

Uwzględnienie wartości świadczeń ekosystemów w procesie decyzyjnym w obszarze gospodarki wodnej

Consideration of the value of ecosystem services in water management decision-making process

Rafał Ciepluch^{*}

Słowa kluczowe: gospodarka wodna, świadczenia ekosystemów

Streszczenie

W niniejszym artykule wskazuje się na główne cele jakim służy gospodarowanie wodami, negatywne skutki jakie każda antropopresja z tym związana za sobą niesie, korzyści związane z eksploatacją zasobów wód powierzchniowych i podziemnych oraz wartość świadczeń ekosystemów pozyskiwanych lub traconych w skutek prowadzonych działań hydrotechnicznych wraz z przykładowymi analizami przy doborze najkorzystniejszych wariantów.

Keywords: water management, ecosystem services

Abstract

This article points out the main goals served by water management, the negative effects that any anthropopressure associated with it brings, the benefits associated with the exploitation of surface and groundwater resources, and the value of ecosystem services gained or lost as a result of hydro-engineering activities, along with sample analyses in selecting the most favorable options.

Wstęp

Zgodnie z treścią preambuły Ramowej Dyrektywy Wodnej "...woda nie jest produktem handlowym takim jak każdy inny, ale raczej dziedzicznym dobrem, które musi być chronione, bronię i traktowane jako takie...".

Nie sposób wyobrazić sobie człowieka funkcjonującego bez wody, właściwie w każdej dziedzinie naszej egzystencji, od zaspokajania podstawowych potrzeb sanitarnych poczynając, a na zapewnianiu dóbr luksusowych i energii elektrycznej skończywszy. Tymczasem wody mamy coraz mniej, a do tego w coraz gorszym stanie sanitarnym. Zjawiska atmosferyczne są coraz bardziej ekstremalne i nieprzewidywalne, w związku z czym tragiczne w skutkach powodzie mogą dawać mylący obraz bilansu wodnego. Tymczasem to brak wody i coraz dłuższe okresy niedoborów w tym zakresie mogą okazać się głównym zagrożeniem dla naszego życia i funkcjonowania jak i całego ekosystemu nas otaczającego^[5, 6].

Z tego też powodu przyszłość gospodarki wodnej powinna być postrzegana w bardzo szerokim obiektywie, z wieloma perspektywami ujętymi już w założeniach, tak aby zgodnie z zasadą „zrównoważonego korzystania z wód”, zapewnić najbardziej efektywne skutki naszych działań. Podstawowe cele w gospodarce wodnej określa m.in. Ramowa Dyrektywa Wodna (dalej: RWD). Cele te można streścić zgodnie z poniższym zestawieniem:

- zaspokojenie zapotrzebowania na wodę ludności, rolnictwa i przemysłu,
- promowanie zrównoważonego korzystania z wód,
- ochrona wód i ekosystemów znajdujących się w dobrym stanie ekologicznym,

- poprawa jakości wód i stanu ekosystemów zdegradowanych działalnością człowieka,
- zmniejszenie zanieczyszczenia i ochrona zasobów wód podziemnych,
- zmniejszenie skutków powodzi i suszy.

Samo pojęcie zrównoważonego korzystania z wód zdefiniowano również w ustawie Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r., zgodnie z którą jest to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego, jak i przyszłych pokoleń.

Nie ma w tym wypadku znaczenia kolejność, w jakiej wymieniane są powyższe cele, ponieważ pojęcie zrównoważonego korzystania polega na tym, i w tym cała trudność i złożoność problemu, że należy brać pod uwagę wszystkie te aspekty jednocześnie, równoważnie. Stanowi to podłoże do niepodważalnego konfliktu interesów, jaki pojawia się pomiędzy interesem ekonomicznym a ochroną środowiska. Głównie konflikt ten dotyczy środowisk czerpiących korzyści majątkowe na styku z gospodarką wodną oraz środowisk dbających o elementy środowiska naturalnego. Z jednej strony mamy zatem chęć możliwie najefektywniejszego wykorzystania zasobów wodnych, np. do celów zarobkowych, ale także niepodważalną potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa powodziowego ludności. Z drugiej zaś pojawia się krytyczne spojrzenie na przyrodniczą wartość tychże zasobów. Należy zatem postawić pytanie: w jaki sposób ocenić, czy straty w środowisku na skutek wykonania zadania hydrotechnicznego są możliwie najniższe przy zapewnieniu oczekiwanych zysków bądź zapewnieniu potrzeb?

^{*} Rafał Ciepluch, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ORCID 0000-0001-9308-5928, rciepluch@zut.edu.pl

Podjmując próbę odpowiedzi na powyższe pytanie należy rozszerzyć perspektywę widzenia i zapewnić sobie możliwość dokonania odpowiednich analiz zagadnienia. Bezwzględnie możliwe jest bowiem połączenie oczekiwań i takie gospodarowanie wodami, aby z jednej strony zapewnić człowiekowi bezpieczeństwo w określonym zakresie, przy jednoczesnym doprowadzeniu do poprawiania się stanu ekologicznego wód powierzchniowych, z zachowaniem możliwości odbudowy zasobów wód podziemnych i lokalnego retencjonowania wody, celem zabezpieczenia jej niezbędnych ilości na okresy suszy.

Aby lepiej zrozumieć znaczenie pojęcia zrównoważonego rozwoju w zgodzie z prezentowaną w artykule retoryką i uwzględnić je w przyszłych analizach i rozważaniach, należy lepiej poznać pojęcie tzw. świadczeń ekosystemów. Każdy element przyrody związany z wodą ma swoją wartość, najczęściej możliwą do wymiernego zaprezentowania. Ekosystemy wodne dają człowiekowi szereg korzyści, często niezauważalnych ponieważ po prostu są dostępne. Zauważyć, docenić je, można dopiero, kiedy zanikają. Wtedy dopiero odczuwamy ich wartość. Pojęcie, które w sposób obrazowy, ale jednocześnie wymierny pozwala ocenić straty lub korzyści związane z wpływem działań hydrotechnicznych na ekosystemy to pojęcie tzw. świadczeń ekosystemów.

Istnieją różne formuły, oparte na różniących się metodologiach, jednak ostatecznie w ustalaniu świadczeń ekosystemów chodzi o to, żeby oszacować, jakie środki musiałby człowiek przeznaczyć i jaką pracę wykonać, żeby po zaburzeniu pracy danego ekosystemu osiągnąć takie korzyści, jakie ten ekosystem oferował w sposób naturalny (np. samoczyszczanie wód przez torfowiska, które w skutek obniżenia lustra wody ulegają osuszeniu; produkcja ryb, których ilość zmniejsza się w zabudowywanych rzekach, itd.). Pojęcie to umożliwia bardziej rzetelną i precyzyjną analizę wariantów planowanych do wdrożenia rozwiązań, w oparciu o większą ilość wymiernych danych zamiast poglądów i subiektywnych opinii.

To właśnie w analizie, bilansie zysków i strat z uwzględnieniem świadczeń, których kosztów często nie bierze się pod uwagę, kryje się przyszłość gospodarowania wodami. Dzięki wykorzystaniu pojęcia świadczeń ekosystemów fachowcy z dziedziny hydrotechniki mogą lepiej rozpoznać, jakie zabiegi zminimalizować lub zrekomensować, a przyrodnicy jakie działania ochronne są niezbędne i funkcjonalnie uzasadnione.

Główne cele działań hydrotechnicznych

W ramach gospodarowania wodami realizuje się cały szereg założeń i stawia cele z szerokiego grona specjalności i potrzeb. Poniżej zestawiono podstawowe cele wraz z działaniami technicznymi, które najczęściej osiągnięciu tych celów towarzyszą^[7].

1. Ochrona przeciwpowodziowa
 - 1.1. wały przeciwpowodziowe
 - 1.2. regulacja koryt
 - 1.3. zbiorniki przeciwpowodziowe, poldery
 - 1.4. budowle piętrzące i wrota przeciwpowodziowe
2. Ochrona przed suszą
 - 2.1. zbiorniki retencyjne
 - 2.2. mała retencja korytowa
 - 2.3. regulacja gospodarki wodnej dot. zasobów jezior
 - 2.4. retencja leśna
3. Żegluga
 - 3.1. udrożnienie koryt
 - 3.2. utrzymanie minimalnych głębokości (m.in. regulacja poprzeczna i podłużna)
 - 3.3. zapewnienie magazynów wody na okres suszy
4. Poprawa stanu ekologicznego wód
 - 4.1. udrożnienie koryt dla migracji organizmów wodnych
 - 4.2. prace renaturyzacyjne (meandracja, likwidacja przeszkód, nasadzenia, tarliska, itp.)

- 4.3. ograniczenie dopływu biogenów i substancji szkodliwych bezpośrednio do wód płynących – strefy buforowe, osadniki, sprawne systemy melioracyjne
5. Energetyka
 - 5.1. wykorzystanie istniejących budowli piętrzących lub budowa nowych
6. Rolnictwo
 - 6.1. nawadnianie, odwadnianie terenów poprzez stosowanie zabiegów na ciekach podstawowych lub melioracjach szczegółowych (jazy, zastawki, systemy drenarskie, śluzy)
7. Rozwój gospodarki rybackiej
 - 7.1. budowle piętrzące umożliwiające utrzymanie niezbędnych poziomów wody w stawach rybnych
 - 7.2. budowa stawów rybnych
8. Produkcja czerpiąca z gospodarki wodnej
 - 8.1. urządzenia służące do poboru i odprowadzania wód
 - 8.2. urządzenia służące do uzdatniania wody

Negatywne skutki realizacji działań hydrotechnicznych

Powyżej wskazano podstawowe działania hydrotechniczne realizowane dla osiągnięcia danych korzyści i celów. Wymienionym działaniom przyporządkowano numerację w celu ułatwienia odnoszenia się do nich. Poniżej przedstawiono kilka najistotniejszych oraz najbardziej popularnych problemów i potencjalnie negatywnych skutków, jakie mogą wystąpić przy realizacji działań z danego zakresu technicznego.

Ad. 1. Budowa wałów przeciwpowodziowych czy trwałe, techniczne umacnianie brzegów mogą powodować odcięcie naturalnych procesów migracji wód podziemnych, utrudniając dostęp do wód organizmom wodnym. Działania takie mogą powodować też przeniesienie ryzyka powodzi w dolny odcinek cieku poprzez zawężenie przekroju poprzecznego koryta na poziomie wód powodziowych.

Budowa zbiorników przeciwpowodziowych i piętrzenie wód powoduje zmiany w zachowaniu się dna cieku (zmiany morfologiczne, fizyko-chemiczne) – niekontrolowane procesy sedymentacyjne, wzrost temperatury wody, ograniczenie zawartości tlenu, wzmożenie zarastania cieków, przerwanie ciągłości migracyjnej cieków.

Ad. 2. Piętrzenie wód w jeziorach może ograniczyć potencjał migracyjny w zlewni. Poprzez ograniczenie wahań lustra wody możliwe jest też zwiększenie kumulacji substancji biogennych i porost zbiorników.

Nieprawidłowe wykonanie piętrzenia na ciekach może powodować erozję brzegową i tworzenie się nowych niebezpieczeństw i potrzeb ochrony ludności.

Ad. 3. Jak wyżej już wskazano, budowa nowych obiektów piętrzących może mieć wpływ na transport osadów w ciekach, budowa zbiorników zaś może mieć wpływ na wzrost temperatury wody.

Regulacja koryt (np. „prostowanie” łuków, itp.) może stanowić szkodliwą ingerencję w obszary leśne bądź inne cenne przyrodniczo, w postaci negatywnego wpływu na stan morfologiczny cieków, co stanowi jeden z elementów oceny stanu ekologicznego wód w rozumieniu RDW. Ponadto takie zabiegi pogarszają potencjał retencyjny ze względu na skrócenie długości cieku (szybsze odprowadzenie wód niżówkowych do recipientów).

Ad. 4. Renaturyzacja, lokalne sekwencje bystrze-płoso, pozostawienie koryt w stanie naturalnym powoduje ryzyko powstawania erozji brzegowej i dennej, niebezpieczeństwa powodziowego dla terenów użytkowanych na granicy z ciekami, szkody majątkowe właścicieli gruntów przyległych do cieków, ograniczenie możliwości wykorzystania wody w sposób kontrolowany.

Budowa przepławek dla ryb powoduje ograniczenie możliwych zysków, a często utratę rentowności innych korzystających z wody, ze względu na wymagania co do ilości wody, której w przypadku funkcjonowania przepławki, nie można już wykorzystać na inne cele^[2].

Ad. 5., 7., 8. Ponownie głównym elementem, który może być uznawany za sporny jest konieczność piętrzenia wody na cieku głównym, a ewentualne negatywne skutki opisano powyżej (Ad. 2., 3.).

Ad. 6. Nienależycie wykonane melioracje szczegółowe, wliczając w to brak stref buforowych, mogą powodować niekontrolowany, zmasowany napływ substancji biogennych i chemicznych do gleb oraz bezpośrednio do wód płynących. Mogą także powodować niekorzystne, nadmierne i często nieodwracalne osuszanie się gleb, których wartość zależna jest od poziomu nawodnienia.

Jak widać w przedstawionym zestawieniu potencjalnych ryzyk, wymienionych odrębnie dla każdej z grup działań hydrotechnicznych, w każdym przypadku można doszukać się negatywnych skutków dla jednej ze stron korzystających z wody, niezależnie czy działanie jest twarodo ukierunkowane na działania gospodarcze, czy też typowo środowiskowe.

Potwierdza to jedynie tezę postawioną w niniejszym artykule, że najważniejsze jest szukanie kompromisu spośród oczekiwań i dobieranie możliwie najbardziej kompleksowych rozwiązań.

W tym celu niezbędne jest, po pierwsze: rozłożenie uwagi zarówno na działania tzw. twarde, o celach przeciwpowodziowych czy gospodarczych, jak i miękkie działania środowiskowe, tj. niezbędne uwzględniając działania rekompensujące ponoszone straty w ekosystemie. Po drugie zaś, co być może jeszcze ważniejsze, wskazane jest położenie większego nacisku na odpowiedniej jakości analizy przed realizacją jakichkolwiek działań, co powinno znacząco zwiększyć efektywność wszelkiego rodzaju zabiegów hydrotechnicznych przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnych skutków.

Korzyści z działań hydrotechnicznych, analizy wariantowe

Analizując planowane do wykonania działania hydrotechniczne (melioracyjne) należy brać pod uwagę szereg czynników, w tym oczekiwane efekty bezpośrednie, korzyści pochodne, ale także skutki uboczne, w tym potencjalne szkody w środowisku, bądź, w mniejszej skali niż szkody: ograniczenie możliwości poprawy stanu ekologicznego. Celem działań hydrotechnicznych może być poprawa warunków dla działalności rolniczej, ochrona przeciwpowodziowa, ochrona przed suszą, poprawa warunków transportowych i wiele innych. Kiedy przystępujemy do prac wstępnych, analitycznych, przedprojektowych, czy też wariantowych, konfrontacja zysków i strat to jedna z pierwszych analiz, jakie powinniśmy wykonać.

Wśród wymiernych efektów działań hydrotechnicznych można wymienić m.in.:

- w rolnictwie:
 - Brak możliwości wykonania pokosów z objętych dopłatami łąk, czy też utrata plonów ze względu na ekstremalne zjawiska hydrologiczne. W skali makro ma to również wpływ na późniejsze ceny produktów spożywczych.
 - Zapewnienie wody pitnej dla inwentarza oraz utrzymanie odpowiednich poziomów wód gruntowych dla upraw. Brak konieczności budowania dodatkowych urządzeń pompowych bądź poborowych, brak konieczności dostarczania wody w inne mechaniczne lub zwyczajnie dostawcze sposoby, to wymierna korzyść. Ze względu na zapewnienie dla inwentarza naturalnych wodopojów poprzez utrzymywanie w zaniżeniach adekwatnie wysokich stanów wód, budowę oczek wodnych stanowiących wodopoje, a także wobec opóźnienia spływu wód z melioracji szczegółowych tam, gdzie jest to możliwe i wskazane są to działania powodujące, że możliwe jest uniknięcie innych, bardziej kosztownych zabiegów. Jedynie dla potrzeb niniejszego opracowania można założyć, że budowa niewielkiej stacji pomp, służącej jedynie doprowadzeniu wody w ilościach zapewniających utrzymanie odpowiednio wysokich stanów wód gruntowych i doprowadzeniu wody do wodopojów to ca 1 mln złotych, a dalsze utrzymanie

objektu i opłaty to kolejne 50 tys. złotych rocznie. Podobnie szacować można koszty zakładając działanie odwrotne – odwodnieniowe, a więc utrzymywanie urządzeń melioracyjnych w sprawności, zapewnienie odpowiednich spadków podłużnych rowów i wydatków urządzeń, dla sprawnego odprowadzania wód do recipientów, dzięki czemu nie ma potrzeby mechanicznego pompowania wód, alternatywnie ograniczenie czasookresu pompowania.

- Straty wynikające ze skutków wystąpienia wód wezbraniowych dla gospodarstw na terenach rolnych mieszczą się w bardzo szerokich granicach i za każdym razem są możliwe do oszacowania indywidualnie. Takie straty to nie tylko utrata mienia, konieczność dokonywania poważnych remontów, czy ewakuacji inwentarza – tego typu szkody dla niewielkich miejscowości należałoby liczyć w milionach złotych. Dodatkowo konieczne do poniesienia są koszty związane z reakcją służb kryzysowych, straży pożarnej itd. Koszt pojedynczej akcji straży pożarnej celem pomocy w ewakuacji i wypompowaniu wody z piwnic szacuje się na ok 300 zł za godzinę podstawowej akcji. W przypadku, gdy całe miejscowości poddane są negatywnym skutkom powodzi czy podtopień, koszty takich akcji rosną proporcjonalnie.
- w transporcie wodnym (drogi wodne):
 - Poprawa warunków transportowych na rzekach to wymierne efekty, obrazujące się m.in. w ilości możliwych do przetransportowania materiałów i zwiększeniu ilości gałęzi przemysłu korzystających z takiego rodzaju transportu, czy też poprawa walorów turystycznych i ilości turystów, która z różnego rodzaju udogodnień i atrakcji mogłaby korzystać. Podejmując się wskazania przykładu wymiernych korzyści z działań hydrotechnicznych zmierzających do poprawy stanu dróg wodnych można choćby wskazać, opierając się m.in. na opracowaniu „Możliwości wykorzystania transportu wodnego śródlądowego w obsłudze zespołu portowego Szczecin-Świnoujście” pod redakcją Michała Plucińskiego, na ogromne możliwości rozwoju w zakresie zwiększenia ilości usług świadczonych drogą wodną, czy też gabarytów i objętości usług już świadczonych. Dla przykładu prognoza wzrostu przepustowości transportowej w relacjach Szczecin-Berlin przy założeniu przywrócenia parametrów klasy III drogi wodnej, wynosiłaby ok. 0,85 mln ton (z 1,2 mln ton do ponad 2 mln ton rocznie) [4].
 - Należy brać pod uwagę wady i zalety, a ocena co do faktycznego wpływu na środowisko (plusy wynikające z ograniczenia negatywnych skutków intensyfikacji i zmasowanego wzrostu ilości pojazdów spalinowych), czy korzyści ekonomicznych powinna być konfrontowana ze stratami w środowisku wynikającymi z niezbędnych w tym zakresie wycinek lasów, przegradzania rzek czy ograniczania ich różnorodności morfologicznej.
- sektory pozostałe:
 - Efektywnie prowadzona gospodarka wodna to ponadto poprawa walorów krajobrazowych, zintensyfikowana hodowla ryb, mniejsze koszty odprowadzania wód opadowych i ścieków, mniejsze koszty zaopatrywania w wodę.

Świadczenia ekosystemów

Korzyści efektywnie prowadzonej gospodarki wodnej są nie do przecenienia, z pewnością natomiast możliwe do oszacowania. W świetle wyżej przytoczonych argumentów istnieje potrzeba dyskusji o zakresie robót hydrotechnicznych, działaniach minimalizujących negatywne skutki, czy też działaniach kompensacyjnych lub alternatywnych rozwiązaniach technologicznych. Należy bowiem pamiętać, że szereg działań hydrotechnicznych realizowanych w tradycyjnym wydaniu jest działaniem typowo jednostronnym. Ma zatem wymierny pozytywny efekt ale również negatywny wpływ na np. stan ekologiczny wód w zakresie biologii cieku, morfologii czy fizykochemii wód.

Także negatywne skutki planowanych działań można, w pewnym zakresie, przeliczyć na wymierne parametry, a tylko wtedy, przyrównując do wymiernie przedstawionych skutków opisanych jako oczekiwane i pozytywne, możliwe jest zbilansowanie zysków i strat i rzetelna analiza zasadności i celowości wykonania działania.

Aby możliwa była taka rzetelna analiza, należy uświadomić sobie, że wszystkie wskazane wyżej efekty, zarówno te pozytywne jak i negatywne, mieszczą się w granicach definicji świadczenia ekosystemu. Dla usystematyzowania można przyjąć ogólny podział świadczeń na:

a) zasobowe (provisioning):

- rośliny uprawne zbierane jako pokarm dla ludzi i zwierząt hodowlanych (ziarno, warzywa, owoce), których produkcja bez gospodarowania wodą i odpowiednich zasobów wody o odpowiedniej jakości nie jest możliwa,
- inwentarz hodowlany, którego hodowla możliwa jest tylko dzięki możliwości zapewnienia wody pitnej,
- energia,
- wody słodkie – gruntowe, deszczowe i powierzchniowe wody do użytku domowego, przemysłowego i zastosowań rolniczych (woda do picia, czyszczenia, chłodzenia, procesów przemysłowych, wytwarzania energii elektrycznej, lub transportu),
- zasoby genetyczne – informacja genetyczna wykorzystywana w hodowli zwierząt, dla poprawy jakości roślin uprawnych i w biotechnologii (geny stosowane w celu zwiększenia odporności roślin na choroby i szkodniki);

b) regulacyjne (regulating):

- utrzymanie jakości powietrza,
- pochłanianie związków chemicznych z atmosfery (np. służąc jako "odbiornik": jeziora mogą służyć jako pochłaniacz przemysłowych emisji siarki, liście drzew i krzewów pochłaniają zanieczyszczenia w pobliżu dróg, dobrze dotleniona woda szybciej rozkłada związki chemiczne pochodzące z biogenów odprowadzanych do rzek),
- regulacja klimatu – wpływ na klimat w skali mikro (lokalnej) i makro,
- ekosystemy związane z wodą wpływają na wielkość i termin odpływu wody, występowanie powodzi, zasilanie warstw wodonośnych, w szczególności w zakresie możliwości magazynowania wody (tereny zalewowe rzek i mokradła mogą zatrzymywać wodę, co może zmniejszać występowanie powodzi bez zapotrzebowania na infrastrukturę inżynierską i ochronę przeciwpowodziową),
- ekosystemy odgrywają rolę w utrzymaniu i uzupełnianiu profilu glebowego i depozytu piasku (roślinność, np. trawy i drzewa zapobiega utracie gleby ze względu na wiatr i deszcz, zapobiega zamuleniu dróg),
- ekosystemy stanowią swoiste filtry – przyczyniają się do rozkładu odpadów organicznych, asymilacji i neutralizacji obcych związków chemicznych (ksenobiotyków) przez glebę i wody podziemne,
- odpowiednie poziomy wody zapewniają utrzymanie gleby w odpowiednim stanie produkcyjnym i jakości,
- ekosystemy dają potencjał do zwiększania się różnorodności biologicznej;

c) kulturowe (cultural):

- korzyści z zakresu turystyki – walory krajobrazowe,
- wartości duchowe, religijne, estetyczne, wewnętrzne lub podobne wartości bazujące na przywiązaniu do ekosystemów, krajobrazów lub gatunków i pragnienia ochrony zagrożonych gatunków i rzadkich siedlisk,
- wartości edukacyjne – „zielone szkoły” w rezerwach przyrody stanowią pomoc w nauczaniu i zdobywaniu umiejętności badawczych,
- wartości inspirujące – informacje pochodzące z ekosystemów wykorzystywane są do rozwoju intelektualnego, kultury, sztuki, designu i innowacji;

d) wspierające (supporting):

- naturalne lub półnaturalne przestrzenie, które utrzymują populacje gatunków i chronią potencjał zbiorowiska ekologicznych w celu izolacji od zakłóceń (naturalne zbiorowiska roślinne stanowią bazę pokarmową i rozrodczą dla owadów zapylających, rzeki i ujścia rzek zapewniają miejsca reprodukcji dla ryb i bezpieczny pobyt osobników młodocianych, duże wyspy i korytarze biologiczne pozwalają zwierzętom przetrwać pożary i inne zaburzenia),
- obieg składników pokarmowych i przepływ substancji odżywczych przez ekosystemy,
- tworzenie materiału biologicznego przez rośliny w procesie fotosyntezy i asymilacji składników pokarmowych (glony i rośliny wyższe przekształcają światło słoneczne i substancje odżywcze do biomasy, tworząc w ten sposób podstawę łańcucha pokarmowego w ekosystemach lądowych i wodnych),
- przepływ wody przez ekosystemy w stałej, ciekłej i gazowej formie (transfer wody z gleby do roślin, z roślin do powietrza i przetwarzanie z powietrza na deszcz).

Najczęściej analizowanymi oraz mającymi największy efekt w aspekcie wymierności są świadczenia zasobowe. Zaliczamy do nich wszystko to, co woda produkuje lub co istnieje dzięki wodzie lub w symbiozie z nią, a co stanowi wartość dodaną dla innych korzystających z jej zasobów.

Świadczenia ekosystemów niosą za sobą zazwyczaj korzyści możliwe do przeliczenia na bardziej wymierny efekt, np. ekonomiczny. Dopiero oszacowanie potencjalnych strat w związku z ograniczeniem danych świadczeń ekosystemów umożliwia rzetelne wykonanie analizy czy dany wariant rozwiązania technicznego jest uzasadniony, czy nie.

Koszty środowiskowe możliwe są do wyznaczenia m.in. poprzez:

- metodę tzw. wyceny warunkowej – polega ona na ankietowym, subiektywnym szacunku strat, jakie niesie za sobą utrata różnego rodzaju walorów przyrodniczych związanych z ekosystemem wodnym,
 - metodę świadczeń ekosystemów – opiera się ona o wspomniane wyżej świadczenia i analizę strat finansowych wynikających z ograniczenia danego świadczenia. Wycena ta opiera się o ocenę ekonomiczną działań, jakie należałoby podjąć, aby w sposób antropogeniczny uzyskać te same korzystne dla człowieka efekty, jakie zapewnia sprawnie działający ekosystem bez planowanej ingerencji hydrotechnicznej.
- Bazując na opracowaniu pn.: „The value of the world's ecosystems services and natural capital” można oszacować wartość poszczególnych świadczeń. Główne świadczenia ekosystemów powiązanych z wodą, zgodnie z ww. opracowaniem, stanowią następującą wartość:
- świadczenia rzek i jezior: 8498 USD/ha/rok,
 - świadczenia ekosystemów leśnych: 302 USD/ha/rok,
 - świadczenia ekosystemów terenów podmokłych: 14785 USD/ha/rok,
 - świadczenia ekosystemów terenów podmokłych o charakterze polderu (terenu zalewowego): 19580 USD/ha/rok,
 - świadczenia ekosystemów łąk i pastwisk: 232 USD/ha/rok.

W celu zastosowania ww. wartości do analiz należy wziąć pod uwagę zmienną wartość waluty, w której zostały podane. Dla różnych obszarów wartość świadczenia może się zmieniać. Mogą dochodzić też dodatkowe elementy i czynniki wpływające na tą wartość. Wynika to z faktu, że proces renaturyzacji, tak samo jak kanalizacji czy regulacji, postępuje w funkcji czasu, ale przede wszystkim oddziałuje na szereg zależnych od siebie parametrów. Inny będzie zatem skutek utracenia łąk stanowiących teren zalewowy powyżej miasta (utrata, np. na rzecz zabudowy przemysłowej takiego obszaru, możliwości spłaszczenia fali powodziowej w przypadku wystąpienia zjawisk ekstremalnych spowodować może potencjalnie ogromne straty, co zresztą częściowo obrazują szacunki^[1], gdzie utrata terenów o charakterze polderowym ma największą wartość), a inny kiedy tereny zalewowe mają jedynie charakter łąkowy/siedliskowy, bez przydatności z punktu widzenia ochrony przeciwpowodziowej. Nawet jednak w tej drugiej sytuacji możliwe jest określenie wymiernej wartości takiego terenu, i również wtedy wartość ta jest znacząca i powinna być brana pod uwagę przy analizach dotyczących zasadności podejmowanych działań.

Bilans zysków i strat a świadczenia ekosystemów

Dla potrzeb niniejszego artykułu przyjęto hipotetyczne sytuacje, dla których założono pewne cele, przyjęto dane wyjściowe i przeanalizowano teoretyczne warianty w sposób wymierny, z uwzględnieniem świadczeń ekosystemów. Celem przedstawianych hipotetycznych analiz jest wykazanie wielości czynników i skutków, należy brać pod uwagę przy planowaniu działań hydrotechnicznych. Kwoty podane w poniższych wyliczeniach mają charakter wyłącznie poglądowy.

Cel A: zabezpieczenie przeciwpowodziowe miejscowości o terenach zabudowanych oraz terenach zagospodarowanych intensywnym rolnictwem.

Podstawowe założenia:

- ilość gospodarstw w obszarze zagrożenia: 20,
- powierzchnia zagrożonego terenu o zagospodarowaniu rolniczym: 400 ha,
- długość dróg publicznych utwardzonych w obszarze zagrożenia: 20 km.

Wariant A.1 – budowa wału przeciwpowodziowego o długości 10 km – bezpośrednie zabezpieczenie terenów zagrożonych.

Negatywne oddziaływanie: dla osiągnięcia celu niezbędne jest dowiązanie do terenów o odpowiednich rzędnych, a przez to, oprócz ochrony terenów użytkowych, ograniczenie powierzchni naturalnie zalewowych (20 ha) oraz odcięcie terenów naturalnie podmokłych (20 ha).

Pozytywne oddziaływanie: brak.

Szacunkowy koszt realizacji robót budowlanych: 17,8 mln zł.

Szacunkowy koszt utraty świadczeń ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń dla terenów podmokłych o charakterze polderu oraz naturalnie podmokłych):

- 19580 USD = ok. 80.000 zł/ha/rok, $80.000 \cdot 20 \cdot 10 = 16.000.000$ zł,
- 14785 USD = ok. 59.000 zł/ha/rok, $59.000 \cdot 20 \cdot 10 = 11.800.000$ zł.

Szacunkowy koszt utrzymania wałów w okresie 10 lat: $10 \cdot 50.000 = 500.000$ zł.

Całkowity koszt w przekroju 10 lat: $17.800.000 + 16.000.000 + 11.800.000 + 500.000 = 46.100.000$ zł.

Wariant A.2 – budowa zbiornika przeciwpowodziowego m0krego, boczego, o powierzchni 150 ha i objętości ok. 4 mln m³, wraz z obwałowaniem obszarów zagrożonych na odcinku 1 km.

Negatywne oddziaływanie: dla sterowania zbiornikiem niezbędne jest wykonanie budowli piętrzących na cieku i ograniczenie ciągłości migracyjnej cieku, zaburzenie swobodnego spływu wód i bliższego naturalnemu funkcjonowania cieku. Ograniczony zostanie dostęp do 50 km cieku wraz dopływami.

Pozytywne oddziaływanie: utrzymanie 100 ha naturalnie polderowych terenów oraz uzyskanie dodatkowych 50 ha powierzchni zalewowej, stanowiącej również wartość dla bioróżnorodności ekosystemu; ze względu na odcięcie zbiornika od cieku, brak negatywnego wpływu na temperaturę wody i ekosystem rzeczny.

Szacunkowy koszt realizacji robót budowlanych: 59,3 mln zł.

Szacunkowy koszt utraty świadczeń ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń rzek i jezior): 8498 USD = ok. 34.000 zł/ha/rok, $34.000 \cdot 50 \cdot 10 = 17.000.000$ zł.

Szacunkowy koszt utrzymania wałów w okresie 10 lat: $10 \cdot 5.000 = 50.000$ zł.

Korzyści w świadczeniach ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (tereny podmokłe o charakterze polderu – zwiększenie potencjału retencyjnego na dodatkowe 50 ha w stosunku do naturalnie polderowych obszarów): 19580 USD = ok. 80.000 zł/ha/rok, $80.000 \cdot 50 \cdot 10 = 40.000.000$ zł.

Całkowity koszt w przekroju 10 lat: $59.300.000 + 17.000.000 + 50.000 - 40.000.000 = 36.350.000$ zł.

Wariant A.3 – pozostawienie stanu istniejącego, przesiedlenie ludzi wraz z dobytkiem i zapewnienie warunków życiowych adekwatnych do aktualnych.

Szacunkowy koszt wykupu gruntów i zapewnienia użytkownikom, w ramach porozumień, równoważnych nieruchomości i warunków bytowych (400 ha terenów użytkowanych rolniczo zagrożonych podtopieniami, ograniczenie użytkowania bez wykupu lub odszkodowania) w okresie 10 lat: $4.800.000 \cdot 10 = 48.000.000$ zł.

Szacunkowy koszt realizacji 20 gospodarstw wraz z rozbiórką istniejących obiektów: 48 mln zł.

Korzyści w świadczeniach ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (tereny podmokłe – odzyskane 20 ha dotychczas zajęte przez likwidowane gospodarstwa): 14785 USD = ok. 59.000 zł/ha/rok, $59.000 \cdot 20 \cdot 10 = 11.800.000$ zł.

Całkowity koszt w przekroju 10 lat: $48.000.000 + 48.000.000 - 11.800.000 = 84.200.000$ zł.

Zestawienie kosztów analizowanych wariantów:

- wariant A.1 – 46.100.000 zł,
- wariant A.2 – 36.350.000 zł,
- wariant A.3 – 84.200.000 zł.

W bilansie zysków i strat najkorzystniejszy wynik daje wariant drugi. Co znamienne, przyjęty koszt realizacji robót znacząco przewyższał koszty w zakresie budowy wałów przeciwpowodziowych, jednak koszty świadczeń ekosystemów wskazują na znaczące korzyści w długoterminowym okresie, przemawiające na korzyść budowy zbiornika.

Cel B: prowadzenie robót utrzymaniowych, mających na celu usprawnienie spływu wód z terenów intensywnie i ekstensywnie użytkowanych rolniczo (zapewnienie sprawnego funkcjonowania systemów drenarskich) oraz zapewnienie odpowiednich warunków gruntowo-wodnych na obszarach użytkowanych rolniczo.

Podstawowe założenia:

- długość cieku objęta analizą: 20 km,
- średnia szerokość cieku: 12 m na poziomie zwierciadła wody,
- średnie głębokości wody przy SSQ: 1,5 m,
- powierzchnia obszaru intensywnie użytkowanego rolniczo: 500 ha (oddziaływanie z górnego odcinka $L_G = 7$ km i dolnego odcinka $L_D = 5$ km),
- powierzchnia obszaru ekstensywnie użytkowanego rolniczo: 200 ha (oddziaływanie z dolnego odcinka $L_D = 5$ km)
- powierzchnia obszaru zalesionego: 100 ha (w środkowym odcinku biegu cieku).

Wariant B.1 – roboty utrzymaniowe zdefiniowane jako cykliczne odmulanie 15 km cieku wraz z wykoszeniem roślinności dennej i brzegowej oraz wydobyciem przeszkód z koryta cieku.

Negatywne oddziaływanie: zubożenie walorów ekosystemu rzecznego (brak różnorodności morfologicznej i botanicznej), w pełni udrożnione koryto zapewnia nie tylko odpływ wód powodziowych, ale również niżówkowych, brak wykorzystania terenów leśnych i częściowo terenów wykorzystywanych ekstensywnie rolniczo w zakresie małej retencji.

Pozytywne oddziaływanie: poprawnie funkcjonujące systemy drenarskie, bezpieczeństwo powodziowe terenów użytkowanych rolniczo (sprawne odprowadzenie wód o niskim prawdopodobieństwie wystąpienia).

Szacunkowy koszt robót utrzymaniowych w okresie 10 lat: $10 \cdot 300.000 = 3.000.000$ zł.

Szacunkowy koszt utraty świadczeń ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń rzek i jezior na powierzchni ok. 4,5 ha, obliczonej jako 25% iloczynu długości szerokości cieku): 8498 USD = ok. 34.000 zł/ha/rok, $34.000 \cdot 4,5 \cdot 10 = 1.530.000$ zł.

Szacunkowy koszt utraty świadczeń ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń ekosystemów leśnych z tytułu utraty 20% powierzchni czynnej lasów): 302 USD = ok. 1.200 zł/ha/rok, $1.200 \cdot 20 \cdot 10 = 240.000$ zł.

Szacunkowy koszt utraty świadczeń ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń ekosystemów terenów podmokłych, ze względu na utratę 5% walorów obszaru ze względu na zbyt długie okresy niskich stanów wód z co drugim rokiem suchym): 14785 USD = ok. 59.000 zł/ha/rok, $59.000 * 5 * 10 = 2.950.000$ zł.

Całkowity koszt w przekroju 10 lat: $3.000.000 + 1.530.000 + 240.000 + 2.950.000 = 7.720.000$ zł.

Wariant B.2 – wykonanie robót utrzymaniowych w ograniczonym zakresie tj. cykliczne odmulanie 2 km cieku w taki sposób, by zapewnić odpływ wód z terenu, gdzie niedopuszczalne ze względu na rodzaj upraw i sposób użytkowania jest czasowe podtapianie terenu lub występowanie wysokiego poziomu wód gruntowych. Dodatkowo, poniżej odmulonego odcinka planuje się pozostawienie dna w stanie istniejącym z lokalnym urozmaiceniem poprzez usunięcie lokalnych zamulisk ponadnormatywnych oraz wybudowanie sekwencji bystrze-płoso. Planuje się również pozostawienie zwalisk drzew, które lokalnie zalegają w dnie, z wyjątkiem konarów o dużym rozgałęzieniu, mogących mieć wpływ na spływ wód powodziowych. Ogranicza się również planowane koszenie roślinności brzegowej do koszenia co roku naprzemiennie jednego brzegu, a także na szerszych odcinkach, na odcinku powyżej dolnego intensywnie użytkowanego terenu, pozostawienie obszarów niekoszonych również w dnie (na części szerokości koryta).

Na poziomie użytków ekstensywnych planuje się:

- pozostawienie na łukach pionowych skarp łuków wklęsłych, bez odbudowy brzegów i przywracania przekroju trapezowego, z umocnieniem luźnym narzutem kamiennym (nieszczelnym) w celu zapobieżenia dalszemu przesuwowaniu się brzegu w głąb łąd,
- wydzielenie nowej linii brzegowej i wykup części nieruchomości zajętej przez podmywany na łuku brzeg,
- przebudowę brzegu na łukach wypukłych (na poziomie lasów i użytków ekstensywnych) poprzez obniżenie brzegów i wykonanie wydłużonej skarpy o niewielkim nachyleniu.

Szacunkowy koszt robót utrzymaniowych w okresie 10 lat: $10 * 150.000 = 1.500.000$ zł.

Szacunkowy koszt budowy 70 szt. bystrzy w sekwencji bystrze-płoso (na wysokości obszarów leśnych i ekstensywnie użytkowanych, w odstępach co 50 m, na 30% długości cieku): $70 * 20.000 = 1.400.000$ zł.

Szacunkowy koszt robót renaturyzacyjnych na 10 szt. łuków (spłaszczanie brzegów i zabudowa wyrw): $10 * 200.000 = 2.000.000$ zł.

Szacunkowy koszt odszkodowań, w związku lokalnym podtopieniem 50 ha terenów, dla których może ono mieć negatywne skutki dla normalnego użytkowania w okresie 10 lat: $10.000/ha$ co 2 lata, $10.000 * 50 * 5 = 2.500.000$ zł.

Korzyści w świadczeniach ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń ekosystemów terenów podmokłych, ze względu na wzbogacenie 10 ha łąk, urozmaiconych przez okresowe zalewanie lub podnoszenie się poziomu wód gruntowych z założeniem, że jedynie w co drugim roku hydrologicznym ilości wody umożliwiają efektywne wystąpienie wód na tym obszarze): 14785 USD = ok. 59.000 zł/ha/rok, $59.000 * 5 * 10 = 2.950.000$ zł.

Korzyści w świadczeniach ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń rzek i jezior z założeniem, że efektywność świadczeń wzrośnie o 25% ze względu na skrócenie okresów suszy i niżówek): 8498 USD = ok. 34.000 zł/ha/rok, $34.000 * 5 * 10 = 1.700.000$ zł.

Korzyści w świadczeniach ekosystemów w 10-letnim okresie trwałości (wartość świadczeń ekosystemów leśnych z tytułu wzbogacenia 20% powierzchni czynnej lasów): 302 USD = ok. 1.200 zł/ha/rok, $1.200 * 20 * 10 = 240.000$ zł.

Całkowity koszt w przekroju 10 lat: $1.500.000 + 1.400.000 + 2.000.000 + 2.500.000 - 2.950.000 - 1.700.000 - 240.000 = 7.720.000$ zł.

Zestawienie kosztów analizowanych wariantów:

- wariant B.1 – 7.720.000 zł,
- wariant B.2 – 2.510.000 zł.

Wariant B.2, poza wykazanim, korzystnym aspektem finansowym, niesie za sobą następujące skutki:

- odmulenie na długości 2 km odsuwa ryzyko, związane z cofką zależną od spiętrzenia wody na odcinku nieodmulonym, od obszaru użytkowanego intensywnie.
- pozostawienie spionizowanych skarp na brzegach wklęsłych i spłaszczenie nachylenia na łukach wypukłych zapewniają z jednej strony wzbogacenie morfologii cieku i dodatkowych miejsc zastoiskowych dla mikroorganizmów, a z drugiej gwarantują poprawę naturalnego ruchu rumowiska i charakteru przepływu wód (odkładanie się rumoszu na większej płaszczyźnie przy łuku wypukłym, ograniczenie oddziaływania odkładającego się rumoszu na przepustowość koryta na poziomie spływu wód powodziowych przy jednoczesnym zawężeniu w dnie powodującym ograniczenie odpływu wód w okresie suszy)^[3].
- pozostawienie punktowo, lokalnie zwalisk w korycie oraz lokalnych zawężeń, a także budowa sekwencji bystrze-płoso powoduje ograniczenie odpływu wód niżówkowych (spowolnienie odpływu wód) i utrzymanie korzystnych poziomów wód gruntowych, z jednoczesnym urozmaiceniem charakteru spływu wód (lokalne wzbudzenie, dotlenienie wody poniżej niewielkich spiętrzeń). Jednocześnie działania te mają pozytywny wpływ na stan biologiczny cieku (oprócz morfologii) ze względu na poprawę warunków bytowych organizmów wodnych (wzrośnie zawartość tlenu oraz głębokości wody w okresach niżówek) i nie mają żadnego negatywnego oddziaływania na spływ wód wysokich i powodziowych^[2].
- możliwe jest lokalne, okresowe podniesienie się poziomu wód i zalewanie kompleksów leśnych i użytków ekstensywnie wykorzystywanych rolniczo. W ramach analizy należy uwzględnić ewentualne odszkodowania dla rolników na terenach podtapianych, ale jednocześnie istotne jest, że dopuszczenie do lokalnych podtopień stanowi naturalną retencję o ogromnym potencjale (zarówno w kontekście zasilania wód podziemnych i gruntowych w okresach niżów jak i opóźnienia agresywnego zejścia wód powodziowych na niższe położone tereny zagrożone).

Podsumowanie

Na bazie hipotetycznie przyjętych założeń przeanalizowano 3 warianty dla działania A i 2 warianty dla działania B. Wzięto pod uwagę jedynie szacowane koszty oraz wartości negatywne i pozytywne (uzyskane) świadczeń ekosystemów. Takie postępowanie pozwala na zobrazowanie zysków i strat. Istotnym jest, aby wszystkie analizowane warianty zapewniały skuteczne osiągnięcie celu, tak aby jedna niewiedza została z analizy trwale wyłączona (w przypadku działania B cel został ograniczony o wyłączenie z pełnej ochrony części gruntów ekstensywnie użytkowanych, ale zrekompensowany prognozą wypłaty odszkodowań). Analiza oparta o świadczenia ekosystemów powinna zatem być poprzedzona analizami hydraulicznymi i hydrologicznymi, tak aby na etapie przystąpienia do szacowania kosztów analizować już tylko podejmowane działania hydrotechniczne i ich zakres. Uwzględnienie wartości świadczeń ekosystemów, jako uproszczona metoda, zastępuje mocno subiektywne analizy opisowe dotyczące wpływu na środowisko i przyrównywanie w wielowariantowych analizach plusów i minusów inwestycji pod kątem hydraulicznym, ekonomicznym i środowiskowym jednocześnie.

Analizując dane uzyskane w skutek powyższych analiz dla działania A należy podkreślić, że mimo mniejszych kosztów wykonania wałów przeciwpowodziowych analiza wykazała, że w 10-letnim bilansie zysków i strat z uwzględnieniem korzyści środowiskowych (w postaci świadczeń) bilans przemawia na korzyść wariantu A.2 (zbiornik retencyjny).

Podobnie dla działania B: mimo mniejszych rocznych kosztów wykonania robót utrzymaniowych bez ograniczeń (wariant B.1), ze względu na przewidziane w wariantcie B.2 działania kompensacyjne

(bystrza, renaturyzacja), wynik analizy, uwzględniający korzyści, nie tylko środowiskowe, ale też retencyjne i krajobrazowe, przemawia na korzyść wariantu B.2.

pozytywne oddziaływanie niektórych świadczeń to nic innego jak uwzględnienie korzyści z retencjonowania wody na terenach podmokłych i polderowych, a także zróżnicowanie ekosystemów wpływające na urozmaicenie zasobów gatunków fauny i flory na obszarze oraz poprawa walorów turystycznych i krajobrazowych.

Przedstawiona, hipotetyczna analiza miała na celu wykazanie, że same koszty wykonania inwestycji to zdecydowanie za mało, aby dokonać wyboru najkorzystniejszego wariantu realizacji zadania. Z jednej strony bowiem wariant najkorzystniejszy z punktu widzenia ekonomii samej realizacji może okazać się na tyle szkodliwy dla ekosystemów, że zasadnym wydaje się doinwestowanie ze zwrotem w stosunkowo krótkim okresie, ale także z korzyściami stricte hydraulicznymi, kształtującymi w długim okresie zasoby wodne. Z drugiej jednak strony wariant, który zapewne byłby forsowany przez środowiska pro-przyrodnicze, a więc pozostawienie schematu w dzisiejszym stanie ze względu na polderowe naturalne tereny okazuje się zamierzeniem niezmiernie drogim i niekorzystnym z punktu widzenia dobra publicznego. Analiza na podstawie świadczeń ekosystemów i szersza dyskusja w tym zakresie wydaje się zatem być wskazana – żyjemy bowiem w realiach przedstawionych w Planie Przeciwdziałania Skutkom Suszy, przyjętym w drodze rozporządzenia we wrześniu 2021 r. Zgodnie z tym dokumentem Polska stanowi jeden z najuboższych w wodę, krajów Europy. W przeliczeniu odnawialnych zasobów wody na mieszkańca, w Polsce przypada około 1600 m³/os/rok przy średniej europejskiej na poziomie 4500 m³/os/rok. W przyszłości, przy coraz większym deficycie hydrologicznym, szacowanie długookresowych korzyści w trakcie procesu decyzyjnego w sektorze hydrotechniki i inżynierii środowiska jest nieuniknione.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę na niezwykle istotę i celowość działań kompensacyjnych. Wśród nich, jako jedno z istotniejszych na terytorium Polski, wyróżnia się budowa przepławek dla ryb i wszelkie inne metody udrażniania koryt dla migracji organizmów wodnych. Zabudowa koryt budowlami poprzecznymi jest często nieodzowna dla efektywnego wykorzystania zasobów. Jeszcze częściej zabudowa taka istnieje od dziesiątek lat i wynika z niej szereg gospodarczych korzyści, a wbrew pozorom skutki zbyt agresywnego „przywracania rzek naturze” mogłyby być inne niż spodziewane. Szukając optymalnego wyjścia z tej sytuacji można m. in. ograniczyć negatywne skutki funkcjonowania istniejącej zabudowy przy jednoczesnym utrzymaniu jej pozytywnych efektów.

Bilans kosztów zbiornika retencyjnego (wariant A.2 powyżej), mógłby ulec drastycznej zmianie, gdyby w ramach analizy (celowo tego nie zrobiono dla wykazania możliwości kształtowania czynników mających wpływ na ostateczną ocenę), przewidziano budowę przepławki dla ryb zarówno na budowanym na cele zbiornika jazie, jak i na innych budowach poprzecznych, ograniczających potencjał rzeki. Otwarcie wielu hektarów cieku wraz z dopływami to ogromne korzyści, obrazujące się w wartościach wynikających ze świadczenia rzek i jezior. Rozwijając świadczenia na obrazowe elementy: poprzez zapewnienie potencjału wędkarskiego rzek czy też poprawę walorów krajobrazowych.

Również inaczej mogłaby wyglądać dyskusja na temat rozwoju dróg wodnych w Polsce, gdyby wzmocnić ją o działania kompensacyjne. Analiza zysków i strat z uwzględnieniem świadczeń ekosystemów mogłaby rozstrzygnąć niektóre konflikty w zakresie strat i korzyści z rozwoju żeglugi. Z punktu widzenia turystyki jak i transportu korzyści z rozwoju dróg wodnych są niepodważalne. Jednocześnie rozwój transportu wodnego nie musi od razu oznaczać stanu katastrofy ekologicznej, choć nie da się podważyć, że szereg działań niezbędnych dla osiągnięcia celu będzie mieć negatywny wpływ na środowisko. Mimo wszystko możliwe jest łagodzenie tych negatywnych oddziaływań,

a odpowiedniej jakości analizy na poziomie przedprojektowym mogą przynieść tylko i wyłącznie pozytywne skutki.

Takie projekty jak program Life+, finansujący ze środków Unii Europejskiej działania pro-środowiskowe, poprzez swoje dodatkowe wymogi miękkie w projekcie, mają znaczący wpływ na bardzo niedoceniony, ale niezmiernie istotny element jakim jest uświadamianie społeczeństwa. Tylko tą metodą można ograniczyć problem kłusownictwa, który w Polsce dawno już przekroczył kategorię niszowego nielegalnego wylawiania ryb dla własnego użytku, a wkroczył na poziom masowego nielegalnego odłowu wartego ogromne pieniądze. Tylko w ten sposób można zadbać o to, aby kolejne pokolenia miały okazję zobaczyć jeszcze rzeki, w których żyją ryby, a zamoczenie nogi w wodzie nie grozi zakażeniem.

W ramach projektów finansowanych z funduszu Life+ realizowane są projekty przepławek w dorzeczach Iny (28 obiektów), Regi (23 obiekty), czy Drawy. Tym samym setki hektarów koryt rzecznych zostają udrożnione dla migracji ryb. W ramach projektów zrealizowano również warsztaty i zajęcia dydaktyczne dla lokalnych społeczności oraz nasadzenia drzew wzdłuż brzegów rzek. Otwarto także równoległe ogromne pole badawcze, które pozwoli w przyszłości na określenie efektów tych działań i wyciągnięcie wniosków.

Przy realizacji zadań na styku hydrotechniki i ochrony środowiska prawie zawsze możliwe jest znalezienie złotego środka, choćby z wykorzystaniem działań kompensacyjnych. W osiągnięciu takiego stanu porozumienia pomóc może przedstawianie problematyki kwotowo, z uwzględnieniem zysków i strat świadczeń ekosystemów. W przyszłości gospodarowania wodami istotne jest, aby analizując zasadność działań brać pod uwagę interes zarówno środowiskowy jak i ekonomiczny, a także przyszłość malejących zasobów wodnych. Kiedy w sposób rzetelny można uzasadnić planowany zakres działań, a dyskusja opiera się na rzetelnych argumentach, możliwych do wyrażenia w sposób wymierny, decydentowi łatwiej jest oprzeć się naciskowi populistycznych haseł.

LITERATURA

- [1] Costanza Robert, d'Arge Ralph, de Groot Rudolf, Farber Stephen, Hannon Bruce, Limburg Karin, Naeem Shahid, O'Neill Robert, Paruelo Jose, Raskin Robert, Sutton Paul, van den Belt Marjan. 1997. "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature* (387),253–260.
- [2] FAO & DVVK. 2002. "Fish passes design, dimensions and monitoring". *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. ISBN: 3-89554-027-7.
- [3] Kostecka Joanna, Mazur-Pączka Anna, Jasińska Teresa, Batóg Karolina. 2012. „Manual of River Restoration Techniques”. *Inżynieria i Ochrona Środowiska* t. 15 (4).
- [4] Mańkowska Marta, Pluciński Michał, Kotowska Izabela, Kłos-Adamkiewicz Zuzanna, Kuciaba Emilia, Jedrzychowski Kasper, Karkos Dariusz, Woś Krzysztof. 2016. "Możliwości wykorzystania transportu wodnego śródlądowego w obsłudze zespołu portowego Szczecin-Świnoujście". *Polskie Towarzystwo Ekonomiczne*. ISBN: 978-83-65360-02-1.
- [5] Roo Ad, Bouraoui Fayçal, Burek Peter, Bisselink Berny, Vandecasteele Ine, Mubareka Sarah, Salamon Peter, Pastori Marco, Zambrano-Bigiarini Mauricio, Thiemig Vera, Bianchi Alessandra, Lavallo Carlo. 2012. "Current water resources in Europe and Africa Matching water supply and water demand". *Publications Office of the European Union*. ISBN: 978-92-79-23341-8.
- [6] Zapata-Sierra Antonio, Zapata-Castillo Lourdes, Manzano-Agugliaro Francisco. 2022. "Water resources availability in southern Europe at the basin scale in response to climate change scenarios". *Environmental Sciences Europe* 34.
- [7] Zelazo Jan. 2006. „Renaturyzacja rzek i dolin”. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* (4/1).

Dodatkowo wykorzystano następujące akty prawne:

Plan Przeciwdziałania Skutkom Suszy

Ramowa Dyrektywa Wodna

Ustawa o ochronie przyrody

Ustawa Prawo wodne

Ustawa Prawo ochrony środowiska.