polderów. Była to główna przyczyna wielkich szkód w 1997 roku. Brak symptomów poprawy w tej dziedzinie. Wprawdzie ustawa prawo wodne przewiduje możliwość ograniczeń w zagospodarowaniu terenów zalewowych, ale są to martwe przepisy, bowiem brak jest uregulowania problemu odszkodowań dla właścicieli terenów objętych restrykcjami. Jeżeli w planie miejscowym tereny zalewowe (w szczególności tereny obwałowane, gdzie awarie wałów wywołują szczególnie wielkie szkody i zagrożenie życia ludzi) zostaną wyłączone z możliwości zabudowy to tereny te i znajdujące się na nich nieruchomości tracą wartość. Projekt takiego restrykcyjnego planu miejscowego nie ma szans na uzgodnienie jeśli problem odszkodowań nie znajdzie zadawalającego rozwiązania.

(2) Istotne zwiększenie częstotliwości występowania wysokich wezbrań jako wynik stosowania tradycyjnych, technicznych środków regulacji rzek i ochrony przed powodzią oraz urbanizacji

Jak opisano powyżej skrócenie biegu Renu (wyprostowanie meandrów), odcięcie wałami terenów zalewowych (zmniejszenie retencji dolinowej) spowodowało pięciokrotne wystąpienie w poprzednim stuleciu przepływu, który na początku tego stulecia traktowano jako wodę stuletnią. Podobne zjawisko zaobserwowano na górnej Wiśle. Opady o intensywności występującej średnio co 30 lat wywołują aktualnie przepływy maksymalne miary wody stuletniej (RZGW Kraków, 2004). Opisane zjawisko (wzmocnione znacznie jeśli występuje łącznie z urbanizacją zlewni) spowodowało w USA sformułowanie zasady „no invers impact” mówiącej, że nie wolno w ochronie przeciwpowodziowej stosować przedsięwzięć powodujących skutki odwrotne do zamierzonych tj. zwiększenie zagrożenia. Niestety do tej kategorii należą środki najczęściej stosowane t.j. obwałowania i regulacja rzek.

(3) Załamanie się systemu informacyjnego

W Polsce brak było telemetrycznego, niezawodnego systemu zbierania i przekazywania informacji hydro – meteorologicznej. Istniejący w 1997 roku system oparty na obserwacjach wykonywanych przez człowieka i przekazywaniu wyników z użyciem telefonów stacjonarnych, radiotelefonów i faksów został zniszczony przez powódź. Brak informacji był ważną przyczyną zwiększonych szkód powodziowych. Pomimo uruchomienia w 1998 roku projektu Banku Światowego, gdzie problemom systemu informacyjnego poświęcono wiele uwagi w 2001 roku podczas kolejnej wielkiej powodzi istniejący system nie różnił się od tego z 1997 roku. W 2005 roku projekt Banku Światowego zakończono. Czy związane z realizacją tego projektu nadzieje zostały spełnione wykaże kolejna wielka powódź.

(4) Brak właściwej organizacji operacyjnej ochrony przeciwpowodziowej

Ochrona przeciwpowodziowa należy do obowiązków administracji rządowej i samorządowej. Zarządzanie ochroną przed powodzią i generalnie gospodarką wodną powinno odbywać się w granicach zlewni, a nie w granicach administracyjnych (gmin, powiatów, województw). Ponadto lokalna administracja zazwyczaj nie posiada wiedzy potrzebnej do racjonalnych działań. Istniejący niejasny podział kompetencji pomiędzy administracją lokalną oraz wodną powoduje wiele niewłaściwych i opóźnionych decyzji oraz nieefektywne sterowanie zbiornikami retencyjnymi. Powołanie po 1997 roku organów antykryzysowych to właściwy kierunek działań. Natomiast zarządzanie zlewniowe w Polsce jest fikcją. W problematykę wodną zaangażowane są trzy resorty (Środowiska, Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej oraz Spraw Wewnętrznych). Pomimo powołania Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej (RZGW) i nowej ustawy prawo wodne nadal w zarządzanie gospodarką wodną uwikłane są liczne podmioty: władzę ma administracja, pieniądze mają Fundusze Gospodarki Wodnej i Ochrony Środowiska, większość rzek i urządzeń wodnych administrowana jest przez agendy resortu rolnictwa. Oczywisty postulat mówiący o konieczności jednoosobowej odpowiedzialności za ochronę przeciwpowodziową nadal nie jest realizowany.

(5) Brak merytorycznego przygotowania osób zarządzających ochroną przeciwpowodziową do podejmowania decyzji w warunkach głębokiej niepewności

Podczas, a w szczególności po powodzi obserwuje się zjawisko «transferu odpowiedzialności». Decydenci oczekują pewnej informacji na temat przyszłych wydarzeń (oczekiwania te są całkowicie nierealistyczne). Synoptyk raczej ukrywa niepewność swojej prognozy, bowiem prognoza niepewna ma „mniejszą wartość handlową”. Decydent traktuje więc prognozę jako pewną, co zazwyczaj prowadzi do złej decyzji, ale zdaniem decydenta (i w przypadku prognozy sformułowanej kategorycznie, bez ujawnienia jej niepewności jest to słuszne!) odpowiedzialność za skutki ponosi synoptyk. Często synoptyk – hydrolog obarcza odpowiedzialnością synoptyka – meteorologa («gdybym dysponował dokładną prognozą opadu dałbym dobrą prognozę terminu i wysokości kulminacji»). Jest to nieporozumienie – gdy brak niepewności niepotrzebny jest decydent, bowiem poprawna decyzja jest wówczas oczywista. Decydent jest potrzebny wówczas, gdy informacja jest niepewna i trzeba podjąć decyzję uwzględniając ryzyko wynikające z niepewności. Jest to konieczne i możliwe, ale wymaga zarówno wiedzy jak i świadomości osobistej odpowiedzialności za skutki podjętej decyzji bez próby «transferu odpowiedzialności». Brak oznak poprawy w tej dziedzinie – nie znane są przypadki szkoleń i «gier decyzyjnych», podczas których decydenci mogliby doskonalić swoje umiejętności w dziedzinie, która jest ich domeną, tj. działania w sytuacji niepewności.

(6) Społeczność zamieszkująca tereny zalewowe nie potrafi zachować się właściwie w obliczu zagrożenia powodziowego

Brak potrzebnej informacji i zaniedbania edukacyjne powodują często irracjonalne, szkodliwe zachowania (np. niezgodę na ewakuację pomimo ewidentnego zagrożenia, a po powodzi żądanie odbudowy zniszczonego domu w tym samym miejscu). **Edukacja społeczności zamieszkującej tereny zalewowe to zadanie ważne, w którym administracja terenowa powinna pełnić szczególną rolę.**

(7) Brak dobrych ilościowych prognoz opadów (IPO)

Podczas powodzi dostępne są IPO przygotowywane przez kilka polskich i zagranicznych ośrodków (wykorzystujących mezoskalowe modele komputerowe). Mają one zwykle postać map pokazujących przestrzenny rozkład prognozowanych opadów. Zazwyczaj każdy model daje różniące się wzajemnie prognozy opadu, co

stawia synoptyków w trudnej roli, bowiem zmusza do podejmowania decyzji w sytuacji głębokiej niepewności. Prognozy hydrologiczne wykorzystują IPO jako wejścia do symulacyjnych modeli hydrologicznych. Wymagania są tu rygorystyczne – czas wyprzedzenia prognozy rzędu 72 godzin i prognoza sformułowana jako średnia suma opadowa z krokiem czasowym rzędu 1-3 godzin dla każdej podzlewni o powierzchni rzędu 1000 km². Podczas ostatnich 40 lat nie stwierdza się istotnego postępu w zaspokojeniu powyższych wymagań, pomimo wykorzystania superkomputerów, zdjęć satelitarnych, radarów meteorologicznych i innych osiągnięć nauki i technologii. Brak IPO obarczonych błędem porównywalnym z błędami obserwacji opadów jest przyczyną wielu opóźnionych i błędnych decyzji, co powoduje wzrost szkód powodziowych. Nie można czekać na IPO spełniające wymagania prognoz hydrologicznych – być może jest to mało realne w dającej się przewidzieć przyszłości. Można i trzeba natomiast żądać formułowania tych prognoz w kategoriach probabilistycznych, tj. z ujawnieniem ich niepewności. Jak już wspomniano, aktualnie autorzy prognoz opadu raczej starają się ukryć niepewność swoich prognoz. Brak świadomości, że prognoza obciążona jest znacznym błędem i sformułowana kategorycznie (bez oszacowania rozkładu błędów), jest nieprzydatna i w wielu przypadkach może być szkodliwa.

(8) Nieadekwatność standardowych metod statystycznych wykorzystywanych do wymiarowania urządzeń ochrony przeciwpowodziowej

Standardowe metody statystyczne (zalecane obowiązującymi w Polsce normatywami) prowadzą do wniosku, że powtarzalność powodzi 1997 roku na górnej Odrze jest rzędu 10 000 lat. Jest to nonsensem. W rzeczywistości wiemy o tej powodzi tylko tyle, że była największa w ciągu 100-150 ostatnich lat. Krótkie wyjaśnienie powyższego stwierdzenia jest następujące. Obliczenia statystyczne bazują na następujących fałszywych lub niemożliwych do udowodnienia założeniach:

- *Założeniu stacjonarności procesu odpływu rzecznego.* Jest ono fałszywe – klimat w Polsce zmieniał się wielokrotnie od tropikalnego do arktycznego i odpowiednio zmieniały się warunki formowania powodzi.
- *Założeniu ergodyczności procesu odpływu rzecznego.* Jest to założenie niemożliwe do weryfikacji, bowiem znamy jeden świat o jednej historii, a hipoteza ergodyczności przyjmuje, że uśrednienie po czasie daje wynik identyczny z uśrednieniem po realizacjach. Na marginesie, podstawowym pojęciem w analizie statystycznej jest powtarzalność. Ponieważ świat ma jedną historię, każde zdarzenie jest w pewnym sensie niepowtarzalne.
- *Założenie, że maksymalne przepływy podlegają określonemu, znanemu rozkładowi prawdopodobieństwa.* Założenie fałszywe, ponieważ istnieje nieskończenie wiele różnych rozkładów prawdopodobieństwa niesprzecznych z rozkładem serii obserwacyjnej lecz prowadzących do wielkich różnic w strefie zdarzeń o małym prawdopodobieństwie występowania.
- *Założenie, że zbiór zaobserwowanych, maksymalnych przepływów jest homogeniczny (jednorodny, czyli wywołany tym samym zbiorem przyczyn).* Fałszywe, bowiem znamy liczne przykłady kiedy zdarzenia ekstremalne są spowodowane innymi przyczynami, niż zdarzenia występujące często. Przykładowo od czasu do czasu wielkie powodzie w zlewni górnej Loary są wywoływane nawałnymi deszczami przychodzącymi od strony Morza Śródziemnego. Natomiast co roku w zlewni Loary występują wezbrania spowodowane deszczami przychodzącymi z obszaru Atlantyku o znacznie mniejszym natężeniu. Tak więc szereg maksymalnych rocznych przepływów górnej Loary jest niejednorodny. W dodatku największe powodzie pochodzenia śródziemnomorskiego są tak rzadkie, że nie możemy sensownie ocenić ich rozkładu dysponując kilkoma wydarzeniami, które wystąpiły w okresie prowadzenia obserwacji.

Powyższe cztery założenia są konieczne jeśli chcemy wykorzystać metody statystyczne do określenia wody miarodajnej dla projektowania (np. wody stuletniej). Lecz nie możemy ignorować ogromnej niepewności takiego oszacowania. Podstawowym brakiem metody statystycznej jest ignorowanie *zasady maksymalnej entropii*. Pewne próby oceny błędu oszacowania wody stuletniej z uwzględnieniem zasady maksymalnej entropii doprowadziły do wyniku frustrującego i potwierdził wyrażony powyżej pogląd, **że o powodzi 1997 roku wiemy, iż była największą w ciągu 100-150 ostatnich lat i nic więcej.**

Brak jest w Polsce działań pozwalających sądzić, że nastąpią zmiany normatywów projektowych uwzględniające ogromną niepewność oszacowań rozmiarów możliwej powodzi. Obserwuje się raczej próby pozornego ograniczania niepewności oszacowań statystycznych poprzez wykorzystywanie wyrafinowanych technik matematycznych. Jest to błędny kierunek, zwłaszcza w przypadku wymiarowania urządzeń, których awaria stwarza zagrożenie życia ludzi.

(9) Niewłaściwa polityka ubezpieczeniowa

Składki ubezpieczeniowe nie są obowiązujące i nie uwzględniają należycie ryzyka powodzi (na terenach obwałowanych). Ten fakt oraz uzasadniona dotychczasową praktyką nadzieja, że w przypadku powodzi państwo przyjdzie z pomocą (to znaczy koszty poniesie ogół podatników) jest jedną z przyczyn rozwoju wrażliwej na skutki zalania infrastruktury na terenach zalewowych. W ten sposób nakręca się „błędne koło ochrony przeciwpowodziowej”.

(10) Zły stan techniczny istniejących wałów oraz zbyt mała pojemność zbiorników retencyjnych

W przypadku powodzi odrzańskiej 1997 roku przesądziły o tym dwa fakty: stały brak środków na gospodarkę wodną i długi okres bez wielkiej powodzi.

Powyższe przyczyny wymieniono w porządku hierarchicznym od najważniejszej do najmniej istotnej. Jest to hierarchia poprawna tylko w odniesieniu do całego kraju, lecz w przypadku poszczególnych zlewni kolejność może być inna. Przykładowo w zlewni Nysy Kłodzkiej istnieją dwa duże zbiorniki retencyjne, które w 1997 roku wypełniły się przed kulminacją dopływu. Brak dobrej ilościowej prognozy opadów oraz oczywiście brak instrukcji eksploatacyjnej zbiornika, umożliwiającej wykorzystanie dobrej prognozy, można w tym przypadku uznać za główną przyczynę niedostatecznej efektywności zbiorników.

W świetle powyższego zarys nowej strategii zaproponowano kierując się następującymi przesłankami:

- Typowe działania techniczne (obwałowania, zbiorniki) spełniają swoje zadania w przypadku powodzi niewielkich i średniej wielkości natomiast zawodzą podczas powodzi katastrofalnych.
- Ponadto urządzenia techniczne stwarzając poczucie bezpieczeństwa stymulują rozwój zagospodarowania terenów zalewowych, co w przypadku awarii zwiększa zagrożenie życia. Tak więc zasadne jest (ze względu na opisaną sprzeczność) traktowanie ochrony życia ludzi i minimalizacji szkód jako dwóch odrębnych celów ochrony przeciwpowodziowej.
- Ponieważ koszty ochrony przed powodzią należą, podobnie jak koszty likwidowania szkód, do kategorii wydatków publicznych, racjonalne jest traktowanie ich łącznie jako kosztów powodzi.
- Działania techniczne ochrony przeciwpowodziowej zawsze stanowią ingerencję w środowisko naturalne. Konstytucyjna ranga postulatu rozwoju zrównoważonego we wszystkich działaniach w środowisku powoduje konieczność traktowania negatywnych skutków środowiskowych przedsięwzięć ochrony przeciwpowodziowej jako kosztów powodzi.

4. Cele ochrony przeciwpowodziowej

Powszechnie akceptowane cele ochrony przeciwpowodziowej to:

- ochrona życia ludzi,
- minimalizacja szkód ekonomicznych, społecznych i ekologicznych wywołanych przez powódź.

Powyższe cele wymieniono w kolejności określającej ich hierarchię. Warto zwrócić uwagę, że w wielu przypadkach minimalizacja sumarycznych szkód powodziowych w długim okresie czasu (np. poprzez budowę obwałowań) może zwiększać zagrożenie życia ludzi (największe ryzyko stwarza awaria wałów). Poszukiwana optymalna strategia powinna umożliwiać osiągnięcie tych celów z uwzględnieniem ich hierarchii i czynnika niepewności przy minimalnych kosztach.

5. Strategia złożona jako kombinacja strategii elementarnych

Strategia optymalna w tak skomplikowanym zadaniu jak ochrona przed powodzią nie może być strategią prostą, posługującą się tylko jednym sposobem działania – musi to być strategia złożona, wykorzystująca optymalną kombinację wszystkich dostępnych działań.

Strategia złożona jest zbiorem strategii elementarnych (częstkowych) stosowanych w odpowiednich proporcjach i w odpowiedniej kolejności, z rozłożeniem akcentów i preferencji odnośnie do wybranych strategii elementarnych.

Przez strategię elementarną należy w tym przypadku rozumieć sposoby działania jednego – określonego typu. Proponuje się następującą listę strategii elementarnych:

- Strategia oparta na zmianie zasad polityki przestrzennej, tj. prawnym ograniczeniu możliwości wykorzystywania terenów zalewowych (obwałowanych i nieobwałowanych) w sposób wrażliwy na skutki zalania (potrzebne są tu trudne, ale niezbędne decyzje polityczne).
- Strategia ekologiczna polegająca na przywróceniu (renaturyzacji, renaturalizacji) korytom rzek i potoków, obszarom podmokłym i dolinom rzecznych ich naturalnego charakteru, który zmieniono w wyniku regulacji rzek i potoków oraz melioracji. Do tego typu zabiegów, często bardzo skutecznych i pożytecznych dla środowiska należy m.in. likwidacja niepotrzebnych obwałowań (wiele wałów „chroni” tylko użytki zielone) lub rozszerzenie rozstawu wałów.
- Strategia edukacyjna, polegająca na szkoleniu oraz treningu decydentów, służb ratunkowych i mieszkańców terenów zalewowych.

- Strategia oparta o system informacyjny (centralny, eksploatowany przez IMGW i lokalny tworzony przez samorządy) oraz plan operacyjny zapewniający właściwą organizację i sprawną ewakuację.
- Strategia polegająca na właściwej polityce ubezpieczeniowej.
- Strategia techniczna (wały, zbiorniki, kanały ulgi, poldery) zorientowana zarówno na budowę nowych urządzeń jak i na zwiększenie efektywności istniejących. Przy wszystkich uwagach krytycznych, jakie sformułowano wyżej na temat strategii technicznej nie można jej uniknąć w przypadku ochrony aglomeracji miejsko-przemysłowych, miast historycznych i obszarów gęsto zaludnionych.
- Strategia polegająca na prowadzeniu i wdrażaniu wyników badań naukowych zorientowanych na zwalczanie powodzi.

Można sformułować wiele wariantów strategii ochrony przeciwpowodziowej, różniących się między sobą rozłożeniem akcentów i proporcji między strategiami elementarnymi. Wybór określonego wariantu związany będzie z wcześniejszym przyjęciem zbioru kryteriów, umożliwiających dokonanie oceny każdego wariantu i sporządzenie swoistego rankingu wariantów z punktu widzenia ustalonych uprzednio kryteriów. Wariant „wygrywający” w tym rankingu będzie wariantem racjonalnym (czy silniej optymalnym) ze względu na przyjęte kryteria i uwarunkowania. Kryteria powinny odzwierciedlać czynniki ekonomiczne, opinię społeczną, rezultaty badań naukowych: analiz, diagnoz i prognoz, szczególnie premiować problematykę ekologiczną oraz uwzględniać wymagania wynikające z integracji europejskiej. W tym miejscu należy podkreślić, że najważniejszy (i obowiązujący w Polsce!) akt prawny Unii Europejskiej „Ramowa Dyrektywa Wodna” zasadniczo zabrania działań pogarszających stan ekosystemów wodnych i od wody zależnych. Typowe działania techniczne (regulacja, obwałowanie, zapory) zawsze szkodzą tym ekosystemom. Znalezienie rozwiązań technicznych (o ile okażą się konieczne!) najmniej szkodliwych dla środowiska to domena procedury Ocena Oddziaływania na Środowisko (OOŚ). Dyskusja wokół strategii ochrony przeciwpowodziowej winna być dyskusją uporządkowaną, tzn. poddaną pewnej sekwencji metodologicznej. Najpierw należy zatem przedyskutować kryteria umożliwiające dokonanie rankingu poszczególnych wariantów strategii i wybrać zbiór kryteriów, według których warianty strategii będą oceniane. Następnie przedmiotem dyskusji jest repertuar strategii elementarnych, w oparciu o które konstruowane będą poszczególne warianty strategii. Wreszcie, w kolejnym kroku należy określić kilka strategii ochrony, jako „rozwiązań dopuszczalnych” przy aktualnych uwarunkowaniach i perspektywach. Ostatnia faza dyskusji to wybór ze zbioru „rozwiązań dopuszczalnych” – wariantu optymalnego ze względu na ustalone wcześniej kryteria.

Jak wykazują dotychczasowe doświadczenia dyskusja nad strategią ochrony przeciwpowodziowej, a zwłaszcza dyskusja pomiędzy „technokratami” i „ekologami” była chaotyczna, niekonstruktywna, pozostawiająca wśród uczestników niedosyt, wrażenie braku wspólnego języka i wspólnej płaszczyzny metodologicznej. Proponowane wyżej uporządkowanie dyskusji z pewnością przybliży osiągnięcie konsensusu w wyborze wariantu strategii. Pozwoli mianowicie ewentualnym oponentom na precyzyjne sformułowanie lansowanych opcji i rzeczową dyskusję argumentów przemawiających na korzyść (lub niekorzyść) danej opcji – wariantu strategii. Możliwość korygowania poszczególnych wariantów poprzez zmianę proporcji – zmianę udziału poszczególnych strategii elementarnych – otwiera drogę do zbliżenia stanowisk i osiągnięcia rozsądnego kompromisu.

Na zakończenie tej części rozważań należy podkreślić, że nie istnieje jedna optymalna strategia ochrony dla całego kraju. Konieczność istotnych różnic pomiędzy strategią ochrony Krakowa, Wrocławia i Gdańska, a strategią ochrony gruntów rolnych jest oczywista.

Konkretną propozycję omówionego uporządkowania dyskusji na temat optymalnej strategii ochrony przeciwpowodziowej przedstawiono w p. 7 i 8.

6. Problem kryteriów

W p. 5. sformułowano cele ochrony, a w p. 6. stwierdzono, że poszukiwana strategia optymalna jest kombinacją strategii elementarnych wykorzystywanych w różnych proporcjach oraz zaproponowano listę strategii elementarnych. Przyjęty system kryteriów powinien umożliwić wybór strategii optymalnej spośród skończonej liczby różnych kombinacji strategii elementarnych.

Istnieją dwie poważne trudności przy formułowaniu zbioru kryteriów pozwalających określić strategię optymalną:

- Oceny kosztów oraz stopnia spełnienia poszczególnych celów nie mogą być wyrażone w identycznych jednostkach. Tylko oceny kosztów inwestycyjnych i szkód ekonomicznych można wyrazić w jednostkach monetarnych. Oceny zagrożenia życia ludzi oraz kosztów społecznych i ekologicznych są zazwyczaj wynikiem subiektywnej wiedzy eksperckiej. Tak więc *miary użyteczności* poszczególnych wariantów strategii niezbędne dla dokonania wyboru strategii optymalnej, można uzyskiwać tylko w procesie negocjacji – z udziałem wielu zainteresowanych stron (w tym zwłaszcza reprezentantów społeczności lokalnych) i ekspertów reprezentujących szerokie spektrum wiedzy.

- Historia tzw. futurologii (czyli prób przewidywania dalszych losów świata) to historia kolejnych klęsk takich prób. Ze względu na wielką niepewność scenariuszy przyszłego rozwoju ekonomicznego, rozwoju technologii, oddziaływań środowiskowych i wielu innych, oceny skutków poszczególnych rozważanych działań są również niepewne.

Biorąc pod uwagę powyższe trudności, sformułowanie kryterium optymalizacji w postaci wyrażenia matematycznego nie wchodzi w rachubę. Rozważania powyższe prowadzą do wniosku, że szczególnie użyteczne przy określaniu optymalnej strategii ochrony przeciwpowodziowej mogą być metody analizy wielokryterialnej stosowane powszechnie w Ocenach Oddziaływania na Środowisko (OOS), takie jak np. macierz Leopolda omówioną w następnym tekście. Jest ona jedną z możliwych propozycji rozwiązania problemu kryteriów. Trzeba jednocześnie podkreślić, że możliwe są inne rozwiązania formalne, ale w każdym przypadku należy:

- Uwzględnić ogół potencjalnych (ale możliwych do realizacji ze względów technicznych i ze względu na obowiązujące prawo) strategii elementarnych.
- Oszacować ogół potencjalnych pozytywnych (tj. prowadzących do osiągnięcia celów) oraz negatywnych (tj. prowadzących do zwiększenia zagrożeń powodziowych, zwiększenia kosztów i zniszczenia środowiska) skutków rozważanych strategii elementarnych.
- Uzgodnić proponowany system kryteriów z zainteresowanymi: społecznością lokalną, organami administracji odpowiedzialnymi za ochronę przeciwpowodziową i ochronę środowiska, zainteresowanymi organizacjami pozarządowymi, zwłaszcza zorientowanymi na ochronę walorów środowiskowych.

7. Plan ochrony przeciwpowodziowej jako rezultat zastosowania optymalnej strategii złożonej

Jak już wspomniano plan ochrony przeciwpowodziowej powinien być wynikiem realizacji optymalnej strategii. Strategia i plan będą opracowywane dla zlewni przez wyłoniony w drodze przetargu zespół fachowców. W zlewniach rzecznych (np. zlewni Skawy powyżej projektowanego zbiornika Świnna-Poręba lub zlewni Soły powyżej istniejącego zbiornika Tresna) funkcjonuje często kilka jednostek administracji samorządowej (powiatów, gmin) obejmujących obszary w granicach odmiennych od granic hydrograficznych (działów wodnych). W opracowaniu zlewniowego planu ochrony przeciwpowodziowej powinni brać udział przedstawiciele wszystkich samorządów i społeczności lokalnych z obszaru zlewni.

Poniżej zaproponowano ramową procedurę przygotowania optymalnej, złożonej strategii ochrony przeciwpowodziowej oraz wynikającego z tej strategii planu. Przewiduje ona następujące kroki:

KROK 1

Powołanie interdyscyplinarnego zespołu złożonego z uczestników reprezentujących niezbędne dziedziny wiedzy oraz grupy interesów (hydrotechników, hydrologów, przyrodników, ekologów, ekonomistów, polityków, reprezentantów społeczeństwa tj. samorządy i in.). Żadna firma nie posiada takiego zespołu etatowych pracowników i nie jest to potrzebne. Ważne jest natomiast, aby już w warunkach przetargowych zapisana została konieczność powołania takiego zespołu. Oczywiście sprawą firm uczestniczących w przetargu jest zorganizowanie kompetentnego zespołu i zapewnienie uczestnikom udziału w pracach na uzgodnionych warunkach.

KROK 2

Opracowanie uzgodnionej listy ogólnych zasad przyszłej współpracy. Wszyscy uczestnicy muszą akceptować te zasady, inaczej osiągnięcie kompromisu będzie niemożliwe. Oto propozycja takich ogólnych zasad:

- Strategia musi być podporządkowana zasadzie rozwoju zrównoważonego, co oznacza równorzędne traktowanie potrzeby rozwoju społeczno-ekonomicznego i potrzeby zachowania walorów środowiska dla przyszłych pokoleń.
- Istnieją dwa hierarchicznie uporządkowane cele ochrony: ochrona życia ludzi i minimalizacja szkód ekonomicznych społecznych i środowiskowych powodowanych powodzią.
- Koszt ochrony życia ludzi powinien być możliwie niski (zakładając praktyczną eliminację ryzyka), zaś koszt minimalizacji szkód powinien być istotnie niższy od kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych przedsięwzięć ochrony przed powodzią.
- Kolejność realizacji przedsięwzięć ochrony zależy od przyjętej hierarchii celów oraz od efektywności tych przedsięwzięć tj. stosunku efektów do kosztów.
- We wszystkich sytuacjach, gdy proponowane działanie może powodować różne, trudne do dokładnego przewidzenia lub mało prawdopodobne, ale możliwe skutki negatywne (np. powiększenie zagrożeń, nieodwracalne zniszczenie środowiska i in.) należy rozważyć najgorszy możliwy przypadek i stosować zasadę Hipokratesa „po pierwsze nie szkodzić” (oznacza to w szczególności konieczność rozważenia skutków awarii wałów, zapór i innych urządzeń technicznych).

- Strategia winna być zorientowana na przerwanie „błędnego koła ochrony przeciwpowodziowej” (błędne koło polega na sekwencji działań: ochrona – powódź i wywołane nią straty – wzmożona ochrona i związane z nią koszty – rozwój infrastruktury na terenie chronionym – kolejna powódź i zwiększone straty w wyniku rozwoju infrastruktury – wzmożona ochrona itd.).

KROK 3

Zgromadzenie możliwie pełnej informacji o sytuacji hydrometeorologicznej podczas zaistniałych w przeszłości oraz możliwych w danej zlewni wydarzeniach powodziowych oraz o zaobserwowanym/przewidywanym przebiegu zdarzenia, wielkości i przyczynach strat. Szczególnie ważne są informacje o:

- Przyczynach (genezie) wezbrań (np. opady nawałne, roztopy zatory lodowe i in) oraz przebiegu wezbrań (zwłaszcza istotne znaczenie ma tempo rozwoju wezbrania i czas pomiędzy przyczyną (np. opadem), a skutkiem (pojawieniem się niebezpiecznych poziomów wody),
- Przyczynach zaistniałych/możliwych szkód powodziowych np. awarie wałów, zagospodarowanie terenów zalewowych w sposób wrażliwy na skutki zalania, brak informacji (prognozy) o zagrożeniu, złej organizacji profilaktyki i akcji ratunkowych, niewłaściwym zachowaniu się mieszkańców, błędnych decyzjach i in.,
- Zaobserwowanym w przeszłości i potencjalnym zasięgu zalewów (również w przypadku awarii wałów) oraz wywołanych zalewem szkodach (liczba ofiar oraz liczba i wartość zniszczonych dróg, mostów, budowli hydrotechnicznych, budynków, upraw, szkodach ekologicznych i in.); zasięgi zalewów oraz w miarę możliwości głębokości i prędkości przepływu (zasięgi zalewu powinny być zobrazowane na mapach).

KROK 4

Przygotowanie zbioru modeli komputerowych i baz danych niezbędnych do wykorzystania modeli. Symulacja komputerowa jest najczęściej jedynym, dostępnym narzędziem do wszechstronnych badań skutków poszczególnych przedsięwzięć. Najważniejsze modele wykorzystywane przy pracach nad strategią ochrony przeciwpowodziowej, potrzebne dane omówiono w kolejnych częściach publikacji.

KROK 5

Przygotowanie wstępnego zbioru strategii złożonych wykorzystując np. „burzę mózgów” (w tym etapie nie odrzucamy żadnych pomysłów, nawet pozornie absurdalnych, jest to warunek możliwości uzyskania rozwiązań nowatorskich). Jak powiedziano wyżej poszczególne strategie złożone charakteryzują się różnymi proporcjami udziału poszczególnych strategii cząstkowych w zależności od preferencji ich autorów. Zalecić można rozważenie w tym zbiorze dwóch skrajnych przypadków: strategii wyłącznie technicznej i strategii wykluczającej działania techniczne.

KROK 6

Sukcesywna ocena, poprawa i eliminacja poszczególnych strategii złożonych przy wykorzystaniu modeli symulacyjnych i baz danych (w formie otwartej dyskusji wszystkich zainteresowanych). Na wstępie należy odrzucić strategie niemożliwe do realizacji ze względów technicznych i niezgodne z obowiązującym prawem. Poprawki powinny polegać na zmianie udziału poszczególnych strategii cząstkowych w strategii złożonej. Takie podejście tworzy możliwość racjonalnej i uporządkowanej dyskusji oraz oceny poglądów wyrażanych przez poszczególnych uczestników. Wynikiem proponowanego postępowania będzie określenie kilku dopuszczalnych strategii złożonych i wybór ostateczny będzie decyzją polityczną, tj. przyjęciem do realizacji planu wynikającego z wybranej strategii optymalnej.

Opisane podejście będzie realistyczne, jeśli wyeliminujemy „pułapkę myślenia życzeniowego” i będą odrzucone strategie nieliczące się z:

- możliwościami ekonomicznymi państwa,
- koniecznością uzyskania przyzwolenia społecznego (tu potrzebny jest udział społeczny),
- obowiązującym prawem.

Należy bezwzględnie odrzucić myślenie życzeniowe. Jeżeli proponowane są kosztowne środki techniczne (wały, zbiorniki), których realizacja ze względów finansowych będzie długotrwałym procesem **samorząd powinien domagać realizacji w pierwszej kolejności przedsięwzięć chroniących życie ludzi to jest sprawnego systemu ostrzeżeń i planów ewakuacji.**

Podkreślamy te fakty, bowiem w dotychczasowej praktyce tworzone zazwyczaj programy i plany życzeniowe nieliczące się z realiami ekonomicznymi i społecznymi.

8. Konkluzje

Spółeczności lokalne i organizacje pozarządowe powinny wymagać spełnienia następujących warunków (wynikających z ustawodawstwa polskiego i UE) podczas tworzenia zlewniowego planu ochrony przeciwpowodziowej:

- czynnego udziału przedstawicieli społeczności lokalnych i organizacji pozarządowych w tworzeniu planu oraz w redagowaniu jego ostatecznej wersji,
- powołania do opracowania planu interdyscyplinarnego zespołu o wysokich i sprawdzonych kwalifikacjach z udziałem profesjonalnych przyrodników,
- opracowanie uzgodnionej listy ogólnych zasad współpracy zespołu według propozycji sformułowanej w pkt. 8,
- sformułowania celów planu zgodnego z pkt. 5,
- sformułowania listy strategii (działań) elementarnych zgodnie z pkt. 6.,
- sformułowania i uzgodnienia listy kryteriów oraz sposobu wykorzystania tej listy podczas analizy wariantowej, zgodnie z pkt. 7,
- uzgodnionych zasad tworzenia optymalnej strategii ochrony (podstawy planu) według propozycji sformułowanej w pkt. 8.

MACIERZ ODDZIAŁYWAŃ DLA OCENY STRATEGII I PLANÓW OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ

1. Wstęp

Zlewnia rzeczna oraz rzeki, potoki i ich doliny pełnią szereg funkcji gospodarczych, przyrodniczych, społecznych, kulturowych i in. Działania podejmowane dla redukcji zagrożeń powodziowych wymagają nakładów i zazwyczaj utrudniają pełnienie wielu z tych funkcji. Przykładowo regulacja koryta dla zwiększenia jego przepustowości likwiduje wyspy i łachy przez co niszczy cenne siedliska rzadkich ptaków, a zatem ogranicza funkcje ekologiczne rzeki. Budowa zbiornika uniemożliwia funkcję korytarza ekologicznego, wyłącza obszar zalewu z użytkowania, często wymaga wysiedleń. Tworząc plan ochrony przeciwpowodziowej musimy uwzględnić wszystkie istotne oddziaływania, a zatem pojawia się konieczność kompromisu, który jest jedynym dopuszczalnym sposobem rozwiązywania problemów decyzyjnych występujących przy poszukiwaniu rozwiązania optymalnego. Płaszczyzną kompromisu jest zasada rozwoju zrównoważonego. W świetle tej zasady decyzja optymalna to decyzja wyważona, bilansująca pozytywne oraz negatywne skutki społeczne, ekonomiczne i ekologiczne rozważanego przedsięwzięcia. Jest ona zatem wynikiem kompromisu pomiędzy grupami o różnych interesach i preferencjach: działaczami gospodarczymi, technikami, społecznością lokalną z obszarów objętych wpływem planu oraz przyrodnikami i reprezentantami ruchów ekologicznych.

Narzędziem służącym poszukiwaniu kompromisu może być tzw. macierz oddziaływań (zwana często macierzą Leopolda). W niniejszym opracowaniu zaproponowano jej wykorzystanie do wielowariantowej i wielokryterialnej analizy skutków poszczególnych wariantów. Wyniki takiej analizy pozwalają wybrać wariant preferowany w opinii zespołu opracowującego i opiniującego plan. Wcześniej przedstawiono listę strategii elementarnych wraz z wybranymi jej oddziaływaniami na środowisko.

2. Lista strategii elementarnych i lista oddziaływań

2.1. Wybrane strategie elementarne

Tworząc optymalną strategię i wynikający z tej strategii plan, należy zawsze rozważyć szereg, technicznie wykonalnych wariantów (kombinacji różnych strategii elementarnych stosowanych, w różnych proporcjach dla poszczególnych obszarów zagrożonych) pozwalających osiągnąć stawiane cele. Wariant preferowany (silnie optymalny) pozwala osiągnąć cele przy minimalnych kosztach ekonomicznych, społecznych i ekologicznych.

Cele ochrony przeciwpowodziowej (ochronę życia ludzi oraz redukcję szkód ekonomicznych, społecznych i środowiskowych) można zazwyczaj osiągnąć różnymi sposobami (stosując różne strategie elementarne). Strategie elementarne można podzielić na dwie grupy: A – strategie „przyjazne środowisku przyrodniczemu” i B – strategie oddziałujące negatywnie na środowisko przyrodnicze.

Poniżej zaproponowano listę strategii elementarnych w ww. grupach:

A. Strategie przyjazne środowisku przyrodniczemu

- 1) Zmiana zagospodarowania terenu zagrożonego zalewem (szczególnie ważne przy planowaniu przestrzennym).
- 2) Zwiększenie naturalnej retencji w zlewni i dolinach cieków poprzez:
 - odtwarzanie obszarów podmokłych,
 - zalesianie,
 - przebudowę lasów w zgodności z siedliskiem,
 - odpowiednią agrotechnikę (m.in.: orka w poprzek stoków, unikanie zagęszczania gruntów).
- 3) Zamiana istniejących nieprzepuszczalnych pokryć gruntów na bardziej przepuszczalne (np. zastępowanie betonowych i asfaltowych parkingów materiałami przepuszczalnymi).

- 4) Zwiększenie przepustowości koryta i doliny ciekę poprzez rozszerzanie rozstawu wałów lub stosowanie miejscowych obniżzeń w obwałowaniach ułatwiających zalewanie obszarów zawała.
- 5) Spowolnienie przepływu w systemach koryt rzecznych poprzez renaturyzację koryt rzek i potoków, a w szczególności:
 - likwidację żłobów betonowych,
 - zwiększenie oporów ruchu (pozostawienie w korytach rzek i potoków przeszkód takich jak zwalone drzewa głązy, odspyska na – odcinkach gdzie wywołane tymi przeszkodami spiętrzenie poziomu wód nie powoduje szkód oraz świadome wprowadzanie do potoków odpowiednio zastabilizowanych kłód).
 - odtwarzanie meandrów rzek i potoków „wyprostowanych” w ramach regulacji,
 - poszerzanie terasy zalewowej,
 - zaniechanie zrywki drewna w lasach górskich z wykorzystaniem koryt potoków stałych i okresowych.
- 6) Wdrożenie systemów wczesnego ostrzegania i reagowania na powódź.
- 7) Edukacja mieszkańców terenów zagrożonych.
- 8) Zabezpieczenie dolnych kondygnacji budynków przed zalaniem.
- 9) Budowa polderów.
- 10) Budowa suchych zbiorników.

B. Strategie elementarne oddziałujące zazwyczaj negatywnie na środowisko przyrodnicze

- 1) Budowa kanałów ulgi.
- 2) Zwiększenie przepustowości koryta poprzez wycinkę roślinności.
- 3) Zwiększenie przepustowości koryta poprzez roboty regulacyjne.
- 4) Budowa zbiorników retencyjnych (zapory i stopnie wodne).
- 5) Obwałowania.

2.2. Wybrane oddziaływania

Wykorzystanie każdej z możliwych strategii elementarnych powoduje rozmaite skutki, korzystne (np. ograniczenie zagrożeń powodziowych, zwiększenie bioróżnorodności) i niekorzystne (np. koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, ograniczenie bioróżnorodności). Oddziaływania można podzielić na trzy grupy (A; B; i C), w ramach których wyróżnić można wiele oddziaływań (ich liczba zależy od sytuacji w rozważanej zlewni oraz opinii zespołu opracowującego). Zaproponowana niżej lista oddziaływań w ramach trzech podstawowych grup ma charakter przykładowy.

A. Oddziaływania na zagrożenia powodziowe:

- oddziaływanie na zagrożenie życia ludzi,
- oddziaływanie na zagrożenia stratami ekonomicznymi.

B. Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne systemu ochrony.

C. Oddziaływanie na środowisko:

- oddziaływanie na środowisko biotyczne (np. zbiorowiska leśne i nieleśne, gatunki roślin i zwierząt chronionych, korytarze ekologiczne),
- oddziaływanie na środowisko abiotyczne (np. erozja koryt, poziom wód gruntowych i powierzchniowych, rzeźba terenu),
- oddziaływanie na środowisko społeczno-kulturowe (np. zabytki i obiekty objęte ochroną, społeczność lokalna).

3. Macierz oddziaływań jako narzędzie analizy wielokryterialnej

Koncepcja macierzy oddziaływań, zwanej również macierzą Leopolda powstała w USA w związku z projektowaniem tras autostrad. Projektanci poszukując najlepszych rozwiązań rozważają zazwyczaj kilka wariantów przebiegu autostrady kierując się względami ekonomicznymi (np. koszty budowy, koszty wywłaszczeń), społecznymi (np. potencjalne skutki dla rozwoju społeczno-ekonomicznego, zagrożenia dla dóbr kultury) i ekologicznymi (np. zagrożenia dla cennych ekosystemów, dewastacja krajobrazu). Ocena znaczenia i skali wszystkich zidentyfikowanych oddziaływań wymaga długotrwałej pracy wielu specjalistów. Okazuje się jednak, że po wykonaniu

dla każdego wariantu licznych specjalistycznych ekspertyz oceniających możliwe skutki realizacji każdego z wariantów niezwykle trudno jest określić wariant preferowany. Jest to kluczowy problem analizy wielokryterialnej: należy sprowadzić kilkadziesiąt nieporównywalnych oszacowań (tylko niektóre wyrażone są w kategoriach monetarnych) do jednej oceny, np. liczby pozwalającej ocenić, który wariant jest lepszy. W teorii badań operacyjnych proces taki nazywany bywa skalaryzacją wielowymiarowej funkcji kryterialnej, zaś funkcja umożliwiająca skalaryzację, funkcją użyteczności. Problemy decyzyjne podobne jak w przypadku autostrady związane są ze strategiami i planami ochrony przeciwpowodziowej. Nie możemy wprawdzie w istotny sposób zmieniać przebiegu rzeki, lecz możemy i musimy wariantować sposoby zagospodarowania zlewni, doliny i koryta cieków. Kompromis, będący jedynym akceptowalnym rozwiązaniem może być uzyskany tylko w procesie negocjacji pomiędzy zainteresowanymi stronami. Proponuje się wykorzystanie zmodyfikowanej macierzy Leopolda do skalaryzacji wielowymiarowej funkcji kryterialnej oraz jako narzędzia negocjacji.

Przykładowa macierz oddziaływań dla oceny strategii i planów ochrony przeciwpowodziowej

Zlewnia:

Wariant:

		Oddziaływania (skutki stosowania strategii elementarnych)								
		A. Na zagr. powodziowe		B. Koszty	C. Na środowisko przyrodnicze			Razem		
		Życie ludzi	Szkody		biotyczne	abiotyczne	kulturowe			
Sposoby działania (strategie elementarne)	A. Przyjazne środowisku przyrodniczemu	1. zagosp. przestrz.								
		2. Zwiększenie retencji naturalnej	Odtwarzanie obszarów podmokłych							
			Zalesienie							
			Agrotechn.							
		3. Zwiększanie rozstawu obwałowań								
		4. Spowolnienie prędkości przepływu	Likw. żłob.							
			Zwiększanie oporów ruchu							
			Przywrac. meandrów							
			Zaniechanie zrywki drewna							
		5. Systemy ostrzegania								
	6. Edukacja społeczna									
	7. Zabezp. budynków									
	8. Poldery									
	9. Suche zbiorniki									
	B. Szkodliwe dla środowiska przyrodniczego	1. Kanały, ulgi								
		2. Zbiorniki								
		3. Wały								
		4. Regulacja								
Razem										

Komentarz:

Do każdej macierzy musi być dołączony opis obejmujący:

- wykaz przedsięwzięć proponowanych w rozważanym wariantcie z opisem ich lokalizacji i oceną skutków (oczekiwana redukcja zagrożeń dla życia ludzi, redukcja szkód, koszty inwestycyjne i eksploatacyjne, skutki dla środowiska biotycznego, abiotycznego, kulturowego i społecznego),
- mapę pokazującą lokalizację przedsięwzięć w zlewni.

Macierz Leopolda (w proponowanym tu sposobie jej wykorzystania) jest to tablica, w której poszczególnym wierszom przyporządkowano poszczególne strategie elementarne, zaś poszczególnym kolumnom skutki stosowania tych strategii. Poniżej przedstawiono przykładową macierz oddziaływań dla oceny strategii i planów ochrony przeciwpowodziowej.

Wpisując w odpowiednie pola macierzy liczbowe oceny korzystnych i niekorzystnych skutków działań proponowanych w rozważanym wariantcie, możemy poprzez sumowanie ocen w poszczególnych wierszach i kolumnach uzyskać liczby syntetycznie charakteryzujące wariant (realizujemy w ten sposób skalaryzację). Oczywiście będzie to ocena subiektywna, bowiem sumujemy subiektywne i trudno porównywalne oceny skutków poszczególnych działań. Jednakże subiektywizm jest cechą wszelkich wielokryterialnych procesów decyzyjnych. Ograniczyć subiektywizm można negocjując w ramach interdyscyplinarnego zespołu ekspertów wypełniających macierz wagi (oceny) przypisywane poszczególnym polom macierzy. Posługiwanie się macierzą w tradycyjnej postaci graficznej jest bardzo uciążliwe. Ponieważ (zgodnie z proponowaną procedurą) konieczne jest wielokrotne wypełnianie wielu macierzy postać komputerowa (np. wykorzystująca program EXCEL) jest znacznie dogodniejsza.

4. Instrukcja wypełniania macierzy

Macierz powinien wypełniać interdyscyplinarny zespół ekspertów po przeprowadzeniu szczegółowych studiów, badań, pomiarów oraz symulacji wykonanych w ramach procesu projektowania i procesu oceny oddziaływania na środowisko. Macierz uzupełnia się oddzielnie dla każdego z rozważanych wariantów.

Standardowa instrukcja wypełniania macierzy jest następująca:

- 1) Uzgodnić (z udziałem wszystkich zainteresowanych) wagi liczbowe charakteryzujące siłę (istotność) poszczególnych oddziaływań korzystnych i niekorzystnych. Oto jeden z możliwych przykładów takiego uzgodnienia (tj. przyjętej przez zespół konwencji):
 - silne oddziaływanie korzystne „+3”,
 - oddziaływanie korzystne „+2”,
 - słabe oddziaływanie korzystne „+1”,
 - brak oddziaływania „0”,
 - słabe oddziaływanie niekorzystne „-1”,
 - oddziaływanie niekorzystne „-2”,
 - silne oddziaływanie niekorzystne „-3”.
- 2) Wszystkie pola macierzy podzielić ukośną kreską.
- 3) W lewym górnym okienku każdego podzielonego pola wpisać liczbę z przedziału „0” – „+3” określającą siłę (istotność) oddziaływania **korzystnego**.
- 4) W prawym dolnym okienku podzielonego pola wpisać liczbę z przedziału „0” – „-3” określającą siłę (istotność) oddziaływania **niekorzystnego**.
- 5) Obliczyć sumę ocen korzystnych i niekorzystnych w poszczególnych kolumnach i wierszach macierzy

Jest to standardowa instrukcja, najczęściej stosowana. Nie mniej trzeba wyraźnie powiedzieć, że sposób posługiwania się macierzą jest pewną konwencją, która powinna być uzgodniona ze wszystkimi uczestnikami procesu oceny oddziaływania na środowisko. Można np. uznać, że trzystopniowa skala ocen siły oddziaływań jest mało szczegółowa i przyjąć skalę pięciostopniową, czy dziesięciostopniową – jest to sprawa przyjętej przez zespół umowy.

5. Wybór wariantu preferowanego w oparciu o porównanie macierzy oddziaływań

Zasady wyboru wariantu preferowanego w oparciu o porównanie macierzy oddziaływań uzyskanych w ramach oceny planów ochrony przeciwpowodziowej są odmienne od zasad wyboru wariantu przebiegu autostrady. Wynika to z trzech ważnych przyczyn:

- 1) Cel budowy autostrady jest jeden – połączenie wybranych punktów w terenie. Każdy wariant przebiegu łączący te punkty spełnia cel. W przypadku planu ochrony przeciwpowodziowej cele są dwa (ochrona życia i minimalizacja szkód). W dodatku mają te cele charakter hierarchiczny, zaś często dążenie do osiągnięcia jednego z nich jest sprzeczne z dążeniem do osiągnięcia celu pozostałego.
- 2) Poszczególne warianty planu ochrony przeciwpowodziowej zazwyczaj nie prowadzą do identycznego stopnia osiągnięcia celów ochrony.

- 3) W przypadku autostrady wszystkie oddziaływania (koszty, ekonomiczne społeczne i ekologiczne) są niekorzystne – korzystne jest tylko osiągnięcie celu. Wybieramy zatem wariant związany z najmniejszymi łącznymi kosztami. W przypadku planu ochrony przeciwpowodziowej stopień realizacji celów może być różny (patrz ppkt. 2), a ponadto występują zarówno oddziaływania korzystne jak i niekorzystne.

Nie można więc w prosty sposób (tak jak w przypadku autostrady) obliczyć dla każdego rozważanego wariantu ogólnej sumy punktów (wszystkie mają jeden znak!) i wybrać wariant o najniższej sumie punktów – najmniej kosztowny. Takie mechaniczne podejście w przypadku ochrony przeciwpowodziowej często może prowadzić do wybrania „wariantu zerowego” tj. zaniechania jakichkolwiek działań. Wariant zerowy wprowadzi nie ogranicza zagrożeń powodziowych, ale również jego realizacja nic nie kosztuje i nie prowadzi do zagrożeń dla środowiska biotycznego, abiotycznego i kulturowego. Oczywiście nie można wykluczyć, że wariant zerowy (nic nie robimy) jest rozwiązaniem najlepszym – ma to miejsce wówczas, gdy oczekiwane sumaryczne korzyści z realizacji wszystkich możliwych wariantów są mniejsze od kosztów ich realizacji. Opisane uwarunkowania czynią decyzję o wyborze wariantu planu ochrony przeciwpowodziowej istotnie trudniejszą od decyzji o wyborze wariantu przebiegu autostrady. Decyzja oparta o porównanie ogólnych sum punktów rozważanych wariantów może mieć miejsce tylko wówczas, gdy porównywane warianty w sposób identyczny (lub słabiej bardzo podobny) realizują obydwa cele ochrony.

Pomimo opisanych wyżej trudności i ograniczeń zmodyfikowana macierz oddziaływań może być użyteczna w ochronie przeciwpowodziowej. Proponuje się następującą procedurę:

- 1) Zespół projektantów (firmy, która wygrała przetarg) opracowuje trzy wstępne warianty planu ochrony przeciwpowodziowej:
 - wariant wykorzystujący tylko „przyjazne środowisku przyrodniczemu”: strategie elementarne (grupa A),
 - wariant wykorzystujący tylko strategie elementarne oddziałujące negatywnie na środowisko przyrodnicze (grupa B),
 - wariant wykorzystujący optymalną w opinii zespołu projektantów kombinację strategii elementarnych z obydwu grup.
- 2) Kierownik projektu dostarcza wszystkim zainteresowanym (administracji, ekspertom, reprezentantom społeczności lokalnych, organizacjom pozarządowym i in.) propozycję nagłówków macierzy i sposobu jej wypełniania, sygnalizując, że macierze wypełnione zgodnie z przyjętymi zasadami będą wykorzystywane przy wyborze wariantu planu, z prośbą o uzupełnienia, uwagi i komentarze.
- 3) Po uwzględnieniu proponowanych poprawek i uzupełnień dotyczących macierzy, zainteresowani otrzymują trzy wstępne warianty planu oraz pełną macierz z prośbą o wypełnienie pól związanych z ich specjalnością wg uzgodnionych zasad. Prosi się ich również o wybór wariantu preferowanego z uzasadnieniem tych preferencji lub też o przedstawienie własnej koncepcji wariantu preferowanego, również z uzasadnieniem proponowanych zmian.
- 4) Kierujący projektem dokonuje kompilacji wszystkich otrzymanych indywidualnych ocen i propozycji, podsumowuje wyniki i przedstawia je na spotkaniu z zainteresowanymi. Na spotkaniu tym kierujący projektem dąży do sformułowania kompromisowej wersji planu wykorzystującej ogół strategii elementarnych w sposób możliwy do zaakceptowania przez wszystkich zainteresowanych.
- 5) Jeżeli dochodzi do uzgodnienia preferowanego wariantu, to dalsza praca polega tylko na dążeniu do eliminacji z wybranego wariantu tych oddziaływań, które uznano za najbardziej niekorzystne (oczywiście w sposób nie pogarszający istotnie innych oddziaływań i efektów).
- 6) Jeżeli nie uzgodniono wariantu, zespół projektantów otrzymuje polecenie opracowania kolejnego wariantu (np. stanowiącego kompilację wariantów preferowanych przez poszczególne strony konfliktu) i wracamy do ppkt. 4.
- 7) Jeżeli niemożliwe jest osiągnięcie pełnego kompromisu, zespół projektantów przygotowuje dla decydenta (w tym przypadku Dyrektora RZGW) raport opisujący wariant preferowany oraz komentarz z omówieniem zidentyfikowanych rozbieżności opinii wraz z uzasadnieniem rozbieżności stanowisk oraz prognozą skutków możliwych decyzji.

Zaproponowana procedura traktuje macierz oddziaływań głównie jako narzędzie umożliwiające uporządkowaną i merytoryczną dyskusję prowadzącą do uzyskania kompromisowej wersji planu.

ROLA I MIEJSCE OCEN ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO W OPRACOWANIU OPTYMALNEJ STRATEGII OCHRONY PRZECIWPOWODZIOWEJ

1. Wstęp

Niniejszy tekst poświęcono specyficznemu rodzajowi ocen oddziaływania na środowisko, a mianowicie tak zwanym Strategicznym Ocenom Oddziaływania na Środowisko (SOOS). SOOS dotyczą polityk, strategii programów i planów w odróżnieniu od Ocen Oddziaływania na Środowisko (OOS), których przedmiotem są inwestycje (przedsięwzięcia). Problemy środowiskowych oddziaływań przedsięwzięć ochrony przeciwpowodziowej, czyli problemy OOS szczegółowo opisano w Załączniku do niniejszej publikacji. Nie mniej pewne sformułowane tu zalecenia mają charakter ogólny – dotyczą zarówno SOOS oraz OOS.

Przedsięwzięcia techniczne ochrony przeciwpowodziowej, a w szczególności budowa zapór i stopni wodnych wymaga rozważania skutków środowiskowych w skali całej zlewni. Przykładowo budowa stopnia wodnego Włocławek na Dolnej Wiśle stworzyła bardzo trudną do pokonania przeszkodę dla ryb wędrownych takich jak m.in. łosoś, których tarliska znajdują się w źródłowych partiach karpackich dopływów Wisły. Skutki środowiskowe takich inwestycji kumulują się: jeżeli pojedynczą zaporę (przy sprawnych przepławkach!) pokonuje kilka procent wędrujących ryb, to trzy takie kolejne stopnie całkowicie eliminują możliwość wędrówki. Generalnie rzeki stanowią korytarze ekologiczne warunkujące zachowanie bioróżnorodności, a zatem przerwanie ciągłości tych korytarzy negatywnie wpływa nie tylko na obszar zlewni, ale potencjalnie zagraża znacznie większym obszarom. Opisane przyczyny powodują, że skutki środowiskowe poszczególnych inwestycji hydrotechnicznych nie powinny być rozważane pojedynczo, w oderwaniu od innych tego typu przedsięwzięć wykonanych i planowanych w zlewni. Tak więc każdy zlewniowy plan ochrony przeciwpowodziowej (nie wolno opracowywać takich planów dla wybranych odcinków rzek!) powinien podlegać SOOS. Nie wyklucza to konieczności opracowywania OOS dla poszczególnych inwestycji hydrotechnicznych. W ramach SOOS rozważania mają charakter ogólny ponieważ zazwyczaj brak jest na etapie tworzenia planu zlewniowego szczegółowej informacji o wszystkich planowanych inwestycjach. Informacja taka pojawia się w ramach projektowania inwestycji i wówczas konieczna jest szczegółowa analiza skutków środowiskowych inwestycji w ramach OOS.

2. Rola SOOS oraz OOS

Dotychczasowa praktyka tworzenia planów ochrony przeciwpowodziowej polegała na preferowaniu przedsięwzięć technicznych oraz ignorowaniu ich skutków środowiskowych. Prowadziło to do planów nieskutecznych ze względu na cele ochrony oraz wybitnie szkodliwych dla środowiska. Szansę na przełamanie tych stereotypów stanowi konsekwentne stosowanie Strategicznych Ocen Oddziaływania na Środowisko (SOOS) w stosunku do planów ochrony przeciwpowodziowej oraz planów zagospodarowania przestrzennego, tudzież Ocen Oddziaływania na Środowisko (OOS) w stosunku do przedsięwzięć technicznych ochrony proponowanych do realizacji w ramach planu.

System SOOS (OOS) zobowiązuje do przeprowadzenia analizy wariantowej i wyboru wariantu kompromisowego (godzącego potrzebę rozwoju społeczno-ekonomicznego z potrzebą ochrony środowiska) i w tym sensie jest zgodny z zaproponowaną wcześniej procedurą poszukiwania strategii optymalnej. Może zatem powstać pytanie o sens SOOS (OOS) w przypadku planów opracowanych według zalecanej procedury. Potrzeba wykonywania SOOS (OOS) wynika z następujących, najważniejszych przyczyn:

- Plan (inwestycję) zaprojektowano zazwyczaj dla osiągnięcia celów społeczno-ekonomicznych, traktując skutki środowiskowe jako kłopotliwe ograniczenie dla uzyskania maksymalnej efektywności. Uwzględnienie w planie (projekcie inwestycji) przedsięwzięć niezbędnych dla minimalizacji skutków środowiskowych może zwiększać koszty i budzić wątpliwości odnośnie do sensowności projektu. Powoduje to tendencję do marginalizowania skutków środowiskowych.
- Wszechstronna i kompetentna analiza skutków środowiskowych to trudne (i często kosztowne) działanie, a wynik zawsze jest niepewny, bowiem istotą SOOS (OOS) jest prognoza oddziaływań, a cechą każdej pro-

gnozy jest niepewność wyniku (ryzyko popełnienia błędu). Wykonanie zatem SOOS (OOS) przez **niezależny** od zespołu opracowującego plan (projektującego inwestycję) zespół zmniejsza niepewność oceny.

Zatem realne jest uzyskanie w wyniku SOOS modyfikacji, nawet bardzo technokratycznego planu gospodarki wodnej, w plan kompromisowy zapewniający osiągnięcie zasadnych celów społeczno-ekonomicznych w zgodzie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Ponadto podobną rolę w stosunku do przedsięwzięć technicznych powinny pełnić OOS.

Zacznijmy od planów zagospodarowania przestrzennego, które aktualnie z mocy prawa podlegają procedurze SOOS, zwanej niezbyt fortunnie „Prognozą...”. Planując rozwój mamy do wyboru dwie odmienne strategie (lub ich kombinację):

- strategię ekologiczną polegającą na dostosowaniu zamierzeń do uwarunkowań podyktowanych przez klimat i hydrografię lub,
- strategię technologiczną polegającą na „kształtowaniu zasobów wodnych”, tak by ograniczyć bariery rozwojowe wynikające z klimatu i hydrografii.

Człowiek od niepamiętnych czasów stosował strategię technologiczną usiłując wpływać na zasoby wodne tak, by łagodzić skutki niedoboru wody oraz zagrożenia żywołem wodnym. Wykonywano w przeszłości i buduje się nadal systemy nawodnień rolniczych, zbiorniki retencyjne, przerzuty wody, wały przeciwpowodziowe i inne obiekty gospodarki wodnej. Nie można negować osiągnięć technologicznego podejścia do gospodarki wodnej takich jak np. zamiana suchych nieużytków Doliny Kalifornijskiej w wysoko produktywne sady czy szelfu u wybrzeży Holandii w zamieszkałe tereny rolnicze. Trzeba jednak podkreślić, że próby pokonania barier rozwoju określonych przez klimat i hydrografię związane są zawsze z szeregiem istotnych zagrożeń:

- Inwestycje hydrotechniczne są kosztowne. Analizy wykonywane przez światowe organizacje finansowe wykazały, że zazwyczaj koszty faktyczne przekraczają koszty planowane, natomiast efekty faktyczne są istotnie mniejsze od przewidywanych.
- Inwestycje ochrony przeciwpowodziowej zawodzą. Powodzie pustoszące w ostatnich latach doliny najbogatszych krajów świata o rozwiniętej infrastrukturze hydrotechnicznej (omówione wyżej przypadki: Mississippi 1993 r., Ren 1993 r. i 1995r., rzeki Szwajcarii i Anglii 2000 i in.) uzasadniają powyższy pogląd.
- Regulacja rzek oraz budowa zbiorników retencyjnych niszczy nieodwracalnie najbardziej wartościowe i różnorodne ekosystemy dolin rzecznych, ogranicza zdolność samooczyszczania się wód i potęguje erozję koryt rzecznych. Wywołuje to po latach konieczność podejmowania kolejnych kosztownych inwestycji związanych z naprawą powstałych szkód.

Generalnie kosztowne programy inwestycyjne ochrony przeciwpowodziowej wodnej, finansowane ze środków publicznych, powodują eskalację wydatków publicznych związanych z naprawianiem szkód wywołanych przez ich realizację („błędne koło ochrony przeciwpowodziowej”). Można przytoczyć liczne przykłady opisanego mechanizmu. Spowodowało to zmianę poglądów na zasady gospodarowania zasobami wodnymi, która znalazła wyraz w Ramowej Dyrektywie Wodnej (RDW) oraz na ochronę przeciwpowodziową – wyrazem tej zmiany jest unijny „Katalog dobrych praktyk w zakresie prewencji, przygotowania reagowania na powódź”. „Katalog...” zaleca ogólnie mówiąc, stosowanie strategii technologicznych w ograniczonym zakresie wówczas, gdy brak jest możliwości zaspokojenia aspiracji rozwojowych społeczeństwa poprzez strategie ekologiczne nie powodujące łańcucha negatywnych skutków, których likwidację pozostawiamy naszym następcom. Jest to zgodne z zasadą **sprawiedliwości międzypokoleniowej** – zaspokajania potrzeb materialnych i cywilizacyjnych obecnego pokolenia z równoczesnym tworzeniem i utrzymywaniem warunków do zaspokajania potrzeb przyszłych pokoleń.

Praktycznie wszystkie inwestycje hydrotechniczne wprowadzają nieodwracalne lub trudno odwracalne, niekorzystne zmiany stanu ekologicznego wód i ekosystemów od wód zależnych. Jest to sprzeczne z postulatem **„równoważenia szans pomiędzy człowiekiem i przyrodą, poprzez zapewnienie zdrowego i bezpiecznego funkcjonowania (w sensie fizycznym, psychicznym, społecznym i ekonomicznym) jednostek ludzkich przy zachowaniu trwałości podstawowych procesów przyrodniczych wraz z ochroną różnorodności biologicznej”** (to cytata z obowiązującej w Polsce RDW).

System SOOS i OOS to narzędzia umożliwiające wykorzystanie opisanych doświadczeń dla konstrukcji planu kompromisowego, traktującego równorzędnie potrzeby rozwojowe i potrzeby ochrony środowiska.

Można wykazać, że zagrożenia powodziowe wynikają z błędów polityki przestrzennej polegających na zagospodarowaniu terenów zalewowych w sposób wrażliwy na skutki zalania. Tak więc istnieje ścisły związek pomiędzy planowaniem przestrzennym i planowaniem ochrony przeciwpowodziowej. Obydwie dziedziny podlegają systemowi OOS i dlatego warto poświęcić planowaniu przestrzennemu szczególną uwagę.

Rządowe Centrum Studiów Strategicznych opracowało „Koncepcję Polityki Przestrzennego Zagospodarowania Kraju”, którą akceptował Sejm w grudniu 2000 r. Opracowanie to, o identycznych z dyrektywą podstawach aksjologicznych ma zasadnicze znaczenie dla określenia roli dolin rzecznych w rozwoju kraju. We wprowadze-

niu do „Koncepcji...” zawarte jest następujące stwierdzenie: „Koncepcja...” nie pełni funkcji nadrzędnego planu przestrzennego zagospodarowania wyznaczającego fizyczne rozmieszczenie inwestycji publicznych, dostarcza natomiast przesłanek do sporządzania programów zawierających zadania rządowe”.

Powstaje zatem pytanie w jaki sposób „Koncepcja...”, stanowiąca oficjalny dokument, wpływa na politykę przestrzenną samorządów posiadających w Polsce ustawowe uprawnienia do tworzenia planów zagospodarowania przestrzennego? Odpowiedź sformułowana we wprowadzeniu do „Koncepcji...” jest następująca: „relacje między polityką przestrzenną rządu, a polityką przestrzenną samorządów lokalnych i ich ponad lokalnych organizacji są oparte, **w procesach tworzenia koncepcji, na procedurach iteracyjnych oraz na procedurach negocjacyjnych w procesach ich realizacji**”.

Z powyższych cytatów wypływa wniosek, że tworząc koncepcje przestrzenne w stosunku do obiektu o znaczeniu ponadregionalnym, jakim niewątpliwie są rzeki i ich doliny, a w szczególności planując inwestycje o charakterze zadania rządowego należy opierać się na przesłankach zawartych w „Koncepcji...” i negocjować. Płaszczyzną porozumienia powinny tu być przesłanki wynikające z „Koncepcji...” jako, że reprezentują one interes wspólny, a nie interesy partykularne grup nacisku.

Ważne zalecenia wynikają z zaproponowanego w „Koncepcji...” rozwiązania „kluczowego dylematu strategicznego”. Dylemat ten polega na konieczności wyboru pomiędzy maksymalną wydajnością, a sprawiedliwością i równością. Maksymalną wydajność ekonomiczną zapewnia koncentracja aktywności gospodarczej w ukształtowanych historycznie, najlepiej funkcjonujących ośrodkach gospodarczych. Powoduje to jednak niepożądane zróżnicowanie struktury gospodarczej kraju – powstawanie ośrodków dobrobytu – „biegunów wzrostu” i obszarów biedy. Jest to sprzeczne z postulatami sprawiedliwości międzygrupowej i międzypokoleniowej. W „Koncepcji...” zakłada się, że: „najlepszą i jedyną realną drogą równoważenia rozwoju w układach przestrzennych jest sprzyjanie przenikaniu efektywności z biegunów wzrostu układu spolaryzowanego na całą przestrzeń kraju”.

W odniesieniu do obszarów relatywnie zaniedbanych, lecz położonych w pobliżu biegunów wzrostu i posiadających wybitne walory przyrodnicze „Koncepcja...” zaleca tworzyć:

- „strefy i ośrodki gospodarki turystycznej, w których najwyższe w kraju walory środowiska i unikatowe wartości kultury materialnej pobudzać będą popyt europejski – główne źródło potencjalnej aktywizacji,
- europejską i krajową sieć ekologiczną ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego”.

Kolejne zalecenie związane bezpośrednio z omówionym wyżej brzmi następująco: „Aby gospodarka turystyczna spełniała funkcje głównego czynnika napędzającego rozwój to celowe jest podporządkowanie jej potrzebom innych dziedzin: rolnictwa, leśnictwa, usług i przemysłu, w taki sposób, aby kształtować wielofunkcyjny i ekologicznie uwarunkowany system gospodarowania wiążący współzależnie całą gospodarkę i zagospodarowanie przestrzenne tej rozległej strefy. Turystyka jako zjawisko społeczne, a jednocześnie dziedzina gospodarki wpisuje się we wszystkie układy rozwiązań gospodarczych kraju: społeczny, ekonomiczny, ekologiczny i przestrzenny. **Jest ona źródłem koniunktury gospodarczej dla kilkunastu dziedzin gospodarki, które biorą udział w procesie organizacji i realizacji obsługi turystów i podróżnych. Sektor podróży i turystyki, jako sektor usługowy charakteryzujący się wysokim udziałem pracy ludzkiej, jest największym generatorem miejsc pracy na świecie**”.

Ponieważ doliny sudeckich dopływów Odry i karpaccich dopływów Wisły (oraz wielu innych rzek) posiadają unikalne w skali kraju oraz Europy walory środowiska i kultury materialnej, a także położone są w pobliżu „biegunów wzrostu” (Krakowa, Katowic, Wrocławia), oczywista wydaje się konieczność przyjęcia dla nich modeli wzrostu opartego na strefach i ośrodkach gospodarki turystycznej oraz włączenia ich do europejskiej i krajowej sieci ekologicznej ochrony oraz kształtowania środowiska przyrodniczego. **System OOS poprzez oddziaływanie na politykę przestrzenną może i powinien przyczynić się do wdrożenia planów ochrony przeciwpowodziowej zgodnych z cytowaną wyżej „Koncepcją...” z R D W i „Katalogiem...”**

Udział społeczny w opracowywaniu planów gospodarki przestrzennej oraz planów ochrony przeciwpowodziowej oraz w procesach SOOS (OOS) to wymóg stawiany zarówno przez polskie jak i europejskie przepisy. W praktyce udział społeczny sprowadza się do próby pogodzenia sprzecznych interesów grupowych i często zorganizowane grupy interesów zdobywają poparcie stosując nierzetelną argumentację.

3. Zalecenia w sprawie SOOS i OOS

Ekspertyza SOOS (OOS) może skutecznie spełnić związane z nią oczekiwania jeżeli pozwala odpowiedzieć na następujące pytania:

- Jaki jest cel ocenianego planu (inwestycji) oraz czy istnieje uzasadniona przesłankami społeczno-ekonomicznymi i ekologicznymi potrzeba osiągnięcia tego celu?
- Czy oceniany plan (inwestycja) umożliwi osiągnięcie tego celu? Zasadniczo, negatywna odpowiedź na powyższe dwa pytania eliminuje potrzebę dalszych rozważań.

- Jakie są skutki społeczno-ekonomiczne i ekologiczne zaniechania realizacji planu (inwestycji) - zaniechanie nazywane jest często wariantem zerowym?
- Jakie wariantowe sposoby osiągnięcia celu rozważono w ramach przygotowania planu (inwestycji)? Chodzi tu o konieczność uwzględnienia w analizie wszystkich możliwych strategii elementarnych.
- Jakie są krótko i długoterminowe, pozytywne oraz negatywne, bezpośrednie a także pośrednie skutki realizacji poszczególnych wariantów planu (inwestycji) dla środowiska (społecznego i kulturowego) oraz dla zdrowia ludzi?
- Jakie warianty i dlaczego są niedopuszczalne w opinii zespołu przygotowującego OOS?
- Jaki wariant i dlaczego należy preferować zdaniem zespołu przygotowującego OOS?
- Czy społeczność lokalna, świadoma skutków, akceptuje i preferuje proponowany wariant planu (inwestycji)?
- Jakie dodatkowe przedsięwzięcia, nie przewidziane w propozycji planu należy podjąć w celu ograniczenia negatywnych skutków dla środowiska?

Ponadto SOOS (OOS) winna spełniać następujące wymagania:

- charakteryzować plany z punktu widzenia potencjalnych skutków środowiskowych,
- obejmować fazy realizacji i eksploatacji **z uwzględnieniem możliwych sytuacji awaryjnych**,
- obejmować elementy środowiska we wzajemnym powiązaniu,
- charakteryzować teren i jego zagospodarowanie,
- oceniać powodowane uciążliwości oraz ich skutki,
- prognozować zmiany stanu środowiska,
- szacować przewidywane oddziaływania na środowisko i krajobraz,
- proponować działania minimalizujące uciążliwości dla środowiska i zdrowia ludzi.

Osiągnięcie zadawalających wyników SOOS wymaga długotrwałej pracy interdyscyplinarnego zespołu. Skład takiego zespołu (**niezależnego od zespołu opracowującego plan**) oraz poziom jego kwalifikacji powinien **gwarantować kompetencje wyższe od kompetencji zespołu tworzącego plan**. Jest to wymaganie trudne i kosztowne, ale niezbędne jeśli system SOOS ma spełnić swoje zadania. Niestety często w Polsce raporty SOOS („Prognozy...” dla Planów miejscowych) i OOS wykonują pojedyncze osoby o bliżej nieokreślonych kwalifikacjach. Bardzo często w zespołach wykonujących SOOS i OOS brakuje przyrodników oraz przedstawicieli organizacji pozarządowych. Dochodzi wówczas do sytuacji, kiedy inżynierowie prognozują skutki środowiskowe. Takie raporty są najczęściej bezwartościowe merytorycznie. Wynikają z tego następujące zalecenia dla samorządów oraz przedstawicieli społeczności lokalnych i organizacji pozarządowych:

- Należy wymagać czynnego udziału przedstawicieli społeczności lokalnych i organizacji pozarządowych w postępowaniu w sprawie SOOS i OOS oraz egzekwować prawo do redagowania końcowego raportu.
- Należy żądać, aby postępowanie prowadził interdyscyplinarny zespół o wysokich i sprawdzonych kwalifikacjach z udziałem profesjonalnych przyrodników.
- Należy żądać udokumentowanej odpowiedzi na wszystkie pytania z przedstawionej wyżej listy.
- Należy sprawdzić, czy raport spełnia wszystkie wymienione wyżej wymagania.

Wykorzystanie modeli symulacyjnych

MODEL HYDRODYNAMICZNY

1. Opis modelu

Do symulacji transformacji przepływu w korycie wykorzystujemy jednowymiarowy model hydrodynamiczny oparty na równaniach Saint–Venanta. Równania te tworzą nieliniowy układ równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu typu hiperbolicznego. Modele oparte o równania Saint–Venanta są powszechnie stosowane zarówno w pracach badawczych jak i w operacyjnie działających systemach prognoz hydrologicznych. Dokładniejszy opis zastosowanego modelu można znaleźć we wszystkich monografiach dotyczących hydrauliki oraz w licznych publikacjach dotyczących konkretnych modeli hydrodynamicznych.

Równania Saint–Venanta mogą być zapisane w następującej postaci:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial z}{\partial t} - q_B = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{QB}{A} \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\alpha Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\alpha Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0 \quad (2)$$

Równanie (1) opisuje prawo zachowania masy, a równanie (2) prawo zachowania pędu.

Przyjęto następujące oznaczenia:

- Q – natężenie przepływu [m^3/s],
- t – czas [s],
- z – rzędna zwierciadła wody [m],
- B – szerokość zwierciadła wody [m],
- q – dopływ boczny rozłożony na jednostkę długości [m^2/s],
- A – powierzchnia przekroju czynnego [m^2],
- α – współczynnik korygujący dla niejednostajnego rozkładu prędkości w przekroju,
- g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],
- K – przepustowość koryta przy jednostkowym spadku [m^3/s].

Zmiennymi niezależnymi w równaniach (1), (2) są t i x , a zmiennymi zależnymi z i Q . Do numerycznego rozwiązania układu równań (1), (2) wykorzystano metodę niejawną opartą na schemacie Preissmanna. Wykorzystano naturalną, nieschematyzowaną geometrię koryta. Przyjęto, że geometria i hydraulika koryta opisana jest przez m przekrojów poprzecznych, w których stabilizowane są zależności $B(z)$, $A(z)$, $K(z)$. Funkcje $B(z)$ i $A(z)$ konstruuje się wykorzystując zaniwelowane przekroje porzecznice koryta (doliny, polderu). Występujące we wzorze na przepustowość K współczynniki szorstkości Manninga, które mogą być zróżnicowane w przekroju poprzecznym są jedynymi parametrami modelu wymagającymi kalibracji.

Dyskretyzację zmiennych zależnych oraz ich pochodnych opisują następujące równania:

$$f(x, t) \approx \frac{\Theta}{2} \left(f_{j+1}^{n+1} + f_j^{n+1} \right) + \frac{1-\Theta}{2} \left(f_{j+1}^n + f_j^n \right) \quad (3)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} \approx \Theta \frac{f_{j+1}^{n+1} - f_j^{n+1}}{\Delta x} + (1 - \Theta) \frac{f_{j+1}^n - f_j^n}{\Delta x} \quad (4)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} \approx \frac{f_{j+1}^{n+1} - f_{j+1}^n + f_j^{n+1} - f_j^n}{2\Delta t} \quad (5)$$

gdzie:

Δx – długość kroku przestrzennego [m],

Δt – długość kroku czasowego [s],

f_j^n – wartość funkcji f w j -tym przekroju w chwili $n\Delta t$,

Θ – współczynnik wagowy, $0 < \Theta < 1$.

Stosując wzory (3), (4), (5) do równań (1), (2), dla każdego odcinka między przekrojami, otrzymujemy układ $2m - 2$ równań z $4m - 2$ niewiadomymi. Przyjmując, że znamy rozwiązanie w chwili $t = n\Delta t$, liczba niewiadomych wynosi $2m$. Aby liczba równań była równa liczbie niewiadomych dodajemy dwa dodatkowe równania stanowiące lewy i prawy warunek brzegowy.

W zależności od rozwiązywanego problemu przyjmowane są odpowiednie warunki brzegowe. Najczęściej jako górny warunek brzegowy przyjmujemy hydrogram przepływu, a jako dolny hydrogram stanu wody.

Ostatecznie otrzymujemy układ $2m$ równań z $2m$ niewiadomymi, który rozwiązywany jest metodą iteracyjną Raphsona–Newtona.

Aby otrzymać początkowe wartości niewiadomych w chwili $t = 0$ rozwiązywany jest układ równań (1), (2) dla przepływu ustalonego. Wpływ warunku początkowego na otrzymane rozwiązanie szybko zanika.

Wynikami symulacji są hydrogramy: rzędnych zwierciadła wody, natężenia przepływów i prędkości przepływów w kolejnych przekrojach poprzecznych koryta.

2. Potrzebne dane

- Przekroje poprzeczne koryta i doliny cieku. Niwelację części nadwodnych oraz sondowanie części podwodnych należy wykonać w odległościach (między przekrojami) od ok. 500 m na rzekach górskich do ok. 4 km na rzekach nizinnych.
- Oszacowania współczynników szorstkości Manninga dla poszczególnych przekrojów. Najlepiej oszacowania te uzyskać w procesie kalibracji wykorzystując wyniki obserwacji stanów i przepływów. Jeśli wyników takich brak można wykorzystać wartości podawane w podręcznikach hydrauliki.

3. Możliwości wykorzystania modelu hydrodynamicznego

Model wykorzystywany jest w codziennej działalności służby prognoz a ponadto wykorzystywany był wielokrotnie do różnego rodzaju ekspertyz wykonywanych zarówno w celach badawczych i komercyjnych. Potencjalne zastosowania modelu można przedstawić w następujących punktach:

- Użycie modelu do sterowania zbiornikami retencyjnymi lub polderami w czasie wezbrania.
- Badanie wpływu zmian geometrii koryta (budowa obwałowań, zmiana rozstawy wałów, pogłębienie koryta) na stany wody i przepływy.
- Badanie skuteczności działania istniejących i projektowanych budowli hydrotechnicznych (zbiorniki retencyjne, poldery itp.).
- Analiza skutków przerwania wałów lub awarii zapory.
- Szkolenie i trening osób odpowiedzialnych za prowadzenie akcji przeciwpowodziowej.

MODEL OBSZARÓW CZYNNYCH

1. Opis modelu

Decydujące znaczenie dla trafnego modelowania transformacji opadu w odpływ ma trafne modelowanie transformacji opadu całkowitego w opad efektywny (opad netto), zasilający sieć rzeczną. Modelowanie transformacji hietogramu opadu efektywnego w hydrogram odpływu ze zlewni jest problemem o mniejszym od poprzedniego znaczeniu. Współczesna hydrologia oferuje liczne proste i efektywne algorytmy transformacji opadu efektywnego w hydrogram odpływu, natomiast brak jest dobrych teorii i algorytmów obliczania rzędnych hietogramu opadu efektywnego.

Przypuszczalnie istnieją trzy niezależne przyczyny dotychczasowych niepowodzeń:

- 1) Nieadekwatna modelowanym procesom skala czasowo-przestrzenna wymuszona przez dostępne dane pomiarowe i możliwości powtarzania. Procesy decydujące o tym jaka część opadu całkowitego przekształci się w odpływ (powodujący wezbrania i powodzie) rozgrywają się w skali przestrzennej rzędu metrów i w skali czasowej rzędu minut. Na standardowej sieci obserwacyjnej operujemy opadami uśrednionymi na obszarze rzędu setek czy tysięcy kilometrów kwadratowych oraz sumowanymi w interwałach rzędu trzech i więcej godzin. Decydujący czynnik jakim jest zróżnicowanie przestrzenne i czasowe opadów oraz zróżnicowanie gleb nie może być w tej sytuacji uwzględnione.
- 2) Dane pomiarowe (opady i przepływy) obarczone są dużymi błędami pomiarowymi. Przy estymacji parametrów modeli dopasowujemy się do chwilowych błędów danych a nie do właściwości zlewni.
- 3) Badane modele transformacji opadu są nieadekwatne do rzeczywistości.

Zapewne wymienione przyczyny działają jednocześnie. Hydrolog identyfikujący model nie ma wpływu na strukturę i dokładność danych. Pozostaje więc praktycznie tylko możliwość podjęcia kolejnych prób znalezienia adekwatnego modelu, czyli eliminacja przyczyny opisanej w ppkt. (1).

Poniżej przedstawiono ideę nowego modelu opad-odpływ dla zlewni traktowanej jako system o parametrach skupionych, wdrażanego w dorzeczu Odry. Model ten został przed kilkunastu laty opracowany dla kilku zlewni w dorzeczu Odry przez autora niniejszego opisu.

Punktem wyjścia dla zastosowanego podejścia było stwierdzenie, że wszystkie dotychczas badane modele były oparte na hortonowskiej koncepcji formowania się spływu powierzchniowego która zakłada, że opad efektywny $OE(t)$, utożsamiany z zasilaniem powierzchniowym, powstaje wówczas, gdy intensywność opadu całkowitego $OC(t)$ przekroczy maksymalną możliwość intensywności infiltracji $INF(t)$:

$$OE(t) = \begin{cases} OC(t) - INF(t) & \text{jeśli } OC(t) \leq INF(t) \\ 0 & \text{jeśli } OC(t) < INF(t) \end{cases} \quad (1.1)$$

Przebieg krzywej maksymalnej zdolności infiltracji $INF(t)$, w sytuacji gdy:

$OC(t) \geq INF(t)$, dla każdego $t \in \langle 0, T \rangle$, zależy tylko od początkowej wilgotności gleby w strefie aeracji $SGLA(0)$.

Koncepcja hortonowska prowadzi do wniosku, że opad efektywny zależy od dwóch czynników zmiennych w czasie:

- początkowej wilgotności gleby $SGLA(0)$ (w chwili rozpoczęcia opadu tj. dla $t = 0$),
- intensywności opadu całkowitego $OC(t)$ oraz w miarę stabilnych charakterystyk gleby i szaty roślinnej.

Przeprowadzając krytyczną analizę koncepcji Hortona w kontekście opisanych na wstępie niepowodzeń, sformułowano następujące ważne zastrzeżenia:

- (a) Badania infiltracji w warunkach laboratoryjnych i opracowane w wyniku tych badań modele matematyczne prowadzą do wniosku, że zmiany intensywności infiltracji rzędu kilkuset procent wartości początkowej zachodzą w okresie od kilku do kilkunastu minut. Ponadto gleby wykazują ogromną zmienność właściwo-

ści infiltracyjnych, a w zlewniach górskich nieomal każdy metr kwadratowy posiada inne pokrycie i inną głębę. Prowadzi to do wniosku, że nawet w przypadku adekwatności modelu hortonowskiego nie może on być użyteczny przy rozważanej skali przestrzennej (rzędu setek czy tysięcy kilometrów kwadratowych) i czasowej (rzędu kilku godzin).

(b) Istnieją wyniki badań wykazujące nieadekwatność modelu hortonowskiego w warunkach polskich:

- W badaniach wsiąkania powierzchniowego, przeprowadzonych w zlewni Skawy, stwierdzono średnią intensywność infiltracji od kilkunastu do kilku tysięcy [mm/h], w zależności od rodzaju gleby i szaty roślinnej. Takie wielkości praktycznie wykluczają możliwość wystąpienia opadu efektywnego w rozumieniu hortonowskim.
- W pobliżu Stacji Badań Niwalnych PAN na Hali Gąsienicowej w Tatrach zainstalowano tzw. poletka spływowo. W ciągu kilkunastu lat obserwacji, nie zanotowano tam spływu powierzchniowego mimo, iż w tym okresie wystąpił rekordowy opad 300 mm/dobę, w czerwcu 1973 r.

(c) Wyniki prac nad adaptacją teorii GIUH (geomorfologicznego chwilowego hydrogramu jednostkowego) dla potrzeb modeli prognostycznych (Żelaziński, 1986) wykazały, że przeważająca masa wód opadowych tworzących wezbrania i fale powodziowe dociera do sieci rzecznej (nie do przekroju zamykającego zlewnię!) z opóźnieniem rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu godzin od momentu wystąpienia opadu. Nie jest to z pewnością spływ powierzchniowy w rozumieniu hortonowskim, gdyż ten ostatni zgodnie z rzeczywistością i założeniami teorii GIUH dociera do sieci rzecznej nieomal natychmiast. To ostatnie spostrzeżenie wyraźnie wskazuje na istotną rolę wód glebowych (odpływu śródpokrywowego) w formowaniu się odpływu powodziowego.

Istnieje od lat „konkurencyjna” w stosunku do hortonowskiej teoria formowania się wezbrań. W literaturze anglojęzycznej znana jest jako „*contributing area concept*”. Odpowiednim określeniem w języku polskim wydaje się „*koncepcja obszarów czynnych*”. Zgodnie z tą koncepcją, źródłem szybkich form odpływu są obszary zlewni (obszary czynne) położone w pobliżu cieków. Obszary takie charakteryzują się pełnym nasyceniem gleby wilgocią a opad, który dociera do obszaru czynnego, dociera natychmiast i bez strat do sieci rzecznej. Stosunek powierzchni obszaru czynnego AC do powierzchni zlewni A określa współczynnik zasilania powierzchniowego αZPO :

$$\alpha ZPO = \frac{AC}{A} \quad (1.2)$$

$$ZPO(t) = \alpha ZPO(t) \cdot OC(t) \quad (1.3)$$

Obszary czynne tworzą się w miejscu gdzie istnieją wychodne warstw wodonośnych lub gdzie zwierciadło wód gruntowych przecina powierzchnię terenu. Określenie „wody gruntowe” dotyczy nie tylko głębszych horyzontów, ciągle zasilających sieć rzeczna, $ZGR(t)$ (tzw. zasilanie odpływu podstawowego) lecz przede wszystkim wód zawartych w spękanej, powierzchniowej warstwie gleby, pojawiających się w związku z intensywnymi opadami. Wody te tworzą zasadniczą część zasilania sieci rzecznej w okresach wezbrań. Zasilanie to zwane jest zasilaniem śródpokrywowym lub glebowym, $ZSP(t)$. Schematycznie koncepcję obszarów czynnych przedstawiono na rys. 1.

Na podstawie rysunku można wysnuć kilka ważnych wniosków:

- Obszar czynny zwiększa się w miarę wzrostu poziomu zwierciadła wód gruntowych i glebowych strefy saturacji, tak więc αZPO jest więc funkcją czasu.
- Zasilanie sieci rzecznej $ZSR(t)$ jest sumą zasilania powierzchniowego $ZPO(t)$, śródpokrywowego $ZSP(t)$ i gruntowego $ZGR(t)$:

$$ZSR(t) = ZPO(t) + ZSP(t) + ZGR(t) \quad (1.4)$$

- Wszystkie wymienione formy zasilania są rosnącymi funkcjami retencji glebowej strefy saturacji $SGLS(t)$, retencji gruntowej $SGR(t)$ oraz oczywiście opadu całkowitego $OC(t)$:

$$ZPO(t) = f_1[SGLS(t); SGR(t)] \quad (1.5)$$

$$ZSP(t) = f_s[SGLS(t)] \quad (1.6)$$

$$ZGR(t) = f_3[SGR(t)] \quad (1.7)$$

- W odróżnieniu od modelu Hortona, gdzie zmienną sterującą zasilaniem „szybkim” ($ZPO(t)$ i $ZSP(t)$) była retencja glebowa strefy aeracji, $SGLA(t)$, w modelu obszarów czynnych dominujące znaczenie ma retencja glebowa strefy saturacji $SGLS(t)$ oraz retencja gruntowa $SGR(t)$.

- Gleba w strefie aeracji pochłania część wód opadowych (wody te nie odpływają grawitacyjnie, podlegają jedynie ewapotranspiracji), czyli opad $[1 - \alpha ZPO(t)] \cdot OC(t)$ nie dociera w całości do wód glebowych strefy saturacji czy do wód gruntowych. Część tego opadu, zwana infiltracją do gleby $INGL(t)$ jest zatrzymywana. Logiczne jest więc założenie:

$$INGL(t) = f_4[SGLMAX - SGLA(t)] \quad (1.8)$$

gdzie: $SGLMAX$ – maksymalna retencja strefy aeracji. Wyrażenie w nawiasie (1.8) jest deficytem wilgotności gleby w strefie aeracji. Jak widać wilgotność gleby w modelu obszarów czynnych wpływa również na zasilanie sieci rzecznej, ale mechanizm tego oddziaływania jest inny i realizuje się poprzez wody gruntowe.

- Łączne zasilanie wód glebowych strefy saturacji i wód gruntowych $ZWG(t)$ jest równe różnicy:

$$ZWG(t) = [1 - \alpha ZPO(t)] \cdot OC(t) - INGL(t) \quad (1.9)$$

Część zasilania $ZWG(t)$ infiltrowuje w głąb i zasila zbiornik gruntowy powiększając $SGR(t)$. Zbiornik ten ma ograniczoną pojemność i w miarę wypełniania infiltracja do wód gruntowych $INFGR(t)$ zmniejsza się:

$$INFGR(t) = f_4[SGR(t)] \quad (1.10)$$

- Dominujący udział w formowaniu szybkiego zasilania sieci rzecznej ma zbiornik glebowy strefy saturacji; zasilanie tego zbiornika jest równe różnicy:

$$ZWG(t) - INFGR(t) \quad (1.11)$$

Równania (1.10) i (1.11) pokazują jak wody gruntowe ($SGR(t)$) wpływają na formowanie się odpływu powierzchniowego. Badania wykazały, że wpływ ten jest praktycznie bardzo wysoki.

Dotychczasowe rozważania miały charakter jakościowy. Pokazały wzajemne zależności czynników biorących udział w formowaniu zasilania sieci rzecznej. Dla zbudowania użytecznego modelu konieczne jest jednak ustalenie postaci zależności (1.5) – (1.8) i (1.10), a także wyznaczenie parametrów tych zależności, właściwych dla rozpatrywanej zlewni. W tym miejscu należy zaznaczyć, że dobierając postać analityczną zależności opiera się bardziej na doświadczeniu niż na mało przydatnych w praktyce wynikach rozważań teoretycznych, zwykle dotyczących nazbyt wyidealizowanych obiektów. Kierowano się następującymi zasadami:

- Funkcje powinny spełniać ograniczenia wynikające z fizycznej interpretacji rozpatrywanych zmiennych.
- Funkcje powinny zawierać możliwie mało parametrów o w miarę jasnej interpretacji fizycznej, co umożliwiłoby określenie dopuszczalnego przedziału zmienności tych parametrów.

Zaproponowano następujące zależności funkcyjne:

$$\alpha ZPO(t) = \frac{H \cdot [e^{G \cdot z1} - 1] \cdot F + E}{H \cdot [e^{G \cdot z1} - 1] + 1} \quad (1.12)$$

$$0 \leq \alpha ZPO(t) \leq 1$$

gdzie: E, F, G, H – parametry pozbawione sensu fizycznego,
 $z1$ – zmienna pomocnicza równa sumie odpływu gruntowego i śródpokrywowego.

$$ZSP(t) = \frac{1}{KGLS} \cdot SGLS(t) \quad (1.13)$$

gdzie: $KGLS$ – średnim czas przebywania kropli wody w strefie saturacji (zasilanie śródpokrywowe). Parametr ten można określić na podstawie analizy krzywych opadania w zaobserwowanych hydrogramach przepływu.

$$ZGR(t) = \frac{1}{KGR} \cdot SGR(t) \quad (1.14)$$

gdzie: KGR – średni czas przebywania kropli wody w gruncie (zasilanie gruntowe).

$$INGKL(t) = \frac{1}{KGLA} \cdot [SGLMAX - SGLA(t)] \quad (1.15)$$

gdzie: $KGLA$ – średni czas w jakim kropla deszczu docierająca do powierzchni gleby zostanie związana z cząsteczkami gleby (zwiększy wilgotność strefy aeracji),
 $SGLMAX$ – maksymalna retencja strefy aeracji.

$$\alpha GR(t) = 1 - \frac{D \cdot [e^{C \cdot z^2} - 1] \cdot B + A}{D \cdot [e^{C \cdot z^2} - 1] + 1} \quad (1.16)$$

$$0 \leq \alpha GR(t) \leq 1$$

$$INFGR(t) = ZWG(T) \cdot \alpha GR(t)$$

gdzie: A, B, C, D – nie mają sensu fizycznego,

z^2 – zmienna pomocnicza równa odpływowi gruntowemu.

(Schemat blokowy modelu przedstawiony został na rys. 2)

Opisany model zawiera parametry konceptualne oraz parametry mające sens fizyczny. Pozwala obliczyć zasilanie sieci rzecznej jako sumę trzech form zasilania: powierzchniowej (ZPO), śródpokrywowej (ZSP) i gruntowej (ZGR). Dodatkowymi parametrami modelu są parametry opisujące transformację opadu w odpływ (parametry N i K kaskady Nash'a).

Przy modelowaniu transformacji zasilania w sieci rzecznej wykorzystano zmodyfikowany model geomorfologicznego chwilowego hydrogramu jednostkowego (GIUH). Modyfikacja polega na wykorzystaniu oryginalnej teorii GIUH (Rodríguez-Iturbe i in., 1979) do estymacji parametrów modelu Nash'a (Żelaziński, 1986).

Proces odpływu ze zlewni opisano kaskadą zbiorników liniowych Nash'a. W modelu tym hydrogram jednostkowy aproksymowany jest funkcją gęstości rozkładu Γ :

$$q(t) = \frac{\alpha^\beta}{\Gamma(\beta)} \cdot e^{-\alpha \cdot t} \cdot t^{\beta-1} \quad (1.17)$$

gdzie: $q(t)$ – funkcja gęstości rozkładu opisująca zmianę rzędnych chwilowego hydrogramu jednostkowego CHJ w funkcji czasu t ,

α, β – parametry rozkładu.

Model CHJ jest modelem czysto konceptualnym, a więc jego parametry określane są na drodze optymalizacji.

Możliwa jest jednak interpretacja parametrów takiego modelu przy wykorzystaniu charakterystyk fizyczno-geograficznych zlewni, które mogą być oszacowane na podstawie materiałów kartograficznych oraz hydraulicznych charakterystyk koryta rzecznego. Możliwość taką stwarza teoria geomorfologicznego chwilowego hydrogramu jednostkowego (GCHJ). Podstawą GCHJ jest analiza zlewni i klasyfikacja cieków Hortona–Strahlera (1964).

Autorzy GCHJ (Rodríguez-Iturbe i in., 1979) wprowadzili bezwymiarowy wskaźnik podobieństwa zlewni IR :

$$IR = q_p \cdot t_p \quad (1.18)$$

gdzie: q_p – maksymalna rzędna GCHJ,

t_p – czas do kulminacji:

$$t_p = \frac{\beta - 1}{\alpha}$$

Wykorzystując powyższe wzory możemy wyrazić IR poprzez parametry rozkładu:

$$IR = \frac{(\beta - 1)^\beta}{\Gamma(\beta)} \cdot e^{1-\beta} \quad (1.19)$$

ponieważ

$$IR = 0.58 \cdot \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^{0.55} \cdot R_L^{0.05} \quad (1.20)$$

a więc wzory (1.19) i (1.20) służą do estymacji parametru β na podstawie geomorfologicznych parametrów zlewni. Do wyznaczenia parametru α służą zależności

$$\alpha = \frac{(\beta - 1) \cdot V}{0.44 \cdot L_{\Omega} \cdot R_{\beta}^{0.55} \cdot R_A^{-0.55} \cdot R_L^{-0.38}} \quad (1.21)$$

gdzie: V – średnia prędkość przepływu w cieku,
 R_{β} – współczynnik ilości cieków,
 R_A – współczynnik powierzchni cieków,
 R_L – współczynnik długości cieków,
 L_{Ω} – zmienna skali równa całkowitej długości cieku głównego.

$$k = 0.44 \cdot L_{\Omega} \cdot R_{\beta}^{0.55} \cdot R_A^{-0.55} \cdot R_L^{-0.38} \quad (1.22)$$

$$L = \frac{\beta}{\beta - 1} \cdot k$$

gdzie: L – długość układu (zlewni) [m].

Pomiędzy modelem CHJ a kaskadą Nash'a istnieją następujące relacje:

$$\beta = N \quad (1.23)$$

gdzie: N – liczba jednakowych zbiorników retencyjnych w modelu Nash'a
 oraz

$$N \cdot K = \beta \cdot K = \frac{\beta}{\alpha} \quad (1.24)$$

skąd

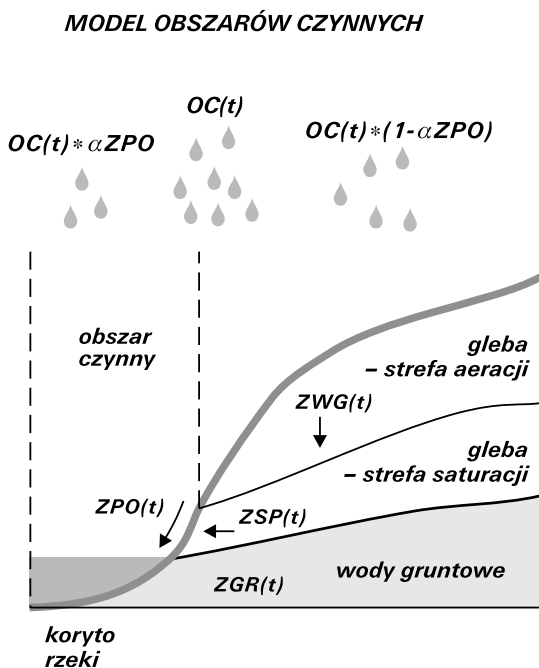
$$K = \frac{1}{\alpha}$$

gdzie: K – stała czasowa zbiornika w kaskadzie.

2. Zakres możliwych badań symulacyjnych

Model opisany w pkt. 1 może być wykorzystany do badania skutków następujących zdarzeń naturalnych bądź działań podejmowanych w ramach rozważania strategii ochrony przeciwpowodziowej:

- Wystąpienia dowolnego hietogramu opadów średnich dla zlewni przy downie zadanych warunkach początkowych.
- Zmian hydrogramu odpływu wywołanych przyśpieszeniem/opóźnieniem czasu przepływu fali wskutek regulacji/renaturyzacji koryt rzecznych (uzyskujemy to poprzez zmiany parametru V_{max}).
- Zmian hydrogramu odpływu wywołanych zwiększeniem/zmniejszeniem maksymalnej możliwej intercepcji w wyniku np. zalesienia/wylesienia zlewni (uzyskujemy to poprzez zmiany parametru $SIMAX$).
- Zmian hydrogramu odpływu wywołanych zwiększeniem/zmniejszeniem maksymalnej pojemności strefy aeracji w wyniku np. zmian agrotechniki lub zalesienia/wylesienia zlewni (uzyskujemy to poprzez zmiany parametru $SGLMAX$).
- Zmian hydrogramu odpływu wywołanych zwiększeniem/zmniejszeniem intensywności infiltracji w wyniku np. zmian agrotechniki lub zalesienia/wylesienia zlewni (uzyskujemy to poprzez zmiany parametru $KGLA$).
- Zmian hydrogramu odpływu wywołanych zwiększeniem/zmniejszeniem czasu zatrzymywania wody w strefie saturacji w wyniku np. melioracji zlewni lub renaturyzacji obszarów podmokłych (uzyskujemy to poprzez zmiany parametru $KGLS$).

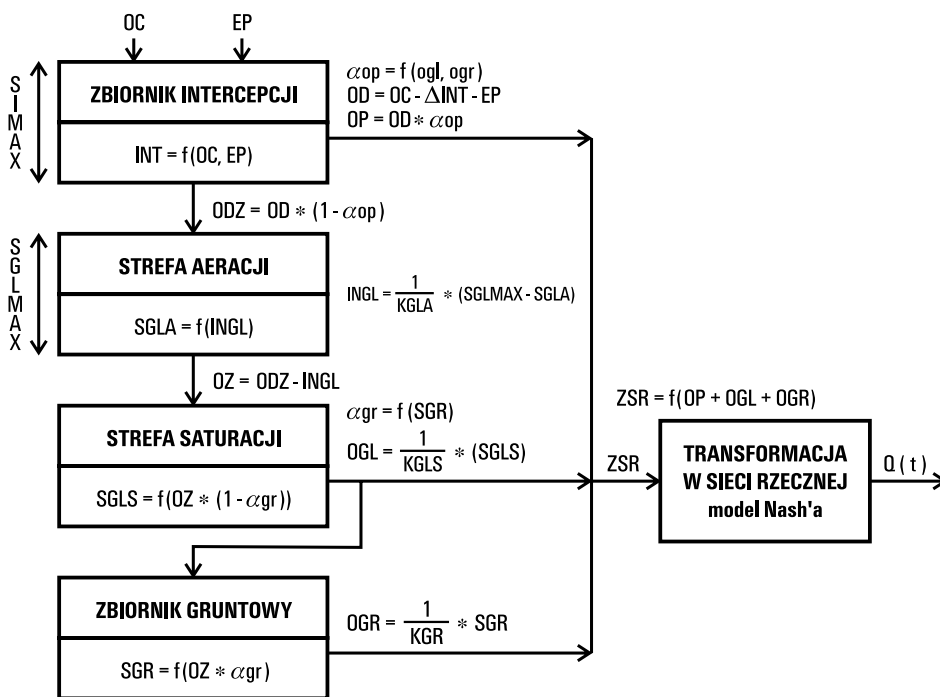


- $OC(t)$ - opad całkowity
- $OC(t) * \alpha ZPO$ - opad na obszar czynny
- αZPO - współczynnik odpływu powierzchniowego
- $OC(t) * (1 - \alpha ZPO)$ - opad na pozostałą część zlewni
- $ZPO(t) = OC(t) * \alpha ZPO$ - zasilanie powierzchniowe
- $ZSP(t)$ - zasilanie śródpokrywowe
- $ZGR(t)$ - zasilanie gruntowe
- $ZWG(t)$ - łączne zasilanie strefy saturacji i wód gruntowych:
- $ZWG(t) = OC(t) * (1 - \alpha ZPO) - INGL(t)$

zwierciadło wód glebowych zasilających odpływ śródpokrywowy

zwierciadło wód gruntowych zasilających odpływ gruntowy

Rys. 1. Koncepcja modelu obszarów czynnych



Rys. 2. Schemat modelu wykorzystującego koncepcję obszarów czynnych

Załącznik

RAPORTY O ODDZIAŁYWANIU PRZEDSIĘWZIĘĆ NA ŚRODOWISKO JAKO NARZĘDZIE OCHRONY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W DOLINACH RZEK

I. Wiadomości podstawowe

Wśród rozmaitych typów ekosystemów śródlądowych Europy, szczególną rolę w utrzymaniu różnorodności biologicznej pełnią doliny rzeczne. Wysoka wartość przyrodnicza dolin rzecznych wynika z:

- dużego zróżnicowania siedliskowego,
- dużej różnorodności flory i fauny, wynikającej z różnorodności siedliskowej,
- występowania wielu gatunków związanych wyłącznie lub prawie wyłącznie z siedliskami rzecznyymi (specyficzne siedliska w korytach rzek i w dolinach zalewowych),
- znaczenia rzek i ich dolin jako korytarzy ekologicznych, łączących rozdzielone przestrzennie ekosystemy i umożliwiających wymianę osobników między oddalonymi populacjami.

Przejawem tego znaczenia może być wysoka reprezentacja dolin rzecznych wśród terenów spełniających kryteria Dyrektywy Siedliskowej¹ i Dyrektywy Ptasiej², zgłoszonych do objęcia ochroną w formie obszarów Natura 2000 w opracowaniu pt. „Propozycja optymalnej sieci obszarów Natura 2000 w Polsce – «Shadow List»” (Pawlaczyk i in. 2004). Na 336 obszarów spełniających kryteria naukowe do objęcia ochroną w formie obszarów Natura 2000 w Polsce, ponad połowa to obszary obejmujące doliny rzeczne.

Z drugiej strony, ze względu na znaczenie gospodarcze i społeczne, rzeki i ich doliny podlegają od dawna istotnym zmianom mającym na celu polepszenie warunków korzystania z rzek (żegluga, energetyka wodna, rekreacja) oraz poprawę bezpieczeństwa gospodarowania nad ich brzegami (rolnictwo, osadnictwo).

Cele te osiągnąć są poprzez inwestycje hydrotechniczne, zazwyczaj polegające na:

- regulacji koryt cieków wodnych,
- budowie zbiorników i stopni wodnych,
- budowie i modernizacji obwałowań przeciwpowodziowych.

Niestety, jak wskazują doświadczenia licznych tego typu przedsięwzięć wykonanych w dolinach rzek Polski, mimo dalekich zmian świadomości ekologicznej społeczeństwa inwestycje hydrotechniczne realizowane są wciąż w sposób wywierający niezwykle niszczący wpływ na ekosystemy dolin rzecznych. Wiedza o innych sposobach ich realizacji (np. Żelazo i Popek 2004) przyjmowana jest przez środowiska hydrotechniczne z dużymi oporami i traktowana raczej jako eksperymentalne ciekawostki niż poważne wytyczne do projektowania i wykonawstwa.

W tej sytuacji dużego znaczenia jako narzędzia służące ochronie różnorodności biologicznej i krajobrazowej dolin rzecznych nabierają **raporty o oddziaływaniu na środowisko** (zwane dalej raportami oos) sporządzane w ramach procedury oceny oddziaływania przedsięwzięć na środowisko, na podstawie przepisów ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627, z późniejszymi zmianami). W myśl przepisów tej ustawy, realizacja przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (określonych w art. 51 ust. 1 pkt 1 i 2) oraz przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na obszary Natura 2000 (nie związanych ani nie wynikających z ochrony takich obszarów) wymaga wcześniejszego uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia, zwanej dalej „decyzją o środowiskowych uwarunkowaniach” (art. 46 ust. 1). Decyzję taką wydaje się między innymi przed uzyskaniem (art. 46

¹ Dyrektywa Siedliskowa = Dyrektywa 92/43/EWG o ochronie siedlisk naturalnych oraz dzikiej flory i fauny.

² Dyrektywa Ptasia = Dyrektywa 79/409/EWG w sprawie ochrony dzikich ptaków.

ust. 4): decyzji o pozwoleniu na budowę obiektu budowlanego, decyzji o zatwierdzeniu projektu budowlanego oraz decyzji o pozwoleniu na wznowienie robót budowlanych, pozwolenia wodnoprawnego na wykonanie urządzeń wodnych, decyzji ustalającej warunki prowadzenia robót polegających na regulacji wód oraz budowach wałów przeciwpowodziowych, a także robót melioracyjnych, odwodnień budowlanych oraz innych robót ziemnych zmieniających stosunki wodne na terenach o szczególnych wartościach przyrodniczych, zwłaszcza na terenach, na których znajdują się skupienia roślinności o szczególnej wartości z punktu widzenia przyrodniczego, terenach o walorach krajobrazowych i ekologicznych, terenach masowych lęgów ptactwa, występowania skupień gatunków chronionych oraz tarlisk, zimowisk, przepławek i miejsc masowej migracji ryb i innych organizmów wodnych.

Wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach wymaga przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko (art. 46 ust. 3). W postępowaniu tym określa się, analizuje oraz ocenia (art. 47): bezpośredni i pośredni wpływ danego przedsięwzięcia na środowisko oraz zdrowie i warunki życia ludzi, dobra materialne, zabytki, wzajemne oddziaływania między tymi czynnikami oraz na dostępność do złóż kopalin, możliwości i sposoby zapobiegania i ograniczania negatywnego oddziaływania na środowisko oraz wymagany zakres monitoringu. W toku postępowania dla pewnych typów przedsięwzięć wymagane jest sporządzenie raportu ooś. Sporządzenia takiego raportu wymagają (art. 51): (a) planowane przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko³, (b) planowane przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko, dla których obowiązek sporządzenia raportu został ustalony przez organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz (c) planowane przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000, dla których obowiązek ten został ustalony przez ww. organ.

W niedalekiej przyszłości, w związku z wejściem w życie (od 30 kwietnia 2007 r.) nowej dyrektywy UE⁴ nakazującej zapobieganie i kompensowanie negatywnych oddziaływań przedsięwzięć na siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt wymienione w załącznikach Dyrektywy Siedliskowej i Ptasiej (zarówno na obszarach Natura 2000 jak i poza ich granicami), sporządzanie takiego raportu może stać się wymogiem w przypadku wszelkich przedsięwzięć mogących oddziaływać na te siedliska i gatunki.

Końcowym etapem postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko jest wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. W decyzji tej określa się (art. 56 ust. 2): (1) rodzaj i miejsce realizacji przedsięwzięcia, (2) warunki wykorzystania terenu w fazie realizacji i eksploatacji, ze szczególnym uwzględnieniem konieczności ochrony cennych wartości przyrodniczych, zasobów naturalnych i zabytków oraz ograniczenia uciążliwości dla terenów sąsiednich, (3) wymagania dotyczące ochrony środowiska konieczne do uwzględnienia w projekcie budowlanym, (4) wymogi w zakresie przeciwdziałania skutkom awarii przemysłowych, (5) wymogi w zakresie odgraniczania transgranicznego oddziaływania na środowisko, (6) ew. stwierdzenie konieczności utworzenia obszaru ograniczonego użytkowania.

Jak zatem widać, właściwie sporządzony raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko może być istotnym narzędziem ograniczania strat przyrodniczych wynikających z realizacji przedsięwzięć, w tym inwestycji hydrotechnicznych. W praktyce wiele raportów ooś nie spełnia jednak takiej roli, z trzech głównych powodów: (i) braku zrozumienia dla potrzeb i znaczenia ochrony przyrody przez inwestora zlecającego wykonanie raportu, (ii) braku kompetencji wykonawców raportu w zakresie oceny zasobów przyrodniczych oraz (iii) ogólnikowości wytycznych co do zawartości przyrodniczej części raportu sformułowanych w ustawie Prawo ochrony środowiska.

Według przepisów art. 52 ust. 1 ww. ustawy, raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko powinien zawierać:

- pkt. 1) opis planowanego przedsięwzięcia (w szczególności: charakterystykę całego przedsięwzięcia i warunki wykorzystywania terenu w fazie realizacji i eksploatacji, główne cechy charakterystyczne procesów produkcyjnych, przewidywane wielkości emisji wynikające z funkcjonowania planowanego przedsięwzięcia),
- pkt. 2) opis elementów przyrodniczych środowiska, objętych zakresem przewidywanego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia,
- pkt. 2a) opis istniejących zabytków chronionych na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami,
- pkt. 3) opis analizowanych wariantów (w tym: wariantu polegającego na niepodejmowaniu przedsięwzięcia oraz wariantu najkorzystniejszego dla środowiska, wraz z uzasadnieniem),

³ Wymienione w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczególnych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko – Dz. U. Nr 257, poz. 2573, z późniejszymi zmianami).

⁴ Directive 2004/35/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage.

- pkt. 4) określenie przewidywanego oddziaływania na środowisko analizowanych wariantów,
- pkt. 4a) analizę i ocenę możliwych zagrożeń i szkód dla zabytków chronionych na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami,
- pkt. 5) uzasadnienie wybranego przez wnioskodawcę wariantu, ze wskazaniem jego oddziaływania na środowisko (w szczególności na: (a) ludzi, zwierzęta, wodę i powietrze, (b) powierzchnię ziemi, z uwzględnieniem ruchów masowych ziemi, klimat i krajobraz, (c) dobra materialne, (d) zabytki i krajobraz kulturowy, objęte istniejącą dokumentacją, w szczególności rejestrem lub ewidencją zabytków, (e) wzajemne oddziaływanie między elementami wymienionymi w punktach a-d),
- pkt. 6) opis przewidywanych znaczących oddziaływań planowanego przedsięwzięcia na środowisko (obejmujący bezpośrednie, pośrednie, wtórne, skumulowane, krótko-, średnio- i długoterminowe, stałe i chwilowe oddziaływania na środowisko, wynikające z: (a) istnienia przedsięwzięcia, (b) wykorzystywania zasobów środowiska, (c) emisji) oraz opis metod prognozowania zastosowanych przez wnioskodawcę,
- pkt. 7) opis przewidywanych działań mających na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko,
- pkt. 8) jeżeli planowane przedsięwzięcie jest związane z użyciem instalacji, porównanie proponowanej technologii z technologią spełniającą wymagania z art. 143 ustawy,
- pkt. 9) wskazanie, czy dla planowanego przedsięwzięcia konieczne jest ustanowienie obszaru ograniczonego użytkowania, ograniczeń w zakresie przeznaczenia terenu, wymagań technicznych dotyczących obiektów budowlanych i sposobu korzystania z nich,
- pkt. 10) przedstawienie zagadnień w formie graficznej,
- pkt. 11) analizę możliwych konfliktów społecznych związanych z planowanym przedsięwzięciem,
- pkt. 12) przedstawienie propozycji monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na etapie jego budowy i eksploatacji,
- pkt. 13) wskazanie trudności wynikających z niedostatków techniki lub luk we współczesnej wiedzy, jakie napotkano opracowując raport,
- pkt. 14) streszczenie w języku niespecjalistycznym informacji zawartych w raporcie,
- pkt. 15) nazwisko osoby lub osób sporządzających raport,
- pkt. 16) źródła informacji stanowiące podstawę do sporządzenia raportu.

Ponadto obowiązują też przepisy:

- ust. 1b) informacje, o których mowa w ust. 1 pkt. 4-7 powinny uwzględniać przewidywane oddziaływanie analizowanych wariantów w odniesieniu do siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt, dla ochrony których został wyznaczony obszar Natura 2000,
- ust. 3) raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko powinien uwzględniać oddziaływania przedsięwzięcia na etapach jego realizacji, eksploatacji oraz likwidacji.

Ogólnikowość wytycznych w kwestiach dotyczących opisu środowiska przyrodniczego oraz oddziaływań przedsięwzięcia na siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt rodzi realne niebezpieczeństwo celowego lub nieświadomego pomijania w raportach osób istotnych oddziaływań planowanych przedsięwzięć i ustawiania treści raportu pod kątem interesów inwestora.

W dalszej części niniejszego opracowania podane zostaną wskazówki, jakiego rodzaju informacje powinny znaleźć się w części przyrodniczej raportu o oddziaływaniu inwestycji na środowisko dotyczącego wybranych typów robót hydrotechnicznych, jeżeli ma on realnie i rzetelnie oceniać wpływ danego przedsięwzięcia na środowisko przyrodnicze oraz formułować odpowiednie środki zaradcze. Uwzględniono trzy najczęstsze rodzaje przedsięwzięć hydrotechnicznych: regulacje cieków wodnych, budowę zbiorników i stopni wodnych oraz budowę wałów przeciwpowodziowych.

II. Jakie informacje powinien zawierać raport o oddziaływaniu inwestycji hydrotechnicznej na środowisko?

1) PRZEDSIĘWZIĘCIA DOTYCZĄCE REGULACJI CIEKÓW WODNYCH

Tradycyjnie prowadzone techniczne regulacje cieków wodnych bardzo często prowadzą do znacznego zmniejszenia różnorodności biologicznej na danym odcinku cieku oraz w dolinie zalewowej. Szczególnie narażone na negatywne oddziaływania są organizmy wodne, zasiedlające koryto i strefę brzegową cieków. Biorąc pod uwagę dużą rolę dolin cieków wodnych jako ostoji siedlisk przyrodniczych oraz gatunków flory i fauny, a także ich znaczenie jako korytarzy ekologicznych, straty te mają często znaczenie wykraczające poza bezpośredni obszar przedsięwzięcia. Negatywne oddziaływanie regulacji wynika na ogół z:

- upraszczania struktury koryta i brzegów cieku,
- wprowadzania budowli poprzecznych przegradzających koryto cieku,
- powodowania zniszczeń siedlisk na terenach nadbrzeżnych w trakcie prowadzenia robót regulacyjnych.

W związku z powyższym, oceniając od strony przyrodniczej raport oś dla przedsięwzięć polegających na regulacji cieków wodnych, należy zwrócić uwagę na następujące punkty:

1.1) Opis środowiska przyrodniczego na obszarze planowanego przedsięwzięcia

1.1.1) Czy i jak dokładnie opisano cechy **środowiska abiotycznego** wpływające na warunki życiowe organizmów żywych? W szczególności:

- Czy podano opis morfologii koryta cieku, z zaznaczeniem elementów istotnych przyrodniczo, takich jak: (i) obecność zatok i zwężeń koryta, (ii) obecność odnóg i miejsc zastoiskowych, (iii) obecność plos, przemiałów i bystrzy, (iv) obecność wysp i odsypisk, (v) charakter dna cieku (kamieniste, żwirowe, piaszczyste, muliste itp.)?
- Czy podano opis ukształtowania brzegów cieku (skarpy strome, skarpy nachylone, brzegi płaskie, obecność lub brak obrywów brzegowych, wysokość brzegów ponad lustrem wody, rodzaj podłoża itp.)?
- Czy podano charakterystykę terenów nadbrzeżnych w dolinie cieku (dominujące rodzaje osadów, ukształtowanie podłoża, obecność form związanych z działalnością wód płynących (starorzecza z lustrem wody, starorzecza załadowione, podłużne zagłębienia terenu powstałe w wyniku przepływu wód wezbraniowych, mokradła, terasy itp.), obecność lub brak obwałowań, sposób użytkowania, obecność zabudowy itp.)?
- Czy podano dane na temat poziomu i wahań wód gruntowych na obszarach przybrzeżnych?
- Czy podano dane na temat częstości, wysokości i zasięgu wylewów?

1.1.2) Czy i jak dokładnie opisano **charakter szaty roślinnej** na obszarze planowanego przedsięwzięcia oraz w strefie jego przewidywanego oddziaływania? W szczególności:

- Czy podano opis roślinności w korycie cieku, w pasie brzegowym oraz w pozostałej części doliny zalewowej?
- Jak dokładnie scharakteryzowano roślinność w ww. strefach? Czy wymieniono występujące zbiorowiska roślinne (patrz Matuszkiewicz 2002), grupy morfologiczne roślin (patrz Żelazo i Popek 2002, s. 105-112), albo przynajmniej dominujące gatunki lub rodzaje roślin?

Często spotykane w raportach oś ogólne określenia typu „roślinność wodna”, „roślinność trawiasta”, „zadrzewienia i zakrzaczenia” itp. zazwyczaj nie dają żadnych podstaw do oceny rzeczywistej wartości przyrodniczej obszaru planowanego przedsięwzięcia i **świadczą na ogół o braku kompetencji wykonawców raportu** w zakresie waloryzacji zasobów przyrodniczych!

- Czy podano informację o występowaniu lub braku gatunków objętych ochroną, w tym gatunków wymagających ustalenia stref ochrony ich ostoi lub stanowisk⁵?
- Czy podano informację o występowaniu lub braku gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi Roślin (Kaźmierczakowa i Zarzycki 2001)?
- Czy podano informację o występowaniu lub braku siedlisk przyrodniczych z załącznika I oraz gatunków roślin i zwierząt z załącznika II Dyrektywy Siedliskowej?

Podanie informacji o występowaniu siedlisk przyrodniczych i gatunków wymienionych w załączniku I i II Dyrektywy Siedliskowej (oraz w załączniku I Dyrektywy Ptasiej) jest obecnie warunkiem koniecznym w przypadku raportów dotyczących oddziaływania przedsięwzięcia na obszary Natura 2000. W przypadku przedsięwzięć nie dotyczących obszarów Natura 2000, będzie ona wymagana w związku z przyszłym wejściem w życie (od 30 kwietnia 2007 r.) nowej dyrektywy UE („Directive 2004/35/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage”), nakazującej zapobieganie i kompensowanie negatywnych oddziaływań przedsięwzięć na siedliska przyrodnicze i gatunki roślin i zwierząt wymienione w ww. załącznikach Dyrektywy Siedliskowej i Ptasiej, zarówno na obszarach Natura 2000 jak

⁵ Na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących roślin objętych ochroną (Dz. U. Nr 168, poz. 1764) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną (Dz. U. Nr 168, poz. 1765).

i poza ich granicami. Brak takiej informacji może w niedalekiej przyszłości utrudnić starania o uzyskanie środków z UE, nawet w przypadku, gdy dane przedsięwzięcie nie wywiera znaczącego oddziaływania na któryś z obszarów Natura 2000.

W przypadku dolin rzek i mniejszych cieków wodnych szczególnie istotna jest informacja o występowaniu następujących typów siedlisk przyrodniczych (oznaczonych kodami stosowanymi przez Komisję Europejską⁶):

- starorzecza i inne naturalne zbiorniki wodne (kod 3150),
- pionierska roślinność na kamieńcach górskich potoków (kod 3220),
- zarośla wrześni na kamieńcach i żwirowiskach górskich potoków (kod 3230),
- zarośla wierzby siwej na kamieńcach i żwirowiskach górskich potoków (kod 3240),
- nizinne i podgórskie rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników (kod 3260),
- zalewane muliste brzegi rzek (kod 3270),
- zmiennowilgotne łąki trzęślicowe (kod 6410),
- ziołorośla górskie i ziołorośla nadrzeczne (kod 6430),
- łąki selernicowe (kod 6440),
- niżowe i górskie łąki świeże użytkowane ekstensywnie (kod 6510),
- torfowiska przejściowe i trzęsawiska (kod 7140),
- źródłiska nawapienne (kod 7220),
- górskie i nizinne torfowiska zasadowe o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk (kod 7230),
- górskie jaworzyny ziołoroślowe (kod 9140),
- grądy (kod 9160 i 9170),
- jaworzyny i lasy klonowo-lipowe na stokach i zboczach (kod 9180),
- łągi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe, olsy źródłiskowe (kod 91E0),
- łągowe lasy dębowo-wiązowo-jesionowe (kod 91F0).

1.1.3) Czy i jak dokładnie opisano **faunę** występującą na obszarze planowanego przedsięwzięcia oraz w strefie przewidywanego oddziaływania? Istotne jest przy tym nie tylko stwierdzenie występowania lub braku poszczególnych gatunków, ale również informacja o istnieniu siedlisk charakterystycznych dla poszczególnych gatunków, umożliwiających ich osiedlenie się na tym obszarze w przyszłości. W szczególności:

- Czy podano informację o występowaniu i składzie gatunkowym ichtiofauny na obszarze planowanego przedsięwzięcia (koryta cieków, starorzecza i inne zbiorniki wodne)?
- Czy podano informację o występowaniu płazów i gadów, w szczególności gatunków związanych z wodami (płazy – wszystkie gatunki, a wśród gadów – zaskroniec, żółw błotny)?
- Czy podano informację o występowaniu rzadszych gatunków ptaków, w szczególności związanych z wodami i terenami podmokłymi?
- Czy podano informację o występowaniu rzadszych gatunków ssaków, w szczególności związanych z wodami i terenami zalewowymi (m.in. wydra, norka, bóbr, rzęsorki, piżmak)?
- Czy scharakteryzowano faunę bezkręgowców wodnych koryta cieków?
- Czy scharakteryzowano faunę bezkręgowców na terenach przybrzeżnych (m.in. motyle, ważki, chrząszcze, prostoskrzydłe, i in.)?
- Czy podano informację o występowaniu lub braku gatunków objętych ochroną, w tym gatunków wymagających ustalenia stref ochrony ostoi, miejsc rozrodu lub regularnego przebywania⁷?

⁶ Patrz m.in. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 maja 2005 r. w sprawie typów siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt, wymagających ochrony w formie wyznaczenia obszarów Natura 2000 (Dz. U. Nr 94, poz. 795).

⁷ Na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 28 września 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących zwierząt objętych ochroną (Dz. U. Nr 220, poz. 2237).

- Czy podano informację o występowaniu lub braku gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt (Kręgowce – Głowaciński 2001, Bezkręgowce – Głowaciński i Nowacki 2004)?
- Czy podano informację o występowaniu lub braku gatunków zwierząt (poza ptakami) z załącznika II Dyrektywy Siedliskowej oraz gatunków ptaków z załącznika I Dyrektywy Ptasiej⁸?

Patrz też – uwaga na temat Dyrektywy 2004/35/CE w punkcie 1.1.2.

- 1.1.4) Czy opisano stan i znaczenie obszaru planowanego przedsięwzięcia jako **korytarza ekologicznego** łączącego rozdzielone przestrzennie płaty siedlisk przyrodniczych i populacje gatunków roślin i zwierząt oraz umożliwiającego migrację gatunków do i z terenów rozrodczych?

Chodzi tu zarówno o koryto cieku wraz z pasem brzegowym, jak i o całą dolinę zalewową. W wielu raportach oś obszar przedsięwzięcia traktowany jest wąsko i w oderwaniu od otoczenia, bez uwzględnienia jego roli w łączeniu rozdzielonych populacji roślin i zwierząt. Konsekwencją takiego podejścia jest bagatelizowanie strat przyrodniczych dotyczących relatywnie niewielkich powierzchni różnych siedlisk. Tymczasem, zwłaszcza w okolicach intensywnie zagospodarowanych, nawet pozornie niewielkie objekty (np. rów, zadrzewienie, płat nieużytkowanej roślinności itp.) mogą mieć duże znaczenie dla utrzymywania kontaktu między lokalnymi populacjami i w konsekwencji – dla zapobiegania ich wymieraniu.

- 1.1.5) Czy podano informację o **obszarach i obiektach objętych ochroną prawną** znajdujących się w zasięgu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia?

Aktualnie w Polsce mogą to być⁹: parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000, pomniki przyrody, stanowiska dokumentacyjne, użytki ekologiczne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe, a także strefy ochrony ostoi lub stanowiska wybranych gatunków roślin i grzybów oraz strefy ochrony ostoi, miejsc rozrodu lub regularnego przebywania wybranych gatunków zwierząt. Chodzi przy tym zarówno o obszary i objekty już objęte ochroną, jak i projektowane oraz zarówno o obszary i objekty obejmowane ochroną na szczeblu wojewody a także wyznaczane przez władze gminne.

- 1.1.6) Czy podano źródła danych wykorzystanych dla potrzeb charakterystyki przyrodniczej obszaru planowanego przedsięwzięcia? W szczególności:

- Czy wykorzystano dane z inwentaryzacji przyrodniczych gmin (dostępne w biurach Wojewódzkich Konserwatorów Przyrody)?
- Czy zweryfikowano możliwość oddziaływania przedsięwzięcia na wyznaczone i zaprojektowane obszary Natura 2000 (informacje o istniejących i proponowanych obszarach Natura 2000 dostępne są w biurach Wojewódzkich Konserwatorów Przyrody oraz na stronach internetowych Ministerstwa Środowiska)?
- Czy i w jakim okresie roku wykonano inwentaryzację aktualnych zasobów przyrodniczych na obszarze planowanego przedsięwzięcia?
- Czy podano metodykę wykonywania inwentaryzacji poszczególnych grup gatunków?
- Czy podano nazwiska i kwalifikacje wykonawców inwentaryzacji?

1.2) Opis przewidywanych oddziaływań przedsięwzięcia na środowisko przyrodnicze

- 1.2.1) Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na cechy **środowiska abiotycznego** istotne z punktu widzenia organizmów żywych? W szczególności:

- Czy podano dane na temat zmian jakości wody w wyniku prowadzenia prac regulacyjnych (m.in. wpływ ew. uruchomienia osadów dennych)?
- Czy opisano przewidywane zmiany ukształtowania koryta cieku (dna i brzegów), jakie nastąpią w wyniku przedsięwzięcia (m.in. odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.1)?
- Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na tereny nadbrzeżne (w tym skutki wykonywania prac ziemnych, ruchu pojazdów, składowania materiałów budowlanych, obecności robotników itp.)? W szczególności chodzi tu o: (i) ew. zajęcie siedlisk nadrzecznych na potrzeby prowadzenia robót, wytyczenia dróg technicznych, wyznaczenia miejsc składowania materiałów itp., (ii) ew. wyćinkę lasów, zadrzewień, drzew i krzewów, (iii) ew. likwidację lub naruszenie brzegów starorzeczny i innych zbiorników wodnych.

⁸ Pełna lista krajowych gatunków ptaków chronionych na podstawie Dyrektywy Ptasiej, wraz z niewymienionymi z nazwy w ww. Dyrektywie gatunkami migrującymi, została podana w opracowaniu pt. „Ptaki. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny”, Tom 7 (część I) i 8 (część II) – Gromadzki 2004.

⁹ Na podstawie Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. Nr 92, poz. 880, z późn. zm.).

- Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na poziom i wahania wód gruntowych na obszarach przybrzeżnych (np. ewentualny spadek na skutek erozji dennej albo wzrost w efekcie podpiętrzania cieku)?
 - Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na częstość i zasięg wylewów?
- 1.2.2) Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na stan **szaty roślinnej** na obszarze planowanej inwestycji (w korycie i pasie brzegowym cieku oraz na terenach zalewowych), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.2? Należy przy tym uwzględnić nie tylko bezpośrednie niszczenie roślinności na skutek prac regulacyjnych, ale również późniejsze oddziaływania wynikające z ew. zmian poziomu wód gruntowych oraz z ew. zmian częstości i zasięgu wylewów. W szczególności należy uwzględnić wpływ przedsięwzięcia na stan siedlisk przyrodniczych z załącznika I Dyrektywy Siedliskowej, wymienionych w punkcie 1.1.2.
- 1.2.3) Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na stan **fauny** na obszarze planowanej inwestycji (w korycie i pasie brzegowym cieku oraz na terenach zalewowych), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.3?

W szczególności chodzi tu o możliwy wpływ przedsięwzięcia na:

- stan (liczebność i skład gatunkowy) ichtiofauny oraz fauny bezkręgowców w korycie cieku (wpływ zmian przekroju poprzecznego koryta cieku, ujednoczenia ukształtowania dna, zmiany głębokości cieku, zmiany prędkości i warunków przepływu wody itp.),
 - możliwości migracji ryb i innych organizmów wodnych (wpływ budowli poprzecznych w korycie),
 - warunki życiowe zwierząt zamieszkujących strefę przybrzeżną cieku (wpływ zmian ukształtowania koryta i brzegów cieku),
 - warunki życiowe zwierząt zasiedlających dolinę zalewową, w tym związanych z terenami podmokłymi, starorzeczami i innymi zbiornikami wodnymi (m.in. poprzez możliwy wpływ przedsięwzięcia na poziom i wahania wód gruntowych oraz na częstość i zasięg wylewów).
- 1.2.4) Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na możliwość spełniania przez koryto i dolinę regulowanego cieku funkcji **korytarza ekologicznego**? Chodzi tu zarówno o wpływ budowli poprzecznych przegradzających koryto cieku, jak i zmiany środowiska w pasie brzegowym oraz w całej dolinie zalewowej (wyrównywanie podłoża, likwidacja zadrzewień i zakrzaczeń, likwidacja zbiorników wodnych itp.).
- 1.2.5) Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na **obszary i obiekty objęte ochroną** w pobliżu obszaru planowanej inwestycji (w tym również wpływ na strefy ochrony miejsc występowania i rozrodu wybranych gatunków roślin i zwierząt)? Należy tu uwzględnić nie tylko oddziaływania polegające na bezpośrednim niszczeniu obszarów i obiektów, ale również możliwy wpływ zmian poziomu i wahań wód gruntowych oraz zmian częstości i zasięgu wylewów (zmiany te wywierają z reguły negatywny wpływ m.in. na lasy łęgowe i łąki zalewowe).

1.3) Opis działań dla zapobiegania, ograniczania lub kompensacji przyrodniczej negatywnych oddziaływań na środowisko

- 1.3.1) Czy zaproponowano środki zmniejszające negatywne oddziaływanie na stan przyrodniczy **koryta i brzegów cieku**, w tym:
- Czy rozważono zalecenie ograniczenia długości odcinka cieku przeznaczonego do regulacji lub pozostawienie wybranych odcinków w obecnym stanie?
 - Czy zalecono odstąpienie od prostowania koryta, dążąc do zapewnienia dynamicznej równowagi cieku naturalnego?
 - Czy zalecono odstąpienie od robót ziemnych profilujących koryto do przekroju trapezowego?
 - Czy zalecono odstąpienie lub ograniczenie likwidacji wysp i odsypisk w korycie cieku?
 - Czy zalecono odstąpienie lub ograniczenie likwidacji bocznych odnóg i miejsc zastoiskowych oraz zachowanie ich połączenia z korytem cieku?
 - Czy zalecono wzbogacenie linii brzegowej cieku w lokalne nierówności (zatoczki, wypukłości, wyrwy, osuwiska itp.) tworzące siedliska zasiedlane przez organizmy zwierzęce i rośliny oraz powodujące powstawanie zawirowań, prądów wstecznych i obszarów zastoiskowych, różnicujących warunki dla organizmów wodnych?
 - Czy zalecono pozostawianie w cieku tzw. elementów habitatowych (głazy i kamienie, odsypiska kamienne i żwirowe, zwalone pnie drzew, podmyte systemy korzeniowe, nawisy skarp brzegowych,

gałęzie i rośliny zwisające z brzegów), stanowiących niezbędną część przestrzeni życiowej ryb i innych organizmów wodnych?

- Czy zalecono wzbogacenie cieku w ww. elementy habitatowe (np. przez pokrycie dna żwirem lub otoczkami, układanie głazów, kamieni lub pni drzew, wykonywanie zatok, cypli, wysp, płycizn, stromych skarp brzegów itp.)?
- Czy w razie konieczności instalacji budowli poprzecznych stabilizujących dno koryta zalecono wykonywanie ich w formie bystrzy narzutowych o łagodnym spadku, pozwalających zachować drożność biologiczną cieku?
- Czy rozważono możliwość dopuszczenia do swobodnego kształtowania się i różnicowania linii brzegowej, poprzez wydzielenie pasa terenu (korytarza), w którym linia brzegów rzeki może się zmieniać oraz stabilizację linii granicznej za pomocą drzew i krzewów?
- Czy zalecono ograniczenia czasowe prowadzenia robót, niezbędne dla ochrony korytarzy migracyjnych lub tarlisk (po konsultacji z ichtiologami)?
- Czy zalecono ograniczenie długości brzegów podlegających umocnieniu?
- Czy zalecono, tam gdzie to możliwe, stosowanie zabudowy jednostronnej?
- Czy zalecono rezygnację z zastosowania do umacniania brzegów materiałów martwych (beton, asfalt itp.), proponując w zamian umocnienia roślinne, ew. uzupełniane materiałami naturalnymi (kamień, faszyna)?
- Czy zalecono umożliwienie wzrostu roślinności na skarpach brzegowych?
- Czy zalecono zmniejszenie nachylenia skarp brzegowych (tam gdzie to możliwe), w celu zwiększenia pojemności koryta cieku oraz polepszenia dostępności cieku dla zwierząt?
- Czy w razie konieczności stosowania narzutu kamiennego zalecono układanie głazów (nie klinowanie odpadami kamienia) oraz inicjowanie zadarnienia przez zasypianie ziemią wolnych przestrzeni między głazami i obsiew nasionami traw?
- Czy zalecono ograniczenie stosowania umocnień z koszy siatkowo-kamiennych wyłącznie dla zabezpieczenia konstrukcji budowlanych usytuowanych blisko brzegu cieku?
- Czy zalecono pozostawianie fragmentów stromych obrywów brzegowych, służących jako miejsca rozrodu ptaków (zimorodek, brzegówka, pluszcz, pliszka górska)?

1.3.2) Czy zaproponowano środki zmniejszające negatywne oddziaływanie na stan przyrodniczy **terenów zalewowych**, w tym:

- Czy wprowadzono nakaz ograniczenia powierzchni cennych siedlisk przyrodniczych zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku prac regulacyjnych? Chodzi tu w szczególności o siedliska wymienione w załączniku I Dyrektywy Siedliskowej (patrz punkt 1.1.2).
- Czy wprowadzono zakaz naruszania brzegów oraz powierzchni starorzeczy i oczek wodnych?
- Czy wprowadzono zakaz niszczenia elementów środowiska ważnych dla zachowania właściwego stanu korytarza ekologicznego wzdłuż danego odcinka doliny cieku wodnego (zadrzewienia i zakrzaczenia, zbiorniki wodne, płyty roślinności szuwarowej, mokradła itp.)?
- Czy przewidziano konieczność oceny przyrodniczej miejsc ew. poboru lub deponowania materiałów ziemnych?
- Czy wprowadzono ograniczenia czasowe wykonywania robót związane z potrzebami ochrony cennych gatunków flory i fauny na terenach zalewowych?
- Czy wprowadzono propozycje modyfikacji projektu regulacji, w celu zmniejszenia zagrożenia znacznego spadku poziomu wód gruntowych (efekt drenującej działalności wyprostowanego cieku wodnego)? Likwidacja lokalnych „mokradeł i podmokłości” w wielu raportach ooś wymieniana jest jako jedno z korzystnych oddziaływań przedsięwzięcia (sic!). Tymczasem, z punktu widzenia ochrony lokalnej różnorodności biologicznej, działania takie należą do jednych z najgroźniejszych oddziaływań negatywnych (likwidacja cennych siedlisk przyrodniczych oraz miejsc występowania wielu zagrożonych gatunków flory i fauny).

1.3.3) Czy zaproponowano środki **kompensacji przyrodniczej**, w przypadku strat niemożliwych do uniknięcia?

Podanie szczegółowych działań kompensacyjnych jest konieczne przede wszystkim w przypadku raportów dotyczących oddziaływania przedsięwzięć na obszary Natura 2000. W niedalekiej przyszłości, w związku z wdrożeniem Dyrektywy 2004/35/CE (patrz punkt 1.1.2), może ono stać się standardowym

wymogiem dla raportów oos dotyczących oddziaływania na siedliska i gatunki wymienione w załączniku I i II Dyrektywy Siedliskowej oraz w załączniku I Dyrektywy Ptasiej. Wiele przykładów potencjalnych działań kompensacyjnych dla strat przyrodniczych powstałych w wyniku przedsięwzięć hydrotechnicznych można znaleźć w rozdziale 5 w podręczniku Żelazo i Popka (2002).

1.4) Opis monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko

1.4.1) Czy przedstawiono propozycje **monitoringu** oddziaływań planowanego przedsięwzięcia na etapie budowy i eksploatacji?

Zgodnie z art. 52 ust. 1 pkt 12 ustawy Prawo ochrony środowiska, raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko powinien zawierać propozycje takiego monitoringu. W praktyce jednak autorzy raportów często odstępują od zalecania jego prowadzenia argumentując, że dane przedsięwzięcie nie wymaga monitorowania. W niektórych przypadkach stwierdzenie takie może być uzasadnione, często jednak jest ono wynikiem niekompetencji autorów raportu w zakresie oceny zasobów przyrodniczych oraz niewiedzy, jakie grupy roślin i zwierząt będą poddane oddziaływaniu przedsięwzięcia oraz jaki może być przestrzenny i czasowy zasięg takiego oddziaływania. W przypadku przedsięwzięć dotyczących rzek i ich dolin – a więc terenów o niezwykle wysokiej wartości przyrodniczej i silnie uzależnionych od określonego stanu czynników abiotycznych – przypadki, w których zaniechanie monitoringu mogłoby być rzeczywiście merytorycznie uzasadnione, należą raczej do wyjątków.

1.4.2) Czy propozycja monitoringu zawiera **wszystkie niezbędne elementy**?

Program monitoringu proponowany w raportach oos powinien służyć dwóm celom: (i) monitorowaniu prac wykonawców w trakcie realizacji przedsięwzięcia pod względem ich spójności z ustalonymi wcześniej środkami i działaniami zaradczymi oraz (ii) ocenie rzeczywistych oddziaływań planowanego przedsięwzięcia na środowisko, zarówno podczas, jak i w kolejnych latach po zakończeniu prac. Podając propozycje monitoringu należy wskazać:

- Jakie osoby lub instytucje powinny odpowiadać za jego prowadzenie?
- Kto powinien być obciążony kosztami monitoringu (z reguły będzie to inwestor, choć takie rozwiązanie może budzić wątpliwości co do rzetelności wyników? Bezpieczniej byłoby finansowanie monitoringu przez instytucje niezależne od inwestora, na przykład przez organ wydający zgodę na prowadzenie przedsięwzięcia).
- Jakie elementy środowiska (w tym środowiska przyrodniczego, na przykład ichtiofauna, awifauna, flora itp.) mają podlegać monitoringowi?
- Na jakim obszarze (lub w jakich miejscach) ma być prowadzony monitoring?
- Z jaką częstotliwością i przez jak długi okres czasu ma być prowadzony monitoring?
- Jakim instytucjom oraz jak często mają być przedstawiane wyniki monitoringu?
- Jakiego rodzaju (lub jakiej skali) zmiany monitorowanych wskaźników należy uznać za powodujące konieczność podjęcia środków zaradczych oraz jakie powinny to być środki?

2) PRZEDSIĘWZIĘCIA DOTYCZĄCE BUDOWY ZBIORNIKÓW WODNYCH

Budowa zbiorników wodnych należy do przedsięwzięć niezwykle silnie oddziałujących na środowisko przyrodnicze w dolinach rzek i innych cieków wodnych. W odróżnieniu od regulacji, wpływającej przede wszystkim na organizmy wodne w korycie cieku, budowa zbiorników wodnych zmienia warunki środowiska zarówno w korycie, jak i w całej dolinie, i to nie tylko na obszarze zbiornika, lecz również na dalekich odcinkach rzeki poniżej zapory (wpływ zmian reżimu hydrologicznego i postępującej erozji dennej poniżej zapory). Biorąc pod uwagę dużą rolę dolin cieków wodnych jako ostoji siedlisk przyrodniczych oraz gatunków flory i fauny, a także ich znaczenie jako korytarzy ekologicznych, straty te mają często znaczenie wykraczające daleko poza bezpośredni obszar przedsięwzięcia. W przypadku budowy zbiorników wodnych szczególnie duże straty związane są z blokowaniem możliwości migracji organizmów wodnych (w tym wędrownych gatunków ryb), co może doprowadzać nawet do wyginięcia niektórych gatunków w skali całych zlewni.

W związku z powyższym, oceniając od strony przyrodniczej raport oos dla przedsięwzięć polegających na budowie zbiorników i stopni wodnych, należy zwrócić uwagę na następujące punkty:

2.1) Opis środowiska przyrodniczego na obszarze planowanego przedsięwzięcia

Generalnie w raporcie powinny zostać omówione zagadnienia wymienione przy opisie środowiska przyrodniczego w raportach dotyczących regulacji cieków wodnych (patrz pkt. 1.1).

W porównaniu z raportem oś dotyczącym regulacji ciek w wodnego, raport dla budowy zbiornika powinien zawierać ponadto:

- charakterystykę dotychczasowych warunków hydrologicznych na obszarze planowanego zbiornika oraz na odcinku ciek poniżej zapory, objętym przewidywanym oddziaływaniem zbiornika (zwykle od kilku do kilkudziesięciu kilometrów w dół ciek),
- dokładniejszy opis szaty roślinnej i świata zwierzęcego w dolinie zalewowej w granicach i na zewnątrz od planowanych obwałowań zbiornika,
- charakterystykę szaty roślinnej i świata zwierzęcego oraz opis obszarów i obiektów chronionych na obszarach poniżej zapory, na odcinku objętym przewidywanym oddziaływaniem zbiornika (zwykle od kilku do kilkudziesięciu kilometrów w dół ciek),
- charakterystykę znaczenia odcinków ciek znajdujących się powyżej planowanej zapory dla migracji i rozrodu organizmów wodnych, w tym wędrownych gatunków ryb.

2.2) Opis przewidywanych oddziaływań przedsięwzięcia na środowisko przyrodnicze

2.2a) Oddziaływania podczas budowy

- 2.2a.1) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na stan **szaty roślinnej** na obszarze planowanej inwestycji (na terenach zalewowych oraz w korycie i pasie brzegowym ciek), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.2? W szczególności należy uwzględnić wpływ przedsięwzięcia na stan siedlisk przyrodniczych z załącznika I Dyrektywy Siedliskowej, wymienionych w punkcie 1.1.2.
- 2.2a.2) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na warunki występowania i rozrodu **fauny** zasiedlającej obszar planowanej inwestycji (na terenach zalewowych oraz w korycie i pasie brzegowym ciek), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.3?

Należy uwzględnić m.in. wpływ przedsięwzięcia polegający na:

- niszczeniu siedlisk i miejsc występowania poszczególnych gatunków na skutek prowadzenia robót,
 - płoszeniu zwierząt występujących (rozmnażających się, żerujących lub odpoczywających) na obszarze planowanej inwestycji, w związku z prowadzeniem robót,
 - wprowadzaniu zanieczyszczeń chemicznych w związku z prowadzeniem robót (wycieki olejów, smarów, paliwa itp.).
- 2.2a.3) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na możliwość spełniania przez koryto i dolinę ciek funkcji **korytarza ekologicznego**? Chodzi tu zarówno o wpływ robót w korycie ciek, jak i zmiany środowiska w pasie brzegowym i w całej dolinie zalewowej (wyrównywanie podłoża, likwidacja zadrzewień i zakrzaczeń, likwidacja zbiorników wodnych, płoszenie itp.).
- 2.2a.4) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na **obszary i obiekty objęte ochroną** w pobliżu obszaru planowanej inwestycji (w tym również wpływ na strefy ochrony miejsc występowania i rozrodu wybranych gatunków roślin i zwierząt)? Należy tu uwzględnić nie tylko oddziaływania polegające na bezpośrednim niszczeniu obszarów i obiektów, ale również wynikające ze zmian otoczenia (wpływ zasypywania pobliskich zbiorników wodnych i rowów, zmian ukształtowania podłoża, wycinania drzew i krzewów, wytyczania i użytkowania dróg technicznych w pobliżu, eksploatacji podłoża na terenie przyszłego zbiornika itp.).

2.2b) Oddziaływania podczas użytkowania zbiornika

- 2.2b.1) Czy opisano przewidywany wpływ użytkowania zbiornika na cechy **środowiska abiotycznego** istotne z punktu widzenia organizmów żywych? W szczególności:
- Czy podano dane na temat zmian jakości wody w zbiorniku i na odcinku rzeki poniżej zapory w wyniku piętrzenia (zmiany temperatury, natlenienia, pH, zawartości osadów itp.)?
 - Czy opisano przewidywany wpływ funkcjonowania zbiornika na stan terenów w jego czaszy (poziom i zasięg zalewu, rytmika napełniania i spuszczenia wody w zbiorniku)?
 - Czy opisano przewidywane zmiany ukształtowania koryta ciek na odcinku poniżej zapory, jakie będą konieczne dla zapewnienia sprawnego przepuszczania wód ze zbiornika (m.in. odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.1)?
 - Czy opisano przewidywany wpływ użytkowania zbiornika na poziom i wahania wód gruntowych na obszarze w sąsiedztwie zbiornika (ew. wzrost w efekcie piętrzenia) oraz w dolinie rzecznej poniżej zapory (ew. spadek na skutek erozji dennej)? Postępujący z biegiem lat spadek poziomu wód grunto-

wych w dolinie rzecznej poniżej zapory jest jednym z najbardziej dalekosiężnych negatywnych oddziaływań zbiorników wodnych, tylko w niewielkim stopniu rekompensowanym przez lokalny wzrost różnorodności biologicznej w czaszy i wokół zbiornika.

- Czy opisano przewidywany wpływ zbiornika na częstość i zasięg wylewów na obszarach w dolinie rzecznej poniżej zapory? W wielu raportach o oś ograniczanie częstości i zasięgu wylewów na odcinkach poniżej zapory traktowane jest jako jedno z korzystnych oddziaływań zbiornika. Tymczasem z punktu widzenia funkcjonowania ekosystemu doliny rzecznej (w szczególności lasów łęgowych, łąk zalewowych, ziołorośli nadrzecznych itp.) jest to jedno z najpoważniejszych oddziaływań negatywnych, wymagających starannej oceny i zapobiegania, a przynajmniej zaprojektowania działań osłonowych, w postaci np. okresowych sterowanych wylewów itp.

- 2.2b.2) Czy opisano przewidywany wpływ użytkowania zbiornika na stan **szaty roślinnej** na obszarach sąsiadujących ze zbiornikiem (wpływ zmian siedliskowych i mikroklimatycznych) oraz na dalekich odcinkach doliny rzecznej poniżej zbiornika (wpływ zmian stanu jakościowego wody wypływającej ze zbiornika, zmian reżimu hydrologicznego, zmian częstości i zasięgu wylewów oraz obniżania się poziomu wód gruntowych na skutek erozji dna ciek), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.2?

W szczególności należy uwzględnić wpływ funkcjonowania zbiornika na stan siedlisk przyrodniczych z załącznika I Dyrektywy Siedliskowej, wymienionych w punkcie 1.1.2. W wielu przypadkach inwestorzy zlecający wykonanie raportu o oś starają się ograniczyć zakres oceny jedynie do obszaru zbiornika i jego bezpośredniego otoczenia. Ze względu na skalę oddziaływania zbiorników wodnych (co najmniej kilka, a często nawet kilkadziesiąt kilometrów w dół rzeki) oraz wysoką wartość przyrodniczą siedlisk i gatunków dotkniętych ich oddziaływaniem, postępowanie takie nie może być zaakceptowane. Raport o oś nie uwzględniający strat w środowisku przyrodniczym wynikających z użytkowania zbiornika (piętrzenie i upust wody) na siedliska w dolinie rzeki poniżej zapory (na długich odcinkach rzeki) jest raportem niekompletnym i nie powinien być akceptowany przez organy prowadzące postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko.

- 2.2b.3) Czy opisano przewidywany wpływ przedsięwzięcia na stan **fauny** na obszarach sąsiadujących ze zbiornikiem (wpływ zmian siedliskowych i mikroklimatycznych) oraz na dalekich odcinkach doliny rzecznej poniżej zbiornika (wpływ zmian stanu jakościowego wody wypływającej ze zbiornika, zmian reżimu hydrologicznego, zmian częstości i zasięgu wylewów oraz obniżania się poziomu wód gruntowych na skutek erozji dna ciek), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.3?

W szczególności chodzi tu o możliwy wpływ przedsięwzięcia na:

- stan (liczebność i skład gatunkowy) ichtiofauny oraz fauny bezkręgowców wodnych w czaszy zbiornika oraz w korycie ciek poniżej zapory,
- możliwości migracji ryb i innych organizmów wodnych (wpływ przegrodzenia koryta rzeki przez zaporę),
- warunki życiowe zwierząt zamieszkujących strefę przybrzeżną ciek poniżej zbiornika (wpływ ew. zmian ukształtowania koryta oraz zmian roślinności na skutek oddziaływania zbiornika),
- warunki życiowe zwierząt zasiedlających dolinę zalewową, w tym związanych z terenami podmokłymi, starorzeczami i innymi zbiornikami wodnymi (m.in. poprzez możliwy wpływ użytkowania zbiornika na poziom i wahania wód gruntowych oraz na częstość i zasięg wylewów, zwłaszcza na obszarach poniżej zapory).

- 2.2b.4) Czy opisano przewidywany wpływ użytkowania zbiornika na możliwość spełniania przez koryto i dolinę rzeki funkcji **korytarza ekologicznego**? Chodzi tu zarówno o wpływ przegrodzenia koryta rzeki wysoką zaporą, jak i o zmiany środowiska w pasie brzegowym oraz w całej dolinie zalewowej poniżej zapory.

- 2.2b.5) Czy opisano przewidywany wpływ użytkowania zbiornika na **obszary i obiekty objęte ochroną** (w tym również wpływ na strefy ochrony miejsc występowania i rozrodu wybranych gatunków roślin i zwierząt), zarówno sąsiadujące ze zbiornikiem, jak i położone w dolinie rzeki poniżej zapory? Należy tu uwzględnić zwłaszcza możliwy wpływ zmian poziomu i wahań wód gruntowych oraz zmian częstości i zasięgu wylewów (zmiany te wywierają z reguły negatywny wpływ m.in. na lasy łęgowe i łąki zalewowe).

2.3) Opis działań dla zapobiegania, ograniczania lub kompensacji przyrodniczej negatywnych oddziaływań na środowisko

- 2.3.1) Czy zaproponowano środki zmniejszające straty przyrodnicze w dolinie rzecznej **podczas budowy zbiornika**? W szczególności:

- Czy wprowadzono nakaz ograniczenia powierzchni cennych siedlisk przyrodniczych na obszarze poza granicami zbiornika, zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku prac budowlanych? Chodzi tu w szczególności o siedliska wymienione w załączniku I Dyrektywy Siedliskowej (patrz punkt 1.1.2).

- Czy wprowadzono zakaz niszczenia elementów środowiska ważnych dla zachowania właściwego stanu korytarza ekologicznego wzdłuż danego odcinka doliny cieku wodnego (zadrzewienia i zakrzaczenia, zbiorniki wodne, płaty roślinności szuwarowej, mokradła itp.)?
- Czy przewidziano konieczność oceny przyrodniczej miejsc ew. poboru lub deponowania materiałów ziemnych?
- Czy wprowadzono ograniczenia czasowe wykonywania robót związane z potrzebami ochrony cennych gatunków flory i fauny na terenach zalewowych?
- Czy przewidziano możliwość przeniesienia rzadszych gatunków roślin i zwierząt (m.in. kijanki płazów) ze stanowisk które ulegną zniszczeniu podczas budowy zbiornika lub po jego napełnieniu, na inne stanowiska w pobliżu?

2.3.2) Czy zaproponowano środki zmniejszające negatywne oddziaływanie **użytkowania zbiornika**? W szczególności:

- Czy rozważono i zalecano wybór użytkowania zbiornika jako zbiornika suchego, napełnianego wodą tylko w okresach większych wezbrań?
- Czy zalecono ograniczenie zmian trasy koryta rzeki poniżej zbiornika (prostowanie koryta) oraz usuwania roślinności na brzegach rzeki w celu zwiększenia przepustowości doliny rzecznej dla wód spuszcanych ze zbiornika?
- Czy zalecono ograniczanie wpływu zbiornika na redukcję wezbrań i wylewów na obszarach poniżej zapory, a w razie potrzeby – wykorzystanie zbiornika dla wywoływania wylewów na terenach doliny rzecznej poniżej zapory?
- Czy zalecono pozostawienie lub usypywanie wysp w czaszy zbiornika, wykorzystywanych jako miejsca lęgowe ptaków wodnych?
- Czy zalecono obniżanie poziomu wody i odsłanianie dna zbiornika w okresach przelotów ptaków wodnych poszukujących pokarmu na dnie spuszczonego zbiorników wodnych (m.in. ptaki siewkowe)? Chodzi tu przede wszystkim o drugą połowę sierpnia i wrzesień.
- Czy zalecono pozostawianie w czaszy zbiornika tzw. elementów habitatowych (głazy i kamienie, odsypiska kamienne i żwirowe, zwalone pnie drzew, podmyte systemy korzeniowe, nawisy skarp brzegowych, gałęzie i rośliny zwisające z brzegów), stanowiących niezbędną część przestrzeni życiowej ryb i innych organizmów wodnych?
- Czy nakazano wyposażenie zbiornika we właściwie zaprojektowane urządzenia umożliwiające wędrówkę ryb (np. przepławki) i pozwalające zachować drożność biologiczną cieku? Informacje na temat zasad konstrukcji przepławek można znaleźć w literaturze, m.in. u Żelazo i Popka (2002, str. 171).

2.3.3) Czy zaproponowano środki **kompensacji przyrodniczej**, w przypadku strat niemożliwych do uniknięcia?

Podanie szczegółowych działań kompensacyjnych jest konieczne przede wszystkim w przypadku raportów dotyczących oddziaływania przedsięwzięć na obszary Natura 2000. W niedalekiej przyszłości, w związku z wdrożeniem Dyrektywy 2004/35/CE (patrz punkt 1.1.2), może ono stać się standardowym wymogiem dla raportów o oddziaływaniu na siedliska i gatunki wymienione w załączniku I i II Dyrektywy Siedliskowej oraz w załączniku I Dyrektywy Ptasiej. Wiele przykładów potencjalnych działań kompensacyjnych dla strat przyrodniczych powstałych w wyniku przedsięwzięć hydrotechnicznych można znaleźć w rozdziale 5 w podręczniku Żelazo i Popka (2002). Jednym z ciekawszych jest m.in. ukształtowanie skarpi obwałowań zbiornika według modelu zastosowanego na zbiorniku Dęba (patrz Żelazo i Popka 2002, s. 178), pozwalające na wtopienie obwałowań w krajobraz i polepszenie warunków życiowych organizmów żywych w czaszy zbiornika.

2.4) Opis monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko

Patrz punkt 1.4).

3) PRZEDSIĘWZIĘCIA DOTYCZĄCE BUDOWY WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH

Budowa wałów przeciwpowodziowych w dolinach rzek wywołuje liczne negatywne oddziaływania na stan środowiska przyrodniczego. Do najważniejszych z nich należą:

- zmniejszenie retencji wodnej w dolinie rzeki,
- zmiany warunków siedliskowych na międzywalu (m.in. na skutek wzrostu głębokości i prędkości przepływu wód wezbraniowych),

- zanikanie zależnych od rzeki siedlisk przyrodniczych na zawału,
- pogorszenie stanu doliny rzecznej jako korytarza ekologicznego (zawężenie strefy zalewowej z typowymi dla niej siedliskami do obszaru międzywala),
- pogorszenie walorów krajobrazowych.

W odróżnieniu od regulacji, wpływającej przede wszystkim na organizmy wodne w korycie ciek, budowa wałów przeciwpowodziowych zmienia warunki środowiska przede wszystkim w dotychczasowej dolinie zalewowej i to nie tylko na obszarze przedsięwzięcia, lecz również na odcinkach doliny położonych dalej w dół rzeki (wpływ zmian poziomu i prędkości przepływu wód wezbraniowych na zawężonej strefie zalewowej). Biorąc pod uwagę dużą rolę dolin zalewowych jako ostoi siedlisk przyrodniczych oraz gatunków flory i fauny, a także ich znaczenie jako korytarzy ekologicznych, straty te mają często znaczenie wykraczające daleko poza bezpośredni obszar przedsięwzięcia. W przypadku budowy wałów przeciwpowodziowych szczególnie duże straty związane są z niszczeniem unikalnych zespołów roślinnych związanych z terenami zalewowymi, takich jak lasy łęgowe, łąki aluwialne, ziołorośla nadrzeczne itp. oraz negatywnym wpływem na stan starorzeczy, zwłaszcza pozostających na zawału.

W związku z powyższym, oceniając od strony przyrodniczej raport oos dla przedsięwzięć polegających na budowie zbiorników i stopni wodnych, należy zwrócić uwagę na następujące punkty:

3.1) Opis środowiska przyrodniczego na obszarze planowanego przedsięwzięcia

Generalnie w raporcie powinny zostać omówione zagadnienia wymienione przy opisie środowiska przyrodniczego w raportach dotyczących regulacji cieków wodnych (patrz pkt. 1.1).

W porównaniu z raportem oos dotyczącym regulacji ciek wodnego, w raporcie dotyczącym budowy wałów przeciwpowodziowych można ograniczyć szczegółowość opisu stanu przyrodniczego koryta ciek, kładąc większy nacisk na charakterystykę terenów nadbrzeżnych, przynajmniej w zasięgu dotychczasowych wylewów, w tym:

- charakterystykę dotychczasowych warunków hydrologicznych (m.in. częstość, zasięg i długość trwania wylewów, głębokość i prędkość przepływu wód wezbraniowych itp.) w dolinie rzeki na odcinku planowanym do obwałowania oraz na odcinku leżącym poniżej, objętym przewidywanym oddziaływaniem zmian charakterystyki wezbrań (zwykle co najmniej kilka kilometrów w dół ciek),
- dokładniejszy opis szaty roślinnej i świata zwierzęcego oraz opis obszarów i obiektów chronionych w dolinie zalewowej na odcinku planowanym do obwałowania oraz na odcinku leżącym poniżej, objętym przewidywanym oddziaływaniem zmian charakterystyki wezbrań (zwykle co najmniej kilka kilometrów w dół ciek),
- charakterystykę szaty roślinnej oraz świata zwierzęcego oraz opis obszarów i obiektów chronionych na obszarach poza dotychczasową strefą zalewową, na odcinku objętym przewidywanym oddziaływaniem obwałowań (w związku z możliwością wpływu obwałowania rzeki na obiekty i gatunki występujące poza strefą zalewową, ale korzystające z warunków środowiska uwarunkowanych wylewami).

3.2) Opis przewidywanych oddziaływań przedsięwzięcia na środowisko przyrodnicze

3.2a) Oddziaływania podczas budowy

- 3.2a.1) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na stan **szaty roślinnej** na obszarze planowanej inwestycji (przede wszystkim na terenach zalewowych, ale również w korycie i pasie brzegowym ciek), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.2? W szczególności należy uwzględnić wpływ przedsięwzięcia na stan siedlisk przyrodniczych z załącznika I Dyrektywy Siedliskowej, wymienionych w punkcie 1.1.2. Używanie przez autorów raportu zwrotów typu „likwidacja zadrzewień i zakrzaczeń topolowo-wierzbowych o niewielkiej wartości przyrodniczej”, „likwidacja nieużytkowanych mokradeł i podmokłości” itp. może świadczyć o braku kompetencji autorów raportu w zakresie oceny zasobów przyrodniczych.
- 3.2a.2) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na warunki występowania i rozrodu **fauny** zasiedlającej obszar planowanej inwestycji (przede wszystkim na terenach zalewowych, ale również w korycie i pasie brzegowym ciek), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.3?

Należy uwzględnić m.in. wpływ przedsięwzięcia polegający na:

- niszczeniu siedlisk i miejsc występowania poszczególnych gatunków na skutek prowadzenia robót,
- płoszeniu zwierząt występujących (rozmnażających się, żerujących lub odpoczywających) na obszarze planowanej inwestycji, w związku z prowadzeniem robót,

- wprowadzaniu zanieczyszczeń chemicznych w związku z prowadzeniem robót (wycieki olejów, smarów, paliwa itp.).
- 3.2a.3) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na możliwość spełniania przez obwałowywaną dolinę cieku funkcji **korytarza ekologicznego**? Chodzi tu przede wszystkim o wpływ prac budowlanych na zmiany środowiska w pasie brzegowym i w całej dolinie zalewowej (wyrównywanie podłoża, likwidacja zadrzewień i zakrzaceń, likwidacja zbiorników wodnych, płoszenie itp.).
- 3.2a.4) Czy opisano przewidywany wpływ prac budowlanych na **obszary i obiekty objęte ochroną** w pobliżu obszaru planowanej inwestycji (w tym również wpływ na strefy ochrony miejsc występowania i rozrodu wybranych gatunków roślin i zwierząt)? Należy tu uwzględnić nie tylko oddziaływania polegające na bezpośrednim niszczeniu obszarów i obiektów, ale również wynikające ze zmian otoczenia (wpływ zasypywania pobliskich zbiorników wodnych i rowów, zmian ukształtowania podłoża, wycinania drzew i krzewów, wytyczania i użytkowania dróg technicznych w pobliżu, eksploatacji podłoża na terenie przyszłego zbiornika itp.).

3.2b) **Oddziaływania po zakończeniu budowy**

- 3.2b.1) Czy opisano przewidywany wpływ obecności wału na cechy **środowiska abiotycznego** istotne z punktu widzenia organizmów żywych? W szczególności:
- Czy podano wielkość powierzchni dotychczasowych terenów zalewowych odciętych od okresowych wylewów?
 - Czy opisano przewidywany wpływ zmniejszenia powierzchni terenów zalewowych na poziom wód gruntowych w dolinie rzeki, zarówno na terenach zawala, jak i w międzywalu?
 - Czy opisano ew. przewidywane zmiany ukształtowania podłoża na międzywalu, mogące wynikać z konieczności polepszenia przepustowości wąskiego międzywala dla wód wezbraniowych?
 - Czy opisano przewidywany wpływ obecności wału na częstość, zasięg i charakterystykę wylewów na obszarach w dolinie rzecznej poniżej obszaru przedsięwzięcia?
- 3.2b.2) Czy opisano przewidywany wpływ obecności wału na stan **szaty roślinnej** w dawnej dolinie zalewowej (zarówno na obszarze przedsięwzięcia, jak i na odcinkach doliny rzecznej położonych poniżej), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.2? W szczególności należy uwzględnić wpływ obecności obwałowań na stan siedlisk przyrodniczych z załącznika I Dyrektywy Siedliskowej, wymienionych w punkcie 1.1.2. Szczegółowego omówienia wymaga przede wszystkim:
- wpływ odcięcia terenów zawala od regularnych zalewów w okresach wezbrań (likwidacja lub degradacja roślinności związanej z okresowymi wylewami, przyspieszone starzenie się i ładowienie starorzeczy, brak powstawania nowych zbiorników wodnych, stopniowe obniżanie się poziomu wód gruntowych na skutek zmniejszenia obszaru retencji dolinowej itp.),
 - wpływ zmian warunków hydrologicznych w okresach wezbrań na terenach międzywala (wzrost głębokości i prędkości przepływu wód wezbraniowych, zmiana długości wezbrań itp.),
 - wpływ ew. konieczności likwidacji części roślinności na międzywalu (w ramach tzw. „porządkowanie międzywala”), w związku z potrzebą zwiększenia przepustowości zawężonej doliny zalewowej dla wód wezbraniowych.

Oceniając raport oos dla przedsięwzięć dotyczących terenów zalewowych należy pamiętać, że okresowe wylewy wód rzecznych na tereny nadbrzeżne w dolinie zalewowej nie są „zagrożeniem ekologicznym” dla obszarów nadrzecznych, lecz jednym z podstawowych czynników warunkujących ich swoistość, różnorodność i bogactwo przyrodnicze. Spotykane w wielu raportach określenia w rodzaju „szkodliwe zadrzewienia i zakrzaczenia międzywala” świadczą o braku kompetencji wykonawców raportów w zakresie oceny zasobów przyrodniczych, dotyczą bowiem najczęściej szczególnie cennych siedlisk (nadrzeczne zarośla wierzbowe, łągi wierzbowo-topolowe, łągi wiązowo-jesionowe itp.), w większości figurujących na liście w załączniku I Dyrektywy Siedliskowej.

- 3.2b.3) Czy opisano przewidywany wpływ obecności wału na stan **fauny** w dawnej dolinie zalewowej (zarówno na obszarze przedsięwzięcia, jak i na odcinkach doliny rzecznej położonych poniżej), odnosząc się do elementów wymienionych w punkcie 1.1.3? Szczegółowego omówienia wymaga przede wszystkim:
- wpływ odcięcia terenów zawala od regularnych zalewów w okresach wezbrań (likwidacja środowisk związanych z okresowymi wylewami, zmniejszenie powierzchni dostępnej dla organizmów wodnych w okresach wezbrań, przyspieszony zanik zbiorników wodnych, zanik mokradel i terenów wilgotnych (skutek pogorszenia retencji i obniżania się poziomu wód gruntowych), wzrost intensywności zagospodarowania itp.),

- wpływ zmniejszenia powierzchni płątów środowisk nadrzecznych wykorzystywanych przez faunę (część pozostająca poza obszarem międzywala z reguły ulega szybkiej degradacji lub likwidacji),
 - wpływ zmian warunków hydrologicznych w okresach wezbrań na terenach międzywala na warunki życiowe zwierząt zasiedlających obszar międzywala,
 - wpływ ew. konieczności likwidacji części roślinności na międzywale (w ramach tzw. „porządkowanie międzywala”), w związku z potrzebą zwiększenia przepustowości zawężonej doliny zalewowej dla wód wezbraniowych. Tego typu działania oznaczają z reguły co najmniej znaczne pogorszenie warunków życiowych fauny zasiedlającej tereny nadbrzeżne, zmuszając ją do emigracji (jeżeli jest to możliwe) lub skazując na wyginięcie.
- 3.2b.4) Czy opisano przewidywany wpływ obecności wału na możliwość spełniania przez dolinę rzeki funkcji **korytarza ekologicznego**? Chodzi tu zarówno o wpływ zmniejszenia szerokości obszaru zalewowego i związanych z nim siedlisk (negatywne oddziaływanie fragmentacji), jak również o wpływ zmian warunków środowiskowych na obszarze międzywala (zwłaszcza w przypadku oczyszczania międzywala z roślinności dla zwiększenia przepustowości dla wód).
- 3.2b.5) Czy opisano przewidywany wpływ obecności wału na **obszary i obiekty objęte ochroną** (w tym również wpływ na strefy ochrony miejsc występowania i rozrodu wybranych gatunków roślin i zwierząt), zarówno sąsiadujące obwałowanym odcinkiem rzeki, jak i położone w dolinie rzeki poniżej? Należy tu uwzględnić zarówno możliwy wpływ zmian poziomu wód gruntowych i ograniczenia powierzchni zalewowych na zawału, jak i wpływ zmian warunków hydrologicznych na międzywale.
- 3.3) Opis działań dla zapobiegania, ograniczania lub kompensacji przyrodniczej negatywnych oddziaływań na środowisko**
- 3.3.1) Czy zaproponowano środki zmniejszające straty przyrodnicze w dolinie rzecznej **podczas budowy wału**? W szczególności:
- Czy wprowadzono nakaz ograniczenia powierzchni cennych siedlisk przyrodniczych w dolinie rzecznej, zniszczonych lub uszkodzonych w wyniku prac budowlanych? Chodzi tu w szczególności o siedliska wymienione w załączniku I Dyrektywy Siedliskowej (patrz punkt 1.1.2).
 - Czy wprowadzono zakaz niszczenia elementów środowiska ważnych dla zachowania właściwego stanu korytarza ekologicznego wzdłuż danego odcinka doliny cieku wodnego (zadrzewienia i zakrzaczenia, zbiorniki wodne, płyty roślinności szuwarowej, mokradła itp.)?
 - Czy przewidziano konieczność oceny przyrodniczej miejsc ew. poboru lub deponowania materiałów ziemnych?
 - Czy wprowadzono ograniczenia czasowe wykonywania robót związane z potrzebami ochrony cennych gatunków flory i fauny na terenach zalewowych?
 - Czy przewidziano możliwość przeniesienia rzadszych gatunków roślin i zwierząt (m.in. kijanki płazów) ze stanowisk które ulegną zniszczeniu podczas budowy wału na inne stanowiska w pobliżu?
- 3.3.2) Czy zaproponowano środki zmniejszające negatywne oddziaływanie **wybudowanego wału**. W szczególności:
- Czy rozważono i zalecano zmianę lokalizacji wału tak, by maksymalnie ograniczyć redukcję powierzchni terenów zalewowych (lokalizacja wału jak najdalej od koryta rzeki, pozwalająca zmniejszyć koszty jego budowy i utrzymania)?
 - Czy zalecono zmianę przebiegu wału w miejscach, gdzie przecina on płyty cennych siedlisk przyrodniczych (lasy, łąki, mokradła, starorzecza itp.)? W szczególności należy zalecić pozostawianie całych starorzeczy w obrębie międzywala.
 - Czy zalecono zmianę przebiegu wału tak, by maksymalnie ograniczyć konieczność zmian ukształtowania podłoża i likwidacji roślinności na międzywale, w związku z koniecznością zwiększenia jego przepustowości dla wód?
 - Czy zalecono pozostawienie terenów zalewowych na obszarze międzywala w stanie możliwie nienaruszonym?
 - Czy zalecono zaprojektowanie przepustów wałowych na rowach i innych ciekach wodnych w formie umożliwiającej drobnym zwierzętom migrację wzdłuż ich brzegów (płaskie półki na brzegach cieków w przepustach, unikanie stosowania okrągłych rur itp.)?

3.3.3) Czy zaproponowano środki **kompensacji przyrodniczej**, w przypadku strat niemożliwych do uniknięcia?

Podanie szczegółowych działań kompensacyjnych jest konieczne przede wszystkim w przypadku raportów dotyczących oddziaływania przedsięwzięć na obszary Natura 2000. W niedalekiej przyszłości, w związku z wdrożeniem Dyrektywy 2004/35/CE (patrz punkt 1.1.2), może ono stać się standardowym wymogiem dla raportów oś dotyczących oddziaływania na siedliska i gatunki wymienione w załączniku I i II Dyrektywy Siedliskowej oraz w załączniku I Dyrektywy Ptasiej. Wiele przykładów potencjalnych działań kompensacyjnych dla strat przyrodniczych powstałych w wyniku przedsięwzięć hydrotechnicznych można znaleźć w rozdziale 5 w podręczniku Żelazo i Popka (2002). Jednym z nich jest np. zmiana konstrukcji wału i wyposażenie go w tzw. warstwę żywą, przeznaczoną dla flory i fauny (patrz Żelazo i Popka 2002, s. 190), co pozwala na wtopienie wału w krajobraz i uczynienie go jednym z elementów ekosystemu doliny rzecznej.

3.4) **Opis monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko**

Patrz punkt 1.4).

Literatura

1. Begemann W., Schiechl H.M. 1999. Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym. Wydawnictwo Arkady. Warszawa.
2. Blab J. 1984. Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 24. Kilda Verlag. Bonn-Bad Godesberg.
3. Głowaciński Z. (red). 2001. Polska czerwona księga zwierząt – kręgowce. PWRiL. Warszawa.
4. Głowaciński Z., Nowacki J. (red). 2004. Polska czerwona księga zwierząt – bezkręgowce. IOP PAN. Kraków.
5. Gromadzki M. (red.). 2004. Ptaki. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Tom 7 (część I) i 8 (część II). Ministerstwo Środowiska. Warszawa.
5. Kaźmierczakowa R., Zarzycki K. (red.). 2001. Polska Czerwona Księga Roślin. Paprotniki i rośliny naczyniowe. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN. Kraków.
6. Matuszkiewicz W. 2002. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
7. Pawlaczyk P., Kepel A., Jaros R., Dzięciołowski R., Wylegała P., Szubert A., Sidło P. 2004. Propozycja optymalnej sieci obszarów Natura 2000 w Polsce – „Shadow List”. WWF, PTOPI „Salamandra”, Klub Przyrodników, OTOP. Warszawa.
8. Żelazo J., Popka Z. 2002. Podstawy renaturyzacji rzek. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.