

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

RENATURYZACJA WÓD

PODRĘCZNIK DOBRYCH PRAKTYK RENATURYZACJI WÓD POWIERZCHNIOWYCH



KRAKÓW, KWIECIEŃ 2020

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Podręcznik opracowano w ramach przedsięwzięcia „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych”, na zamówienie Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie – Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie.

Zespół pod kierownictwem Ilony Biedroń.

Multiconsult
POLSKA

REDAKCJA: Paweł Pawlaczyk

AUTORZY: Ilona Biedroń, Patrycja Brzóska, Renata Dondajewska-Pielka, Artur Furdyna, Ryszard Gołdyn, Mateusz Grygoruk, Artur Grześkowiak, Sylwia Horska-Schwarz, Szymon Jusik, Karolina Kłósek, Włodzimierz Krzymiński, Janusz Ligieża, Marta Łapuszek, Krzysztof Okrański, Paweł Pawlaczyk, Marcin Przesmycki, Zbigniew Popek, Ewelina Szałkiewicz, Katarzyna Suska, Joanna Żak.

Cenne uwagi i rady wnieśli: Agata Gójska, Janusz Filipczyk, Roman Konieczny, Przemysław Nawrocki, Krzysztof Wybraniec.

Kraków, kwiecień 2020

Pawlaczyk P. (red.), Biedroń I., Brzóska P., Dondajewska-Pielka R., Furdyna A., Gołdyn R., Grygoruk M., Grześkowiak A., Horska-Schwarz S., Jusik Sz., Kłósek K., Krzymiński W., Ligieża J., Łapuszek M., Okrański K., Przesmycki M., Popek Z., Szałkiewicz E., Suska K., Żak J. 2020. Podręcznik dobrych praktyk renaturyzacji wód powierzchniowych. Oprac. w ramach przedsięwzięcia „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych”. Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa.

Strona tytułowa: Dolina Parsęty

Źródło: archiwum Towarzystwa Przyjaciół Rzek Iny i Gowienicy, fot. Marcin Budniak

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	6
1.1 Teoretyczne aspekty renaturyzacji – definicje i problemy praktyczne	6
1.2 Potrzeby renaturyzacji.....	7
1.3 Ogólne zasady dobrej renaturyzacji	9
1.4 Doświadczenia renaturyzacji wód w Polsce.....	14
2. Cele renaturyzacji. Potencjalne korzyści.....	20
2.1 Osiąganie celów środowiskowych jednolitych części wód powierzchniowych.....	20
2.1.1 Osiąganie dobrego stanu ekologicznego (naturalne części wód)	30
2.1.2 Osiąganie dobrego potencjału ekologicznego	31
2.2 Osiąganie celów środowiskowych dla obszarów chronionych chroniących gatunki i siedliska zależne od wód.....	38
2.3 Inne potrzeby naprawy funkcjonowania geoekosystemu wodnego	41
2.4 Możliwości ograniczenia ryzyka powodziowego	44
2.5 Uodpornienie ekosystemów na suszę. Zwiększanie naturalnej retencji.....	52
2.6 Inne świadczenia ekosystemów	69
2.7 Renaturyzacja w kontekście zmian klimatu	71
3. Renaturyzacja wód płynących.....	74
3.1 Kluczowe elementy naturalnej rzeki.....	74
3.2 Przekształcenia rzek i zakłócenia procesów rzecznych	91
3.3 Metody renaturyzacji wód płynących.....	95
4. Renaturyzacja jezior.....	181
4.1 Kluczowe elementy naturalnego jeziora.....	181
4.2 Przekształcenia jezior i zakłócenia naturalnych procesów kształtujących ekosystem	182
4.3 Metody renaturyzacji jezior.....	183
5. Renaturyzacja wód przejściowych i przybrzeżnych.....	225
5.1 Kluczowe elementy wód przejściowych i morskiej strefy brzegowej	226
5.2 Przekształcenia w obrębie wód przejściowych i przybrzeżnych	231
5.3 Metody renaturyzacji wód przejściowych, przybrzeżnych i brzegu morskiego	235
6. Praktyczne aspekty planowania renaturyzacji	262
6.1 Wstępna identyfikacja potrzeby renaturyzacji	264
6.1.1 Zdefiniowanie problemu	264
6.1.2 Analiza dostępnych danych	268
6.1.3 Analiza podobnych przykładów renaturyzacji	279
6.2 Środowisko społeczne i współpraca z zainteresowanymi stronami.....	281

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

6.3	Rozpoznanie terenowe.....	287
6.3.1	Rozpoznanie terenowe w przypadku rzek.....	287
6.3.2	Rozpoznanie terenowe w przypadku jezior.....	290
6.3.3	Rozpoznanie terenowe w przypadku wód przejściowych i przybrzeżnych.....	291
6.4	Określenie celów renaturyzacji.....	293
6.4.1	Wybór odpowiedniego podejścia do renaturyzacji	293
6.4.2	Wyznaczenie celów szczegółowych.....	294
6.5	Wybór szczegółowych metod i działań.....	299
6.6	Weryfikacja potencjalnego oddziaływania	301
6.6.1	Analiza problemów i ograniczeń.....	301
6.6.2	Wpływ na ryzyko powodziowe	304
6.6.3	Analiza kosztów i korzyści.....	306
6.6.4	Kompleksowa analiza SWOT.....	308
6.7	Planowanie monitoringu	309
6.7.1	Zależność pomiędzy ryzykiem niepowodzenia planowanych działań a intensywnością monitoringu.....	310
6.7.2	Metody monitoringu	312
6.7.3	Zasady dobrego monitoringu	318
6.8	Poszukiwanie źródeł finansowania	320
6.9	Wdrożenie	324
6.9.1	Uwarunkowania formalno-prawne.....	324
6.9.2	Decyzje niezbędne do wykonania poszczególnych działań renaturyzacyjnych	332
6.9.3	Pozyskanie gruntów.....	333
6.9.4	Wykonawstwo	333
6.9.5	Praktyczne doświadczenia wykonawcze.....	337
6.10	Adaptatywne zarządzanie projektem renaturyzacji	338
6.11	Dodatkowe materiały	338
	Literatura	341
	Spis rysunków	359
	Spis fotografii	361
	Spis tabel.....	363

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

LISTA SKRÓTÓW

aJCWP	Zaktualizowane jednolite części wód powierzchniowych obowiązujące od III cyklu planistycznego RDW (od 2021 r.)
Dyrektywa Siedliskowa	Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dz.U. L 206 z 22.7.1992, str. 7)
Dyrektywa Ptasia	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (wersja ujednolicona) (Dz. U. L 20 z 26.01.2010, str. 7)
GIOŚ	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
HIR	Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny
HIR_k	Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny, wersja określana kameralnie
IMGW-PIB	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
jcwp	Jednolite części wód powierzchniowych
JCWP	Jednolite części wód powierzchniowych obowiązujące do 2021 r.
PGW WP	Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
PMŚ	Państwowy Monitoring Środowiska
Prawo wodne	Ustawa z dnia 20 lipca 2017r. Prawo wodne (Dz. U. z 2018 r. poz. 2268, z późn. zm.).
RDOŚ	Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska
RDW	Ramowa Dyrektywa Wodna; Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej UE (Dz. U. L 327 z 22. 12. 2000, s. 1)
RZGW	Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
SCW	Sztuczna część wód powierzchniowych
SZCW	Silnie zmieniona część wód powierzchniowych

1. Wstęp

1.1 Teoretyczne aspekty renaturyzacji – definicje i problemy praktyczne

Renaturyzacja jest działaniem wspomagającym odtworzenie stanu ekosystemu lub procesów przyrodniczych zachodzących w ekosystemie, który został zdegradowany, uszkodzony lub zniszczony (Gann i in. 2019). Z tej krótkiej definicji sformułowanej przez Towarzystwo Renaturyzacji Ekologicznej (ang.: Society for Ecological Restoration; SER) wynika konieczność orientowania działań renaturyzacyjnych na ich synergię z procesami przyrodniczymi zachodzącymi w środowisku oraz konieczność podejmowania tych działań bez względu na tempo samoistnej regeneracji ekosystemów. Wbrew powszechnie przyjętej interpretacji, renaturyzacja ekosystemów wodnych nie wynika ze zmiany rangi środowiska przyrodniczego w procesie zarządzania wodami. Główną przyczyną coraz częstszego podejmowania prac renaturyzacyjnych jest optymalizacja wykorzystania wód przez użytkowników-interesariuszy oraz dostrzeżenie mierzalnych korzyści, jakie dają społeczeństwu ekosystemy wodne utrzymane w dobrym stanie ekologicznym. Udowodniono bowiem, że wody powierzchniowe o złym stanie ekologicznym przestają pełnić swe funkcje gospodarcze, społeczne i środowiskowe (np. jako filtry zanieczyszczeń trafiających do wód) oraz pogłębiają postępujące ograniczanie zasobów wodnych poprzez przyspieszenie odpływu ze zlewni, zwiększając przy tym ryzyko powodziowe obszarów położonych w dolnych odcinkach biegów rzek. Jeziora i wody przybrzeżne i przejściowe pozostające w ścisłym związku z rzekami o złym stanie ekologicznym również przestają dawać mierzalne korzyści. W jeziorach o ograniczonym dopływie i zwiększonym odpływie wód postępuje zalądowanie. Intensyfikujące się rolnictwo, używające większych ilości nawozów, w warunkach zagospodarowania terenów nadrzecznych i zaniku naturalnych, bagiennych stref buforowych, powoduje eutrofizację zbiorników wodnych. Zabudowa wybrzeża morskiego mająca na celu jego „ustabilizowanie” powoduje – odwrotnie do założonych skutków – zwiększenie erozji w okresach sztormów.

Dobrze przeprowadzona renaturyzacja ekosystemów wodnych przynosi natomiast, prócz poprawy ich stanu ekologicznego, korzyści społeczne i gospodarcze (Aronson i in., 2010; Ben-Dor i in. 2015; Nielsen-Pincus i Moseley 2013). Dowiedziono, że wraz z rozwojem społecznym wzrasta potrzeba życia w stabilnym, odpornym na presję i dobrze funkcjonującym środowisku. Daje to podstawy by oczekiwać, że rola renaturyzacji jako regularnie stosowanej metody zarządzania środowiskiem będzie coraz większa (Suding 2011).

Renaturyzacja ekosystemów wodnych jest działaniem złożonym. Sukces renaturyzacji mierzony odpowiednio dobranymi wskaźnikami stanu środowiska, zarówno przyrody ożywionej jak i nieożywionej, zależy od wielu czynników. Największym współczesnym wyzwaniem renaturyzacji wód powierzchniowych są negatywne skutki zmian klimatu, które wpływają na zmianę zasobów wodnych (Keenslide i in. 2012). Skuteczność działań renaturyzacyjnych wobec postępującego uszczuplania zasobów wodnych może być bowiem ograniczona. Innym wyzwaniem w procesie renaturyzacji ekosystemów wodnych jest włączanie interesariuszy w proces zarządzania ekosystemami oraz ocena sukcesu ich zaangażowania (Grygoruk i Rannow 2016). Nie mniej istotnym czynnikiem warunkującym skuteczność i stabilność efektu renaturyzacji wód powierzchniowych w zakresie różnorodności przyrodniczej jest umożliwienie gatunkom migracji do miejsca, w którym renaturyzację przeprowadzono. Fragmentacja rzek oraz presje urbanistyczne i rolnicze utrudniają możliwość zasiedlania wód przez występujące tam niegdyś gatunki.

Idea współczesnej renaturyzacji ekosystemów wodnych zakłada jej planowanie pod kątem poprawy stanu środowiska, w celu zwiększenia korzyści płynących z wykorzystania ekosystemów przez interesariuszy. Poprawa stanu środowiska ekosystemów wodnych ma z założenia wynikać z inicjacji bądź odtworzenia naturalnych procesów biologicznych i biogeochemicznych, poprzez właściwe wykorzystanie procesów hydrologicznych, hydraulicznych i hydromorfologicznych, przy ograniczeniu technicznych ingerencji w koryto rzeki, misę jeziorną lub wybrzeże do minimum (biorąc pod uwagę wszystkie uwarunkowania). Nieuzasadnionym uproszczeniem jest przedstawianie renaturyzacji jako próby przywrócenia ekosystemu do stanu sprzed jego przekształcenia. Doprowadzenie rzek do stanu naturalnego w krajobrazie użytkowanym rolniczo, w obszarach zurbanizowanych i przemysłowych jest bowiem niemożliwe (Martinez i Lopez-Barrera 2008). Jakkolwiek, utrzymywanie rzek, jezior, wód przejściowych i przybrzeżnych w stanie wysokiego przekształcenia oraz pod silną presją wynikającą z błędnie pojmowanego ograniczania ryzyka powodziowego, poprzez jak najszybsze pozbywanie się wody z krajobrazu, jest w kilkudziesięcioletnim horyzoncie czasowym nieopłacalne. Przekształcone lub zdegradowane ekosystemy wodne są mniej odporne na zaburzenia, a zarządzanie nimi wiąże się z koniecznością regularnego ponoszenia wysokich kosztów (np. odbudowa koryt rzek po powodziach, które uszkodziły homogenicznie ukształtowane brzegi uregulowanej rzeki; konieczność poprawy jakości wody jezior czy dostawa piasku na wybrzeże, który wcześniej w wyniku erozji został w wyniku naturalnych procesów transportu rumowiska przeniesiony na inny odcinek wybrzeża).

Renaturyzacja rozumiana jako zbiór działań, których celem (oraz zmierzonym skutkiem) jest poprawa stanu ekosystemów wodnych, powinna znaleźć należne sobie miejsce w paście metod zarządzania rzekami, jeziorami oraz wodami przybrzeżnymi i przejściowymi i być stosowana wszędzie tam, gdzie jest to uzasadnione i możliwe. Nie ma bowiem powodu, aby przy bardzo wysokim stanie wiedzy z zakresu ochrony i inżynierii środowiska, hydromorfologii i ekologii, należało kontynuować destruktywne dla środowiska wodnego działania techniczne, zamiast stosowania rozwiązań mogących pogodzić oczekiwania społeczne i gospodarcze z dbałością o dobry stan ekosystemów wodnych (Mitsch 2014). Jak wykazano, przeszkodą w systemowej renaturyzacji ekosystemów wodnych w skali różnych krajów Unii Europejskiej jest zwykle brak strategii lub krajowych planów renaturyzacji (Szałkiewicz i in. 2018). Wobec dotychczasowego braku systematycznego podejścia oraz planu poprawy stanu rzek, jezior i wód przybrzeżnych w Polsce, niniejszy podręcznik wraz z krajowym programem renaturyzacji wód powierzchniowych stanowi niezbędny element wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju w gospodarce wodnej. W celu osiągnięcia faktycznie zrównoważonego rozwoju, należy kierować się ideą optymalnego zagospodarowania rzek, jezior i wód przybrzeżnych, z uwzględnieniem szans i ograniczeń płynących z dobrego stanu ekologicznego ekosystemów wodnych.

W niniejszym podręczniku przedstawiamy koncepcję oraz metody renaturyzacji rzek, jezior oraz wód przejściowych i przybrzeżnych w Polsce, zgodnie z naszą najlepszą wiedzą oraz na podstawie wszystkich dostępnych nam wyników badań oraz dotychczasowych doświadczeń i rozwiązań praktycznych.

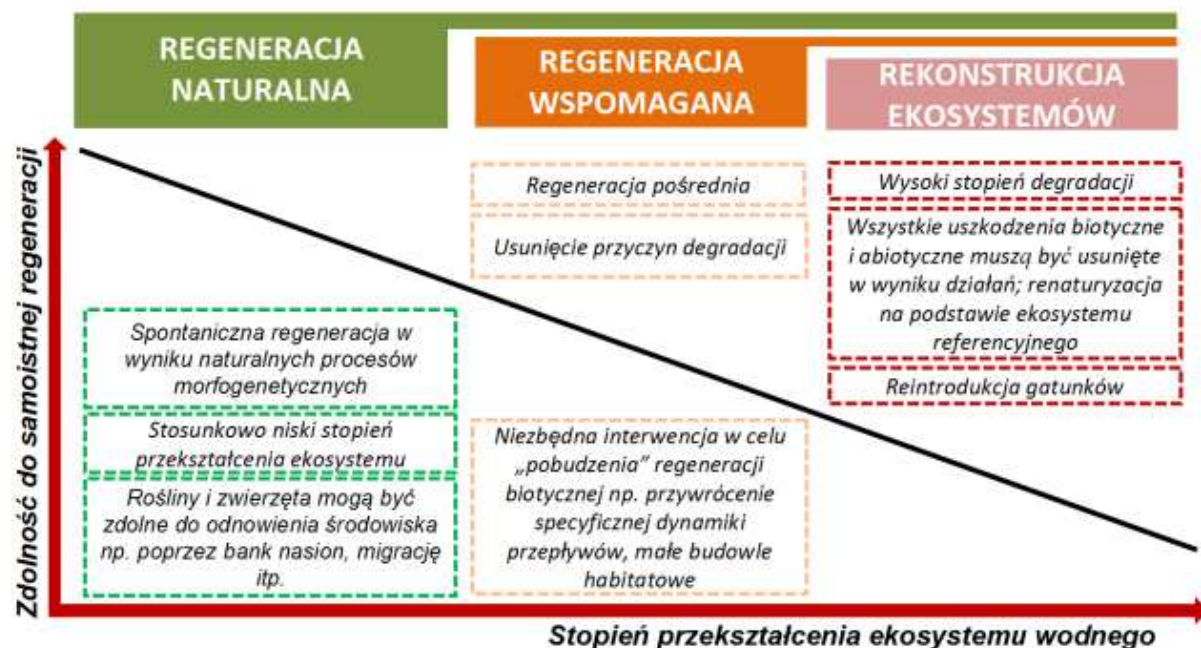
1.2 Potrzeby renaturyzacji

Konieczność odtworzenia dobrego stanu środowiska, w tym również ekosystemów wodnych, wynika przede wszystkim z potrzeb człowieka (Suding 2011). Na podstawie stwierdzonej konieczności poprawy stanu hydromorfologicznego rzek, jezior i wybrzeża Morza Bałtyckiego, mając na uwadze potrzebę poprawy ciągłości ekologicznej rzek oraz społeczne zapotrzebowanie na renaturyzację stwierdzono, że niemal wszystkie Jednolite Części Wód Powierzchniowych (aJCWP) w Polsce wymagają podjęcia działań renaturyzacyjnych w mniejszym bądź większym zakresie. Potrzeby te zostały już

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

dostrzeżone na poziomie wcześniejszych dokumentów mających na celu optymalizację zarządzania wodami powierzchniowymi (np. Ministerstwo Środowiska 2018).

Renaturyzacja ekosystemów wodnych jest jednak przedsięwzięciem wymagającym uwzględnienia specyfiki poszczególnych aJCWP. Zakres i dobór możliwych do zastosowania metod renaturyzacji zależy od stopnia przekształcenia ekosystemu oraz występujących presji, które determinują ewolucję ekosystemu oraz jego zdolność do samoistnej regeneracji (Rys. 1).



Rysunek 1. Schematyczne podejście do renaturyzacji ekosystemów wodnych obrazujące ideę krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych oraz niniejszego podręcznika.

Źródło: Opracowanie własne

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 1. Przykłady ekosystemów o różnym stopniu przekształcenia, wymagających podjęcia zróżnicowanych działań renaturyzacyjnych.

A – wyżynna rzeka o niskim stopniu przekształcenia hydromorfologicznego – widoczna sekwencja bystrze-płoso, zróżnicowane profile brzegów, drzewa zaciniające koryto (rz. Belnianka, Fot. Mateusz Grygoruk), B – nizinna rzeka o średnim stopniu przekształcenia hydromorfologicznego – zróżnicowana hydromorfologia, duże zróżnicowanie warunków przepływu, silna presja rolnicza do samego koryta rzeki (rz. Nietupa, Fot. Mateusz Grygoruk), C – nizinna rzeka o znacznym stopniu przekształcenia hydromorfologicznego – wyprostowane koryto o trapezoidalnym przekroju, brak zróżnicowania głębokości i warunków przepływu, brak zadrzewień i naturalnych elementów hydromorfologicznych w korycie (rz. Żebrówka, Fot. Mikołaj Piniewski).

Dobrze zachowane ekosystemy wodne (Fot. 1A), zarówno rzeki, jak i jeziora oraz wody przybrzeżne i przejściowe, mające wysoką zdolność do samoregeneracji, mogą wymagać renaturyzacji z powodu nieosiągnięcia pożądanego stanu ekologicznego (mierzonego np. Hydromorfologicznym Indekssem Rzecznym, HIR – por. rozdz. 2.1). W przypadku takich ekosystemów jedyną właściwą metodą ich renaturyzacji jest umożliwienie naturalnej regeneracji, np. poprzez pozostawienie rzece korytarza swobodnej migracji koryta lub umożliwienie samoodtworzenia bagiennych stref buforowych nad jeziorem.

Należy jednak podkreślić, że wysoki potencjał ekosystemu wodnego do samoistnej regeneracji nie może być traktowany jako uzasadnienie do jego dalszej degradacji, uszkodzenia lub niezrównoważonego wykorzystania. Ekosystemy o większym stopniu przekształcenia (Fot. 1B i 1C) wymagają wspomagania samoistnej regeneracji, w pierwszej kolejności poprzez ograniczenie lub usunięcie występujących presji. Ekosystemy zdegradowane, które nie są zdolne do samoistnej regeneracji, wymagają planowanych i zakrojonych na szeroką skalę działań prowadzących do ich rekonstrukcji.

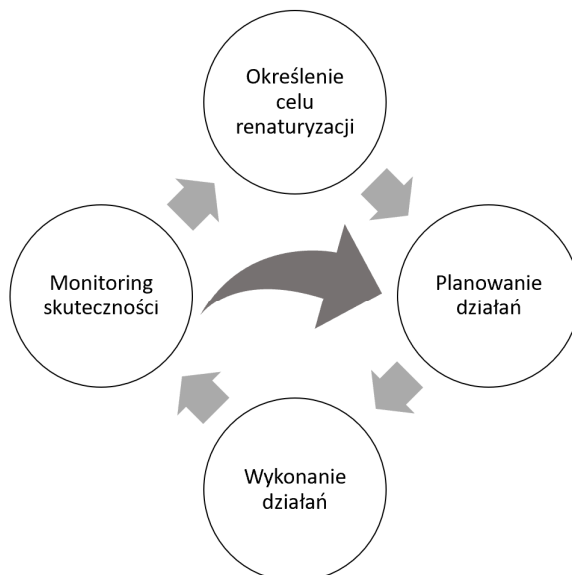
Idea trzech stopni przekształcenia ekosystemów wodnych oraz dobór działań renaturyzacyjnych zależnych od zdolności tych ekosystemów do samoistnej regeneracji (Rys. 1) stanowi podstawę niniejszego podręcznika.

1.3 Ogólne zasady dobrej renaturyzacji

Renaturyzacja ekosystemów wodnych powinna być z zasady planowana jako stopniowy i długotrwały (kilkudziesięcioletni) proces adaptacyjny (Rys. 2). Szybkie osiągnięcie celów renaturyzacji jest zwykle

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

niemożliwe. Wynika to z faktu wysokiej niepewności odpowiedzi ekosystemu na podjęte działania renaturyzacyjne oraz niestałość presji oddziałujących na dany ekosystem (Bączek i in. 2018).



Rysunek 2. Proces planowania i prowadzenia renaturyzacji ekosystemów wodnych.

Źródło: Opracowanie własne

Brak możliwości poprawy stanu ekologicznego wód w krótkim czasie nie powinien jednak rzutować na konieczność jak najszybszego podjęcia renaturyzacji ekosystemów wodnych, których aktualny stan uzasadnia potrzebę poprawy. Dobry projekt renaturyzacji powinien uwzględniać możliwość wprowadzenia korekt do zaplanowanych działań w przyszłości. Z tego względu, konieczne jest jednoznaczne określenie celu renaturyzacji oraz monitoring jej skuteczności. Zaleca się, by celem renaturyzacji był określony i mierzalny wskaźnik (lub wskaźniki) stanu ekosystemu. Przeprowadzenie działań renaturyzacyjnych nie jest bowiem celem samym w sobie, a sukces renaturyzacji powinien być mierzony na podstawie odpowiedzi ekosystemu na podjęte działania (por. rozdz. 6).

Choć podstawową miarą sukcesu pozostanie poprawa stanu lub funkcjonowania ekosystemu, to istotne są także zmiany społeczne i ekonomiczne, zachodzące w wyniku renaturyzacji wód – jak np. obniżenie kosztów utrzymania zrenaturyzowanych wód; odtworzone świadczenia ekosystemów wodnych oraz terenów pozostających pod wpływem wód; bezpieczeństwo ludzi; satysfakcja społeczeństwa itp. Także te aspekty warto monitorować (mimo trudności metodycznych), bo będą one dodatkowymi wskaźnikami sukcesu lub niepowodzenia renaturyzacji.

Miary sukcesu renaturyzacji - przykład

W przypadku rzeki wymagającej poprawy stanu hydromorfologicznego można zaplanować działania polegające na wprowadzeniu do koryta odpowiednich elementów zmieniających dotychczasowe warunki hydromorfologiczne (np. głazów lub rumoszu drzewnego). Samo wprowadzenie tych elementów do koryta rzeki nie może być jeszcze uważane za wskaźnik sukcesu renaturyzacji. O sukcesie świadczyć będzie np. mierzalna poprawa stanu hydromorfologicznego rzeki (wyrażona np. poprawą wartości wskaźnika HIR lub HQA – w metodzie River Habitat Survey), wzrost różnorodności biologicznej (pojawienie się nowych lub zwiększenie liczebności już wcześniej obecnych gatunków roślin i zwierząt), lub wypełnienie oczekiwań społecznych (np. dostarczenie lokalnej społeczności i interesariuszom nowych świadczeń ekosystemów przez zrenaturyzowaną rzekę).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wyniki monitoringu powinny posłużyć do weryfikacji przeprowadzonych i zaplanowania nowych działań uzupełniających. W zdecydowanej większości przypadków renaturyzacji ekosystemów wodnych, raz zaplanowane działania wymagają korekty, ponieważ odpowiedzi ekosystemu zwykle nie potrafimy wyprzedzająco dokładnie przewidzieć.

Monitoring potrzebny do oceny skuteczności i korekty renaturyzacji - przykłady

Przykład 1 - Renaturyzacja koryta rzeki poprzez wprowadzenie elementów mających na celu poprawę stanu hydromorfologicznego odcinka rzeki:

- monitoring stanu hydromorfologicznego prowadzony przed oraz kilkakrotnie i regularnie po przeprowadzeniu działań (np. HIR terenowy, RHS, pomiary przekrojów koryta oraz profilu podłużnego cieku),
- monitoring ichtiofauny (np. elektrołowy wykonane przed oraz kilkakrotnie i regularnie po przeprowadzeniu działań),
- monitoring fitosocjologiczny (np. z wykorzystaniem wysokorozdzielczych zdjęć z drona).

Przykład 2 – Zaprzestanie wykaszania brzegów, utworzenie strefy buforowej wzdłuż brzegu rzeki:

- monitoring fizjonomii roślinności (np. z wykorzystaniem wysokorozdzielczych zdjęć z drona), monitoring struktury gatunkowej roślinności (fitosocjologiczny);
- monitoring parametrów fizykochemicznych wody ze spływu powierzchniowego oraz w cieku;
- monitoring stanów wody oraz zjawiska rozlewania się wód wysokich (np. zasięg wylewu po opadach nawałnych na podstawie zdjęć z drona).

W przypadku monitoringu działań renaturyzacyjnych, szczególnie przydatne są nawet bardzo proste badania stanu środowiska zgodnie z protokołem BACI (*before – after – control - impact*; pol.: przed – po – kontrola - wpływ). Polega on na jednoczesnym monitoringu obszaru (np. odcinka rzeki) pozostającego pod wpływem podjętych działań oraz obszaru referencyjnego położonego poza strefą bezpośredniego oddziaływania podjętych prac renaturyzacyjnych. Tak zaplanowany monitoring pozwala na ograniczenie błędów wnioskowania na temat skuteczności podjętych działań. Ze względu na oddziaływanie na renaturyzowany obiekt różnych presji (np. zmiany klimatu) może się okazać, że zaobserwowana reakcja renaturyzowanego obiektu nie jest następstwem podjętych działań, a jedynie odzwierciedla jakiś regionalny, ogólny trend. Znane są przypadki opisujące na podstawie wyników prowadzonego monitoringu pozytywną reakcję renaturyzowanego obiektu będące w istocie naturalną reakcją systemów na regionalne zmiany warunków klimatycznych, które choć były uważane za odpowiedź ekosystemów na renaturyzację, w istocie nimi nie były (Dorau i in. 2015).

Protokół BACI: *before – after – control – impact* (pol.: przed – po – kontrola – wpływ) w kontekście renaturyzacji ekosystemów wodnych

Ten klasyczny protokół monitoringu polega na wyselekcjonowaniu obszarów pozostających pod wpływem podjętych działań renaturyzacyjnych oraz obszarów referencyjnych, położonych na tyle daleko, by móc wykluczyć oddziaływanie renaturyzacji na stan środowiska danego obszaru (np. odcinka rzeki). Na tak wyselekcjonowanych odcinkach cieku (fragmentach brzegu jeziora lub basenu wód przejściowych i przybrzeżnych) przeprowadza się badania przed rozpoczęciem prac renaturyzacyjnych i określa stan ich środowiska. Następnie, badania powtarza się z zastosowaniem takiej samej metodyki po przeprowadzeniu działań renaturyzacyjnych, na tych samych odcinkach co wcześniej. Wynik monitoringu określa się przez porównanie zmiany stanu środowiska wodnego na odcinku poddanym renaturyzacji i zmiany stanu środowiska wodnego na odcinku pozostającym poza zasięgiem oddziaływania renaturyzacji. Porównanie pozwala stwierdzić różnice w reakcji ekosystemu pozostającego pod wpływem podjętych działań oraz ekosystemu referencyjnego.

Możliwość błędnej interpretacji wyników monitoringu

Przeprowadzono odtworzenie bagiennej strefy buforowej wzdłuż rzeki. Celem renaturyzacji było podniesienie zwierciadła wód podziemnych w tej strefie. Zaplanowano monitoring stanów wody, a badania rozpoczęto przed podjęciem działań technicznych (obniżenie rzędnych brzegu, poszerzenie koryta). Monitoring prowadzono przez 5 lat, jednak okres po przeprowadzeniu działań był okresem obfitującym w opady deszczu, przez co poziom wody w całym regionie utrzymywał się wyżej, niż kilka lat wcześniej. Wyniki monitoringu pokazały, że stan wody w renaturyzowanym obiekcie był wyższy po przeprowadzeniu działań aniżeli przed nimi. Na podstawie przeprowadzonego monitoringu można więc wysnuć **błędny wniosek** – „osiągnięto cel renaturyzacji mierzony wzrostem zwierciadła wody w obiekcie”.

Ogólne zasady dobrej renaturyzacji ekosystemów wodnych wynikają z doświadczeń badań naukowych nad renaturyzacją i odpowiedzią ekosystemów rzek, jezior, wód przybrzeżnych i przejściowych, prowadzonych od wczesnych lat osiemdziesiątych. Do celów naszego podręcznika przyjęto, że projekt renaturyzacji ekosystemu wodnego powinien odpowiadać pięciu najważniejszym wymaganiom sformułowanym pierwotnie przez Palmer i in. (2005), pozostającym do dnia dzisiejszego obowiązującym zestawem wskazówek dobrej renaturyzacji.

Po pierwsze – planowanie renaturyzacji ekosystemu wodnego powinno zakładać doprowadzenie rzeki/jeziora/zbiornika wodnego do **większej dynamiki** zachodzących tam procesów hydrologicznych i ekologicznych. Powinno się więc dążyć do zwiększenia zmienności i różnorodności procesów (np. stanów wody, przepływów, typów roślinności, siedlisk wodnych) do maksymalnego poziomu, możliwego w danym miejscu i przy istniejących ograniczeniach.

Po drugie – w wyniku przeprowadzonych działań należy oczekiwać **mierzalnej poprawy** stanu ekologicznego renaturyzowanego obiektu. Zakłada to więc zaplanowanie odpowiedniego monitoringu elementów renaturyzowanego obiektu.

Po trzecie – renaturyzacja powinna prowadzić do osiągnięcia przez poddany jej obiekt stanu umożliwiającego jego **samoutrzymanie**, tj. renaturyzacja powinna inicjować i uruchamiać takie procesy, które będą utrzymywać geoekosystem wodny w dynamicznym, ale optymalnym kształcie – podtrzymując same skutki renaturyzacji, ale i sprawiając, że powtarzalne prace utrzymaniowe wód przestaną być potrzebne. To kryterium w sposób jednoznaczny wskazuje na konieczność indywidualnego podejścia do każdego obiektu i w zasadzie wyklucza możliwość uogólnienia działań (to, co działa w jednym przypadku niekoniecznie musi zadziałać w innym). Co więcej, konieczność ograniczenia prowadzonych prac wymaga zrozumienia i wykorzystania naturalnych procesów

hydrologicznych i morfogenetycznych w procesie renaturyzacji. Tylko takie podejście pozwoli na osiągnięcie systemu odpornego na zewnętrzne oddziaływania (w tym okresowy brak opadów, katastrofy naturalne, zmiany klimatu).

Po czwarte – zaplanowane i prowadzone działania renaturyzacyjne nie powinny negatywnie oddziaływać na ekosystem. To kryterium może być trudne do spełnienia w przypadku renaturyzacji ekosystemów wodnych przekształconych dawno temu (np. skrócenie biegu rzeki przez odcięcie od niej meandrów powoduje zwiększenie erozji dennej i obniżanie rzędnych dna koryta; powtórne dołączenie starorzecza do głównego koryta rzeki po wielu latach może spowodować, że rzeka odbierze z niego wodę). Należy więc już na etapie planowania działań oraz formułowania celów renaturyzacji ocenić ryzyko związane z możliwością pogorszenia stanu ekosystemu w wyniku ewentualnych działań i ograniczyć je do minimum.

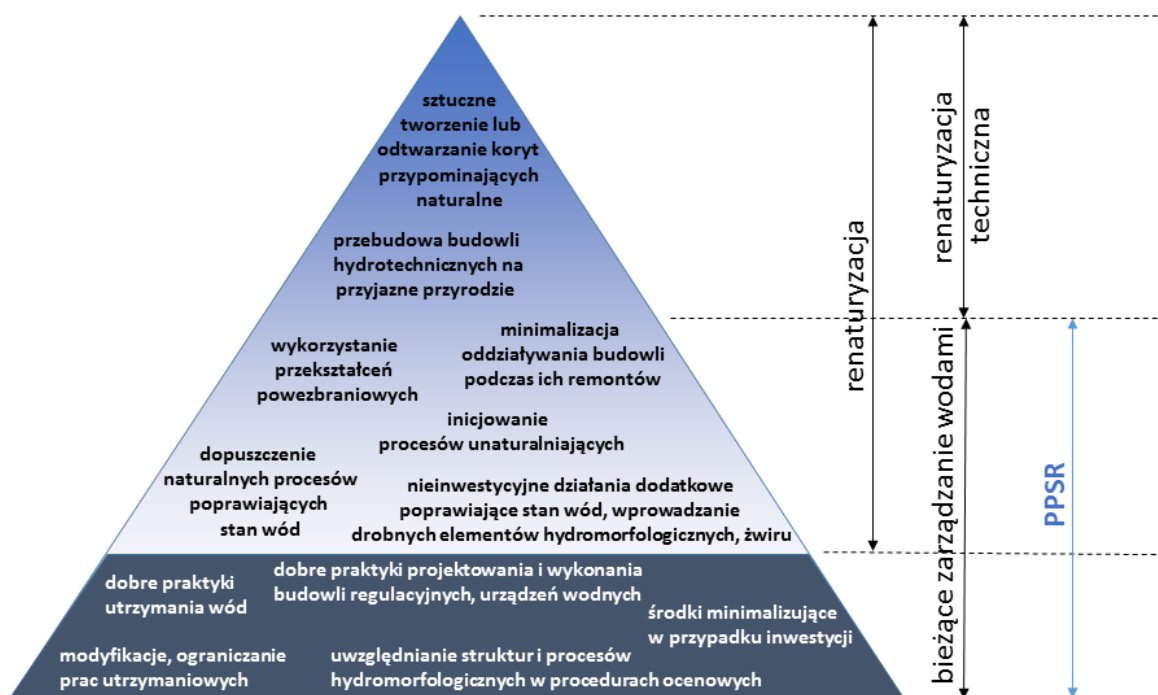
Po piąte – w procesie renaturyzacji należy założyć konieczność jawnej weryfikacji skutków renaturyzacji, co wymaga sprawnej komunikacji społecznej z interesariuszami. Wnioski płynące z analizy monitoringu potwierdzające skutek (niekoniecznie – skuteczność) przeprowadzonych działań renaturyzacyjnych powinny być dostępne i jawne. Należy tu jednak podkreślić, że niektóre skutki działań pojawiają się z opóźnieniem (niekiedy znacznym), bądź wystąpią tylko przy zjawiskach ekstremalnych (np. efekty retencji dla całej zlewni, czy redukcja szkód powodziowych będą widoczne jedynie przy przekroczeniu typowego dla zlewni poziomu opadu, a zwiększona odporność na suszę będzie widoczna dopiero gdy wystąpi susza).

Z analizy pięciu podstawowych kryteriów dobrej renaturyzacji wynika, że działania renaturyzacyjne zaplanowane do podjęcia w przypadku określonego ekosystemu wodnego powinny zakładać minimalną konieczną ingerencję w renaturyzowany ekosystem. Wiąże się to z rozpoznaniem jego aktualnego stanu oraz presji kształtujących aktualny stan danego obiektu. Rozwiązania stricte techniczne i – z punktu widzenia przebiegu naturalnych procesów fluwialnych – „siłowe”, w kilkunastoletnim horyzoncie czasowym wymagają bowiem podobnej lub nawet silniejszej ingerencji w stan obiektu będącego przedmiotem renaturyzacji. Jedynym stabilnym rozwiązaniem jest inicjowanie procesów morfogenetycznych w korycie rzeki (np. wykorzystanie rumoszu drzewnego lub głazów do kierowania głównym strumieniem wody w korycie w celu utrzymania jego odpowiedniej głębokości lub struktury brzegów). Takie strukturalne działanie wymaga jednak uwzględnienia konieczności adaptacji. Przebieg naturalnych procesów hydrologicznych, nawet tych podlegających pewnemu sterowaniu, może być bowiem trudny do przewidzenia. Nawiązuje to bezpośrednio do konieczności stworzenia mechanizmu powiązania monitoringu skuteczności renaturyzacji z planowaniem działań, zgodnie z zasadą zarządzania adaptacyjnego (Rys. 2).

Dobra renaturyzacja musi prowadzić do osiągnięcia założonych celów środowiskowych poprzez odtworzenie funkcjonalności ekosystemów oraz zmniejszenia ich podatności na negatywne oddziaływania zewnętrzne. Z uwagi na wysoki stopień przekształcenia rzek w Polsce oraz konieczność przeprowadzenia renaturyzacji większości Jednolitych Części Wód Powierzchniowych należy mieć przede wszystkim na względzie wykorzystanie oszczędnych kosztowo i materiałowo metod renaturyzacji, wynikających np. z możliwości ich wprowadzenia w ramach regularnych prac utrzymaniowych. Tym bardziej, renaturyzacja ekosystemów wodnych powinna wykorzystywać możliwości stwarzane przez aktualne procesy hydrologiczne w danych rzekach, jeziorach, wodach przybrzeżnych i przejściowych.

Renaturyzacja wód musi być współcześnie rozumiana jako element kompleksowego zarządzania wodami i troski o nie (Rys. 3) – obejmującego przede wszystkim unikanie negatywnych oddziaływań (zapobieganie presjom u ich źródła), branie pod uwagę wpływu naturalnych procesów, ale gdy jest to konieczne – podejmowania zdecydowanych działań w celu naprawy zakłóconych mechanizmów funkcjonowania ekosystemów wodnych.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 3. Miejsce renaturyzacji wód w zintegrowanym zarządzaniu wodami z punktu widzenia środowiska.

PPSR = podstawowy program środków renaturyzacyjnych, którego wdrażanie powinno być stosunkowo powszechne, jeżeli faktycznie chcemy w realnej perspektywie czasowej osiągnąć cele środowiskowe dla wód.

Źródło: Opracowanie własne

1.4 Doświadczenia renaturyzacji wód w Polsce

Pomysły i wdrożenia renaturyzacji wód w Polsce mają długą tradycję. Idea renaturyzacji ekosystemów wodnych w naszym kraju rozwijała się wprawdzie w stosunkowo skromnym zakresie ilościowym, ale pod względem podstaw merytorycznych - bez opóźnień w stosunku do jej rozwoju na świecie. Np. podjęte w Polsce już w latach 90-tych XX w. działania renaturyzacji rzek Wda i Trzebiecha we Wdzydzkim Parku Krajobrazowym na Pomorzu, w celu poprawy siedliska występującej tam endemicznej formy troci jeziorowej (Radtko 1994, Świergocka i Połowski 1996). Działania te polegały na ścięciu wybranych drzew nabrzeżnych i pozostawieniu ich w korycie rzeki w roli deflektorów nurtu, inicjujących erozję brzegu przeciwnego i zarazem tworzenie się pływów w strefach pozanurtowych. Podjęte prace należały do pierwszych w Europie przykładów świadomego wykorzystania martwych drzew dla poprawy różnorodności siedlisk w korycie rzecznej. Również w latach 90-tych XX w. w sąsiedztwie otuliny Poleskiego Parku Narodowego na Lubelszczyźnie zrealizowany został jeden z pierwszych w Polsce kompleksowych programów renaturyzacji ekosystemów wodnotorfowiskowych, obejmujący wtórne zmeandrowanie kilometrowego odcinka koryta rzeki Piwonia, uregulowanej w latach 60. XX w. Ponadto, wykonano przetamowania na wykonanych w latach 60. XX w. sztucznych odpływach wód z dwóch jezior: Bicz i Ciesacin oraz przetamowania na systemie rowów odwadniających torfowiska otaczające jezioro Ciesacin. Programowi temu towarzyszył skrupulatny monitoring uzyskiwanych efektów ekologicznych (Chmielewski i in. 1996). Istotnymi krokami w zakresie renaturyzacji wód powierzchniowych w Polsce były przedsięwzięcia podjęte w dorzeczu Słupi przez Park Krajobrazowy Dolina Słupi (Obolowski 2009, Obolowski i in. 2009, 2010, Bańkowska i in. 2020). W wielu miejscach podjęto inicjatywy przywracania możliwości migracji ryb (przede wszystkim przez budowę przepławek) oraz lokalne inicjatywy poprawy warunków tarliskowych

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

ryb łososiowatych przez uzupełnianie płatów żwiru na ubogich odcinkach tarliskowych, i choć nie wszędzie efekty tych przedsięwzięć okazały się zadowalające, to samo ich podjęcie świadczyło o narastającym zapotrzebowaniu społecznym na renaturyzację rzek, przynajmniej w niektórych aspektach.

W latach 2008-2010 na odcinku rzeki Wkra (Nida) k. Nidzicy w woj. warmińsko-mazurskim Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie wykonał nasadzenia drzew na brzegach rzeki oraz wprowadził do rzeki kilkadziesiąt ton głazów i otoczków w celu urozmaicenia struktury siedlisk wodnych. Działaniom towarzyszyły zarybienia pstrągiem, jaziem, kleniem i świnką. Przedsięwzięcie to zasługuje na osobne wymienienie, ponieważ towarzyszyły mu szerokie badania hydromorfologii, ichtiofauny, zooplanktonu i zoobentosu (Skrzypczak i in. 2010, 2011a, 2011b, Goździewicz i in. 2010, Koszałka i in. 2012); dotąd opublikowane ich wyniki nie pozwalają jednak na wyciąganie finalnych wniosków co o sukcesu renaturyzacji.

W latach 2010-2019, a więc w czasie obowiązywania wyjściowych planów gospodarowania wodami i programu wodno-środowiskowego kraju, oraz pierwszej (obecnie obowiązującej) aktualizacji tych dokumentów, działania związane z renaturyzacją zaplanowane były dla blisko 300 jednolitych części wód rzecznych (najczęściej miały one polegać na przywróceniu ciągłości ekologicznej przez budowę przepławek lub na opracowaniu koncepcji docelowej renaturyzacji). W praktyce podjęto kilkanaście większych projektów renaturyzacji, częściowo realizujących te plany, ale częściowo także realizowanych poza nimi, w miarę inicjatywy zainteresowanych podmiotów i pozyskiwania środków zewnętrznych. W tabeli 1 zestawiono zrealizowane przedsięwzięcia i dostępne informacje o osiągniętych rezultatach, w aspekcie korzystnego wpływu na środowisko.

Tylko jedno z przedsięwzięć (renaturyzacja rzeki Mlecznej w Radomiu) miało za cel jasno wskazaną adaptację do zmian klimatu. O skutkach pozostałych przedsięwzięć w kontekście zmian klimatu wnioskować można tylko pośrednio, biorąc pod uwagę ogólną wiedzę na ten temat (por. rozdz. 2.4, 2.5 i 2.7 w tym podręczniku) oraz uzyskane skutki względem ryzyka powodziowego oraz zróżnicowania morfologii koryta rzecznego.

Tabela 1. Przedsięwzięcia renaturyzacji wód wdrożone w Polsce w okresie obowiązywania dotychczasowych PGW, PWŚK, aPGW, aPWŚK

Przedsięwzięcie	Założenia i osiągnięte skutki, wpływ na środowisko
Tarliska Górnej Raby Stowarzyszenie Ab Ovo, Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie 2012-2016 Publikacja: Jeleński i Wyżga 2016	Założenie: obniżenie maksymalnych temperatur wody w lecie do poziomu odpowiedniego dla ryb; poprawa oceny hydromorfologicznej (stan dobry wymagany Ramową Dyrektywą Wodną), w tym odzyskanie odcinka rzeki o korycie wielonurtowym, przydatnym dla odbicia tarła i skutecznego wychowania narybku ryb łososiowatych; uzyskanie terenów zalewowych w granicach wody 0,1% całkowicie zabezpieczonych przed szkodami powodziowymi na odcinku od Lubnia do Pcimia, o prędkościach wód powodziowych umożliwiających sedymentację pozakorytową. Monitoring potwierdził poprawę elementów hydromorfologicznych i przywrócenie naturalnych procesów transportu rumowiska.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

<p>Renaturyzacja systemu hydrologicznego w Środkowym Basenie Doliny Biebrzy. Faza I. - LIFE09 NAT/PL/000258. Biebrzański Park Narodowy 01.08.2010 - 30.12.2016</p>	<p>Założenie: poprawa stanu ochrony siedlisk i gatunków w obszarach Natura 2000: Ostoja Biebrzańska i Dolina Biebrzy poprzez poprawę przepływu wody przez rzekę Ełk, Jęgrznę, Kanał Woźnawiejski i Kanał Rudzki. Monitoring potwierdził spowolnienie degradacji gleby torfowej dzięki przekierowaniu ok 70% wody z Kanału Woźnawiejskiego do Jęgrzni; działania w ramach projektu poprawiły już warunki dla co najmniej 21 gatunków ptaków w ekosystemach nieleśnych, co najmniej czterech siedlisk Natura 2000 i co najmniej 18 rzadkich i chronionych gatunków roślin.</p>
<p>Dostosowanie do zmian klimatu poprzez zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi obszaru miejskiego w Radomiu - LIFE14 CCA/PL/000101 Gmina Radom 16.07.2015 - 31.12.2020</p>	<p>Założenie: renaturyzacja rzeki miejskiej, jako adaptacja do zmian klimatu. Tworzenie zdolności retencyjnej w obszarze retencyjnym wielokrotnego użytku w Potoku Północnym; odbudowa 400–600 m rzeki Mlecznej; Integracja różnorodności biologicznej z systemem zarządzania wodami opadowymi w Radomiu i tworzenie siedlisk dla różnorodności biologicznej w mieście. Brak jeszcze ostatecznych wyników monitoringu.</p>
<p>Czynna ochrona siedlisk włośniczników i udroźnienie korytarza ekologicznego zlewni rzeki Drawy w Polsce - LIFE13 NAT/PL/000009 – LIFE Drawa PL. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Szczecinie 01.08.2014 - 31.12.2020</p>	<p>Założenie: wzrost powierzchni siedliska przyrodniczego 3260 o 10% w rzekach Radew, Grabowa i Korytnica i poprawa warunków świetlnych dla włośniczników; reintrodukcja rdestniczki gęstej (gatunek obecnie wymarły w Polsce) w 18 miejscach; poprawa warunków tarliskowych łososia, minoga rzeczno-głowacza białopłetwego i kozy, udroźnienie korytarza ekologicznego Drawy poprzez przywrócenie naturalnych elementów morfologicznych koryta rzeki, przebudowę obiektów hydrotechnicznych oraz budowę bystrzy i kaskad przy obiektach hydrotechnicznych. Brak jeszcze ostatecznych wyników monitoringu, ale przywrócono drożność rzek dla ryb, w wielu miejscach uzyskano istotną poprawę stanu hydromorfologicznego i ekologicznego dzięki renaturyzacji w korycie (głównie wprowadzono przyzmy żywiwo-kamienne).</p>
<p>Budowa niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż doliny rzeki Iny i jej dopływów. Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Szczecinie 09.2011-03.2017 Publikacja: Durkowski (red.) 2017.</p>	<p>Założenie: umożliwienie rybam, w szczególności łososiowi atlantyckiemu, swobodnej migracji nie tylko w ramach zlewni rzeki Iny, lecz poprzez Zalew Szczeciński i Morze Bałtyckie, również do rzek wszystkich państw nadbałtyckich. Uzyskane rezultaty: zrealizowano kompleksowe udroźnienia barier poprzecznych, choć nie wszystkie są efektywne. Wykonano nasadzenia zacieniające rzekę. W związku z likwidacją beneficjenta (Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych), brak dalszych danych.</p>
<p>Budowa niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż doliny rzeki Regi i jej dopływów - LIFE11 NAT/PL/000424. Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Szczecinie</p>	<p>Założenie: udroźnienie głównego koryta Regi i najważniejszych dopływów umożliwi zasiedlenie odpowiednich habitatów przez określone gatunki ryb; poprzez stworzenie sztucznych tarlisk nastąpi poprawienie stanu ilościowego populacji gatunków już bytujących</p>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

01.06.2012 - 31.12.2019	<p>w Redze oraz przede wszystkim wzmocnienie populacji łososia atlantyckiego; oprócz udrożnienia i budowy sztucznych tarlisk prowadzona będzie również obserwacja odbywających wędrówki ryb, która pozwoli na dokładne określenie, kiedy i w jakich miejscach zlewni ryby pojawią się na tarliskach; zainstalowany monitoring pozwoli też na sprawniejsze kontrolowanie jakości zarybienia zlewni rzeki Regi.</p> <p>W związku z likwidacją beneficjenta (Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych), brak dalszych danych.</p>
<p>Renaturyzacja śródlądowej delty rzeki Nidy - LIFE17 NAT/PL/000018.</p> <p>Zespół Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych</p> <p>01.01.2019 - 31.12.2024</p>	<p>Założenie: poprawa warunków wodnych śródlądowej delty Nidy przyczyni się do przywrócenia unikatowych walorów przyrodniczych, w rozumieniu Dyrektywy Siedliskowej i Ptasiej.</p> <p>Brak jeszcze rezultatów.</p>
<p>Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego rzeki Wiśłoki i jej dopływów</p> <p>Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie</p> <p>03.01.2011-31.12.2014</p>	<p>Założenie: wzrost powierzchni tarlisk oraz miejsc odchowu stadiów młodocianych dla ryb dwuśrodowiskowych i jednośrodowiskowych oraz poprawa stanu ekologicznego wód. Podjęcie tych działań poprawi efektywność gospodarki rybackiej, co przyczyni się do rozwoju rekreacji związanej z wodą, w tym rekreacji (turystyki) kwalifikowanej - przyrodniczej oraz wędkarskiej.</p> <p>Badania monitoringowe przeżywalności ryb po zarybieniach wykazały, że w dorzeczu Wiśłoki istnieje potencjał do przeprowadzenia działań restytucyjnych łososia atlantyckiego i certy. Wskazuje to na zachowanie przez Wiślokę dobrego stanu siedlisk i jakości wody niezbędnych do zapewnienia pełnego cyklu życiowego w/w gatunków ryb.</p>
<p>Renaturyzacja Narewki w ramach projektu LIFE ochrony orlika krzykliwego</p> <p>Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Białymstoku</p> <p>01.01.2010 - 31.12.2014.</p>	<p>Założenie: podniesienie stanu wód na obszarze spowoduje polepszenie stanu podmokłych łąk i zwiększy występowanie awifauny i zwierząt będących pokarmem dla orlika krzykliwego.</p> <p>Monitorowanie poziomu wód gruntowych wykazało, że średni miesięczny poziom zwierciadła wód gruntowych w roku hydrologicznym 2014 był wyższy niż poziom z 2013 r. Pozytywną zmianę reżimu wodnego w dolinie Narewki potwierdzają zmiany w liczebności ptaków siedlisk podmokłych. Wiosną 2014 r. zarejestrowano 2 pary czajki i 5 par bekasa, a wiosną 2015, 4 pary czajek i co najmniej 9 bekasa. W 2013 r. nie było czajki i tylko 2 pary bekasa.</p>
<p>Renaturyzacja jezior w gminie Łąck - Jezioro Zdrowskie</p> <p>Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Warszawie, Oddział w Płocku od 2004</p>	<p>Założenie: wzrost zasobów wodnych jeziora, właściwe zagospodarowanie zlewni i terenu wokół jeziora oraz odpowiednie zabiegi rekultywacyjne i utrzymaniowe spowodują poprawę stanu troficznego jeziora. Wykonano próg piętrzący, stabilizujący poziom wody w jeziorze, wykonano dodatkowe zasilanie jeziora wodami pompowanymi z doliny Wisły, uszczelniono koryto Wielkiej Strugi na dopływie do jeziora, wykonano kanalizację</p>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

	<p>sanitarną wokół jeziora, wprowadzono fitobariery z roślin makrofitowych w postaci koszy i sztucznej wyspy, na kąpieliskach zakładano kurtyny i bariery ze słomy jęczmiennej, przeprowadzono introdukcję racicznicy, przeprowadzono inaktywację osadów dennych na powierzchni ok. 12 ha, usunięto osady dennie z powierzchni ok. 15 ha, prowadzono selektywne wykaszanie w okresie zimowym roślinności szuwarowej, wykonano na rowie, dopływie Wielkiej Strugi staw spełniający funkcję retencyjną i biofiltracyjną.</p> <p>Monitoring hydrologiczny i jakości wód prowadzony w latach 2008-2016 nie wykazał istotnych zmian jakości wód - stan troficzny jeziora wahał się między stanem hipertrofii a zaawansowanej eutrofii.</p> <p>W związku z likwidacją beneficjenta (Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych), brak dalszych danych obecnie nie są realizowane zabiegi rekultywacyjne i renaturyzacyjne.</p>
Renaturyzacja Jeziora Wieliszewskiego poprzez zwiększenie jego retencji Lokalna Grupa Działania Zalew Zegrzyński 2018	Brak bliższych danych o założeniach i wynikach.
Renaturyzacja jeziora Kamieniczno Gmina Tuchomie 2013	<p>Założenie: odtworzenie stanu starojeziornego jeziora Kamieniczno poprzez działania przy brzegu jeziora.</p> <p>Brak danych o wynikach.</p>
Renaturyzacja zdegradowanej części Jeziora Lubańskiego z ukształtowaniem trasy regulacyjnej linii brzegowej oraz oznaczenie pomników przyrody na terenie gminy Nowa Karczma LGR Morenka	Brak bliższych danych o założeniach i wynikach.
Rekultywacja i renaturyzacja zbiornika retencyjnego w Krojantach stanowiącego część historycznych jezior krojanckich, zabezpieczającego wieś Krojanty przez powodzią i zwiększającego atrakcyjność turystyczną tych terenów oraz utrzymania przyrodniczych wartości obszaru, w tym ptactwa wodnego	Brak bliższych danych o założeniach i wynikach.
Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska (I etap) Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie, Instytut Ochrony Przyrody PAN i WWF Polska 2010-2014 „Przywracamy Białą Tarnowską przyrodzie i ludziom” (II etap)	<p>Założenie I etapu: poprawa możliwości migracyjnych i ciągłości populacji ryb, płazów i bezkręgowców (np. skójki gruboskorupowej); poprawa stanu siedlisk na terenach zalewowych (np. lasów łęgowych); poprawa elementów hydromorfologicznych i stanu siedlisk.</p> <p>Monitoring wykazał polepszenie stanu wszystkich elementów podlegających renaturyzacji.</p> <p>Założenie II etapu: Likwidacja lub modernizacja progów i stopni oraz renaturyzacja fragmentów koryta, tworząca lepsze warunki życia i wędrówki ryb, zwiększająca</p>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

<p>Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie 2017-2020</p>	<p>bezpieczeństwo powodziowe, usprawniająca funkcjonowanie ujęć wody. Dodatkowo, poprawa walorów przyrodniczych i krajobrazowych, co wpłynie korzystnie na rozwój turystyki i wędkarstwa. Etapu II jeszcze nie zakończono.</p>
<p>Ochrona wybranych siedlisk i gatunków priorytetowych Ostoi Słowińskiej PLH220023 i Pobrzeża Słowińskiego PLB220003 Etap I - LIFE13 NAT/PL/000018 Słowiński Park Narodowy 2015-2020</p>	<p>Założenie: dostosowanie reżimu wodnego do potrzeb życiowych ptaków siewkowych na powierzchni 360 ha; okresowo zalewane wodami jeziora Gardno łąki na powierzchni 51 ha; renaturyzacja 7 starorzeczy (3150-2) w dolinie rzeki Łupawy; renaturyzacja nizinnej i podgórskiej rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników (3260-1) na docinku 2,3 km i naturalnej terasy zalewowej rzeki Łupawy na powierzchni około 20 ha oraz charakterystycznej roślinności, w tym priorytetowego łągu olszowo-jesionowego (*91E0-3); udrożnienie korytarza ekologicznego ekosystemu rzeki Łupawy dla ryb wędrownych oraz minogów (co najmniej 5 gatunków podejmujących wędrówki rozrodce). Uzyskano: przywrócenie terenów zalewowych nad jez. Gardno po usunięciu wałów, mierzalna poprawa siedlisk ptaków. Udrożnienie bariery elektrowni wodnej w Smołdzinie, lecz brak jeszcze wyników monitoringu skuteczności. Usunięcia wałów i odzyskania terenów zalewowych nad Łupawą jeszcze nie zrealizowano.</p>

2. Cele renaturyzacji. Potencjalne korzyści

2.1 Osiąganie celów środowiskowych jednolitych części wód powierzchniowych

W Unii Europejskiej wspólne zasady polityki w stosunku do wód zostały spisane i przyjęte w formie tzw. Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW). Dyrektywa ta ustala ramy dla ochrony śródlądowych wód powierzchniowych, wód przejściowych, wód przybrzeżnych oraz wód podziemnych, które:

- zapobiegają dalszemu pogarszaniu oraz chronią i poprawiają stan ekosystemów wodnych oraz poprawiają zaspokojenie potrzeb wodnych ekosystemów lądowych i terenów podmokłych bezpośrednio zależnych od wód;
- promują zrównoważone korzystanie z wód oparte na długoterminowej ochronie dostępnych zasobów wodnych;
- dążą do zwiększonej ochrony i poprawy środowiska wodnego między innymi poprzez szczególne środki dla stopniowej redukcji zrzutów, emisji i strat substancji priorytetowych oraz zaprzestania lub stopniowego wyeliminowania zrzutów, emisji i strat priorytetowych substancji niebezpiecznych;
- zapewniają stopniową redukcję zanieczyszczenia wód podziemnych i zapobiegają ich dalszemu zanieczyszczeniu, oraz
- przyczyniają się do zmniejszenia skutków powodzi i susz.

Dyrektywa operuje pojęciem **jednolitych części wód powierzchniowych** („oddzielny i znaczący element wód powierzchniowych, taki jak jezioro, naturalny zbiornik wodny, sztuczny zbiornik wodny, struga, strumień, potok, rzeka, kanał, morskie wody przejściowe lub pas wód przybrzeżnych”), które stanowią podstawowe jednostki oceny stanu wód i planowania gospodarowania wodami. W ramach wdrażania dyrektywy, w Polsce wyznaczono 4586 rzecznych, 1038 jeziornych, 9 przejściowych i 10 przybrzeżnych jednolitych części wód (JCWP). Od 2021 r. planuje się wprowadzenie zmian, po których pozostanie 3116 rzecznych, 45 zbiornikowych, 1068 jeziornych, 7 przejściowych i 4 przybrzeżne jednolite części wód (aJCWP). Jako jednolite części wód wyznacza się generalnie jeziora większe niż 50 ha oraz całe rzeki, albo względnie jednolite odcinki większych rzek, lub systemy rzeczne – największa z rzecznych aJCWP (system rzeki Orla z dopływami, do ujścia Rdęcy, w dorzeczu Odry) skupia 322 km cieków istotnych, choć najmniejsza odrębna aJCWP to 400-metrowy ciek (Jelonka – dopływ Narewki w dorzeczu Narwi).

Niektóre z jednolitych części wód dyrektywa pozwala wyznaczyć jako **sztuczne części wód** (powstałe na skutek działalności człowieka) oraz **silnie zmienione części wód** (charakter wód został znacząco zmieniony na skutek fizycznej działalności człowieka), ale tylko pod warunkiem, że ich sztuczny lub silnie zmieniony charakter służy interesom środowiska w szerszym sensie, albo ważnej działalności człowieka związanej ze zrównoważonym rozwojem (np. żegludze, magazynowaniu wody, zaopatrzeniu w wodę, produkcji energii, nawadnianiu, odwadnianiu, ochronie przed powodzią). Części wód niewyznaczone jako sztuczne lub silnie zmienione są określane jako „naturalne” – co wcale nie oznacza, że są one wolne od istotnych zmian antropogenicznych.

Dyrektywa określa dla każdej jednolitej części wód tzw. cel środowiskowy i wymaga od państw członkowskich opracowania i wdrożenia programu działań zmierzających do osiągnięcia tych celów, nie później niż z końcem 2027 r. Przedłużenie terminu jest możliwe, gdy (mimo wdrożenia potrzebnych działań) naturalne warunki nie pozwalają na zgodne z terminem poprawienie się stanu części wód. Odstępstwa od tego wymogu są dozwolone tylko w szczególnych sytuacjach i pod rygorystycznymi warunkami, określonymi w art. 4.5, 4.6 i 4.7 dyrektywy.

Według Ustawy Prawo wodne, transponującej dyrektywę do polskiego prawa, celem środowiskowym dla jednolitych części wód powierzchniowych:

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- *naturalnych (tj. niewyznaczonych jako sztuczne lub silnie zmienione)* – jest ochrona oraz poprawa ich stanu ekologicznego i stanu chemicznego, tak aby osiągnąć co najmniej dobry stan ekologiczny i dobry stan chemiczny wód powierzchniowych, a także zapobieganie pogorszeniu ich stanu ekologicznego i stanu chemicznego (Art.56.);
- *sztucznych i silnie zmienionych* – jest ochrona tych wód oraz poprawa ich potencjału ekologicznego i stanu chemicznego, tak aby osiągnąć co najmniej dobry potencjał ekologiczny i dobry stan chemiczny wód powierzchniowych, a także zapobieganie pogorszeniu ich potencjału ekologicznego oraz stanu chemicznego (Art.57).

Dodatkowo, dyrektywa operuje pojęciem obszarów chronionych (wszystkie obszary w dorzeczu, które zostały określone jako wymagające szczególnej ochrony w ramach określonego prawodawstwa wspólnotowego w celu ochrony znajdujących się tam wód powierzchniowych i podziemnych oraz dla zachowania siedlisk i gatunków bezpośrednio uzależnionych od wody), co w szczególności obejmuje wszystkie formy ochrony przyrody, których walory przyrodnicze są zależne od warunków wodnych. Także dla obszarów chronionych z dyrektywy wynika cel środowiskowy:

- *celem środowiskowym obszarów chronionych* jest osiągnięcie norm i celów wynikających z przepisów, na podstawie których te obszary chronione zostały utworzone, przepisów ustanawiających te obszary lub dotyczących tych obszarów, o ile nie zawierają one w tym zakresie odmiennych uregulowań (Art.61.1. ustawy Prawo wodne).

Oceny stanu wód dokonuje się w oparciu o Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Podstawą oceny stanu lub potencjału wód są elementy¹:

- **biologiczne:**
 - *Cieki naturalne:* skład i liczebność fitoplanktonu, skład i liczebność innej flory wodnej (makrofitów i fitobentosu), skład i liczebność makrobezkręgowców bentosowych, skład, liczebność i struktura wiekowa ichtiofauny.
 - *Jeziora i inne naturalne zbiorniki wodne:* skład, liczebność i biomasa fitoplanktonu, skład i liczebność innej flory wodnej (makrofitów i fitobentosu), skład i liczebność makrobezkręgowców bentosowych, skład, liczebność i struktura wiekowa ichtiofauny.
 - *Wody przejściowe:* skład, liczebność i biomasa fitoplanktonu, skład i liczebność innej flory wodnej (makroglonów i roślin okrytozalążkowych), skład i liczebność makrobezkręgowców bentosowych, skład i liczebność ichtiofauny.
 - *Wody przybrzeżne:* skład, liczebność i biomasa fitoplanktonu, skład i liczebność innej flory wodnej (makroglonów i roślin okrytozalążkowych), skład i liczebność makrobezkręgowców bentosowych.
- **hydromorfologiczne:**
 - *Cieki naturalne, sztuczne i silnie zmienione:* reżim hydrologiczny - wielkość i dynamika przepływu wody, połączenie z jednolitymi częściami wód podziemnych; warunki morfologiczne - zmienność głębokości i szerokości, struktura i skład podłoża, struktura strefy nadbrzeżnej, ciągłość.

¹ Załącznik 1 do rozporządzenia: Elementy jakości dla klasyfikacji stanu ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych, jeziorach i innych naturalnych zbiornikach wodnych, wodach przejściowych oraz wodach przybrzeżnych. Załącznik 2 do rozporządzenia: Elementy jakości dla klasyfikacji potencjału ekologicznego sztucznych jednolitych części wód powierzchniowych i silnie zmienionych jednolitych części wód.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- *Jeziora i inne naturalne zbiorniki wodne, sztuczne i silnie zmienione*: reżim hydrologiczny - wielkość i dynamika przepływu wody, czas retencji, połączenie z jednolitymi częściami wód podziemnych; warunki morfologiczne - zmienność głębokości, ilość, struktura i skład podłoża, struktura strefy brzegowej.
- *Wody przejściowe i przybrzeżne*: zmienność głębokości, ilość, struktura i skład podłoża, reżim pływów, dopływ wody słodkiej, ekspozycja na fale.
- *Silnie zmienione wody przejściowe i przybrzeżne*: zmienność głębokości, ilość, struktura i skład podłoża, reżim pływów, dopływ wody słodkiej.
- **fizykochemiczne:**
 - *Cieki naturalne, sztuczne i silnie zmienione*: warunki termiczne, warunki tlenowe, zasolenie, zakwaszenie, substancje biogenne, specyficzne syntetyczne i niesyntetyczne substancje zanieczyszczające.
 - *Jeziora i inne naturalne zbiorniki wodne, sztuczne i silnie zmienione*: przezroczystość, warunki termiczne, warunki tlenowe, zasolenie, zakwaszenie, substancje biogenne.
 - *Wody przejściowe i przybrzeżne*: przezroczystość, warunki termiczne, warunki tlenowe, zasolenie, zakwaszenie, substancje biogenne, specyficzne syntetyczne i niesyntetyczne substancje zanieczyszczające.

Oceny osiągnięcia celów środowiskowych dla obszarów chronionych dokonują organy ochrony przyrody sprawujące nadzór nad tymi obszarami; najczęściej kierują się przy tym metodykami oceny stanu poszczególnych gatunków i siedlisk przyrodniczych, opublikowanymi przez GIOŚ (<http://siedliska.gios.gov.pl/pl/>, por. rozdz. 2.2)

Osiągnięcie celu środowiskowego dla jednolitej części wód powierzchniowych wymaga, by zarówno jej stan chemiczny, jak i stan lub potencjał ekologiczny był dobry. Zagadnienia stanu chemicznego wód wykraczają poza zakres tego opracowania. Uznanie, że stan ekologiczny danej naturalnej części wód jest dobry wymaga, by stan wszystkich odpowiednich elementów biologicznych oraz stan fizykochemiczny był co najmniej dobry, tj. mieścić się w I lub II klasie jakości, wg parametrów opisanych cytowanym rozporządzeniem. Uznanie, że potencjał ekologiczny danej sztucznej lub silnie zmienionej części wód jest dobry, wymaga, by stan fizykochemiczny był wg wymogów rozporządzenia co najmniej dobry, a stan wszystkich odpowiednich elementów biologicznych w I lub II klasie jakości, wg progów wyznaczonych indywidualnie dla danej części wód podczas wyznaczania jej jako sztucznej lub silnie zmienionej (proponcja takich progów na lata 2021-2012 została opracowana przez Grelę i in. 2019).

Szczególne znaczenie przypada ocenie stanu hydromorfologicznego. Nie jest on bezpośrednio kryterium uznania stanu lub potencjału ekologicznego za dobry (bezpośredni wpływ ma tylko na rozróżnienie między stanem bardzo dobrym a dobrym), a więc nie jest warunkiem osiągnięcia celu środowiskowego. Jednak, podstawowa wiedza o funkcjonowaniu ekosystemów wodnych (np. Vaughan i in. 2009, Eloşegi i in. 2010, Eloşegi i Sabater 2013) wskazuje, że odpowiednie warunki hydromorfologiczne są jednym z podstawowych czynników decydujących o możliwości osiągnięcia dobrego stanu przez elementy biologiczne. Jeżeli więc stan elementów biologicznych jest obecnie zły, to (zwłaszcza przy dobrym stanie fizykochemicznym) najbardziej prawdopodobną przyczyną tego jest zły stan hydromorfologiczny². W takiej sytuacji poprawa stanu hydromorfologicznego – czyli w praktyce renaturyzacja wód – jest dość oczywistym działaniem naprawczym. Jeżeli nie mamy pełnej wiedzy o stanie elementów biologicznych, zwłaszcza tych szczególnie wrażliwych na hydromorfologię, a stan hydromorfologiczny jest zły, to wobec obowiązku osiągnięcia celu środowiskowego w bliskim

² w przypadku wód płynących, szczególnie wrażliwe na stan hydromorfologiczny są takie elementy biologiczne, jak ichtiofauna oraz makrobezkręgowce bentosowe.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

już terminie 2027 r. i wobec tzw. zasady przezorności zapisanej w art. 191 Traktatu o Funkcjonowaniu Unii Europejskiej – z dyrektywy i z orzecznictwa Trybunału Sprawiedliwości UE wynika obowiązek naprawy stanu hydromorfologicznego, nie czekając na uzyskanie zupełnej pewności, że jest to działanie niezbędne do osiągnięcia celu środowiskowego.

Dlatego ocena stanu hydromorfologicznego ma istotne znaczenie dla planowania renaturyzacji wód, w związku z czym została bliżej przedstawiona na przykładzie wód płynących.

Metodyka oceny stanu hydromorfologicznego cieków - Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny (HIR)

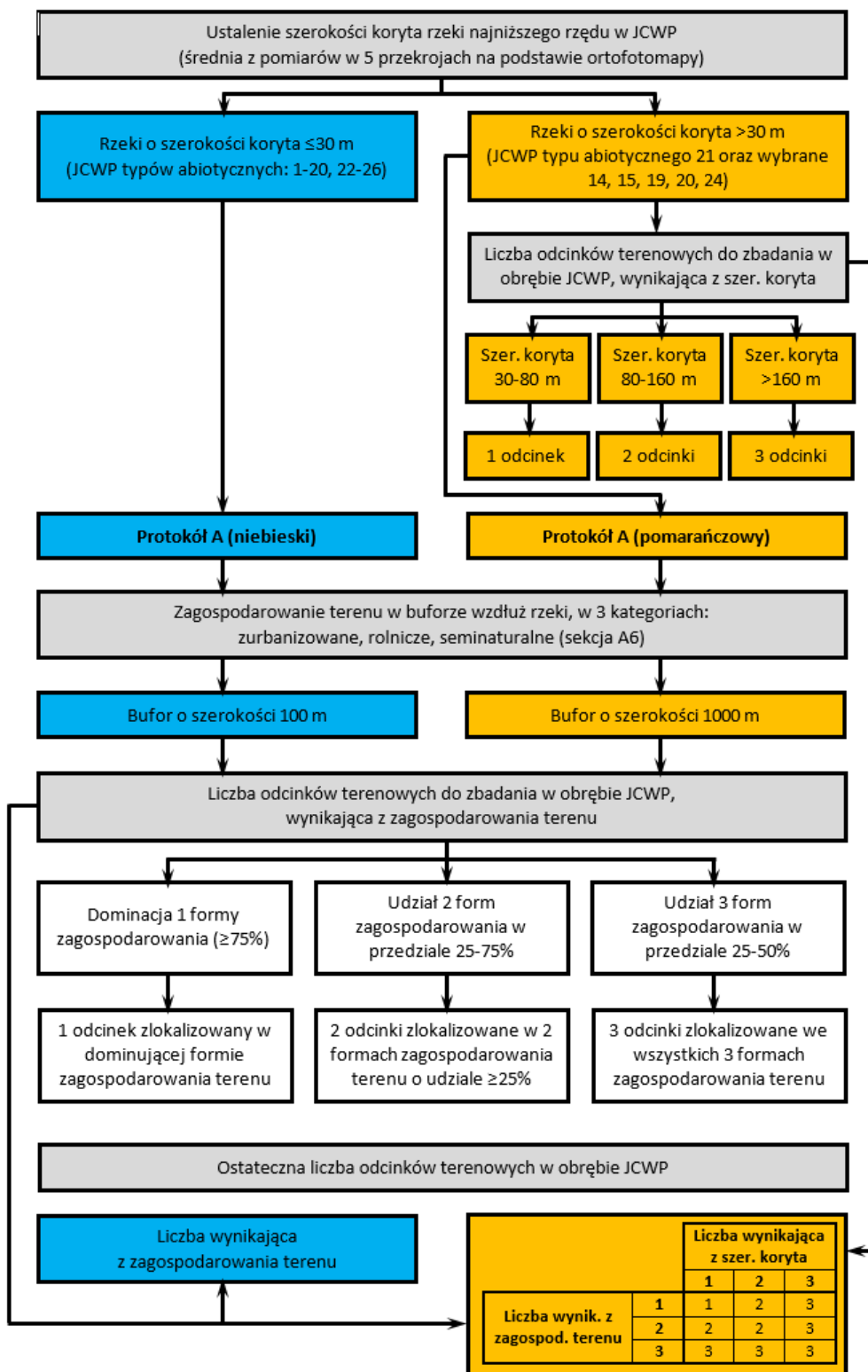
Ocena wód płynących w oparciu o Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny (HIR) jest oficjalną polską metodyką, opracowaną na zlecenie GIOŚ i wykorzystywaną w ramach PMŚ oraz na potrzeby ocen środowiskowych (Szozkiewicz i in. 2017). Jest ona zgodna z wymaganiami Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego CEN (*Comité Européen de Normalisation*) odnoszącymi się do Ramowej Dyrektywy Wodnej. Opracowana metodyka, składająca się z części terenowej oraz kameralnej, jest w pełni zgodna z normą EN 14614: 2004 (*Water quality – Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology*) oraz jej polskim odpowiednikiem, tj. PN-EN-14614: 2008 (*Jakość wody – Wytyczne do oceny hydromorfologicznych cech rzek*). Za pomocą Hydromorfologicznego Indeksu Rzecznego możliwa jest ocena wszystkich elementów wymaganych przez ww. normę.

Ocena kameralna poprzedza wykonanie badań w terenie. Umożliwia ona ocenę elementów hydromorfologicznych dla całej JCWP w oparciu o ogólnodostępne dane przestrzenne (ortofotomapy, geobazy, itp.). Metoda ta pozwala w sposób obiektywny ocenić stopień naturalności rzeki i jej doliny oraz stopień ich antropogenicznego przekształcenia. Analiza wykonywana jest dla całej długości rzeki w obrębie JCWP.

Podstawą metody HIR są jednak badania terenowe, które w zależności od szerokości koryta, przeprowadza się na odcinku badawczym o długości 500 m (rzeki o szerokości koryta ≤ 30 m) lub 1000 m (rzeki o szerokości koryta > 30 m). Ocena stanu hydromorfologicznego całych JCWP wymaga wyznaczenia 1-3 odcinków terenowych, w zależności od zróżnicowania sposobu zagospodarowania doliny rzecznej i szerokości rzeki (Rys. 4). **Ocena terenowa** obejmuje dwa etapy badania. Wykonujący badania ma za zadanie stwierdzenie obecności (a w pewnych przypadkach liczby wystąpień) lub braku zaobserwowanych w terenie naturalnych cech morfologicznych koryta rzecznego i terenów przybrzeżnych oraz przekształceń antropogenicznych (por. rozdz. 3, Rys. 36, Rys. 37). Pierwszy etap to obserwacje, które prowadzone są w 10 transektach, rozmieszczonych równomiernie co 50 m (rzeki o szerokości koryta ≤ 30 m) lub 100 m (rzeki o szerokości koryta > 30 m) (Rys. 5). W każdym transekcie uwzględnia się parametry abiotyczne skarp i dna koryta, takie jak dominujący typ nurtu, rodzaj substratu, sposób erozji i akumulacji rumowiska oraz typy przekształceń antropogenicznych. Cechy te są rejestrowane w transekcie o szerokości 1 m (rzeki o szerokości koryta ≤ 30 m) lub 10 m (rzeki o szerokości koryta > 30 m). Dodatkowo w transektach o szerokości 10 m określana jest struktura roślinności wodnej i przybrzeżnej oraz użytkowanie strefy przybrzeżnej (Rys. 6, Rys. 7). Drugi etap obejmuje opis syntetyczny prowadzony dla całego 500- lub 1000-metrowego odcinka badawczego. Uwzględnia on różne formy morfologiczne i przekształcenia, których nie zarejestrowano w etapie poprzednim. Dodatkowo opis uzupełniany jest o jednostki hydromorfologiczne, przekroje poprzeczne brzegów, wymiary koryta, budowle hydrotechniczne, zadrzewienia i cechy im towarzyszące, szerokość nieużytkowanej strefy przybrzeżnej, typ i użytkowanie doliny oraz łączność rzeki z doliną. Badania realizowane w terenie pozwalają na zebranie wielu parametrów określających warunki hydromorfologiczne odcinka rzeczego. Uporządkowany system profili kontrolnych stwarza szerokie możliwości zastosowania różnych technik statystycznych. Zaletą systemu HIR jest też kompleksowość

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

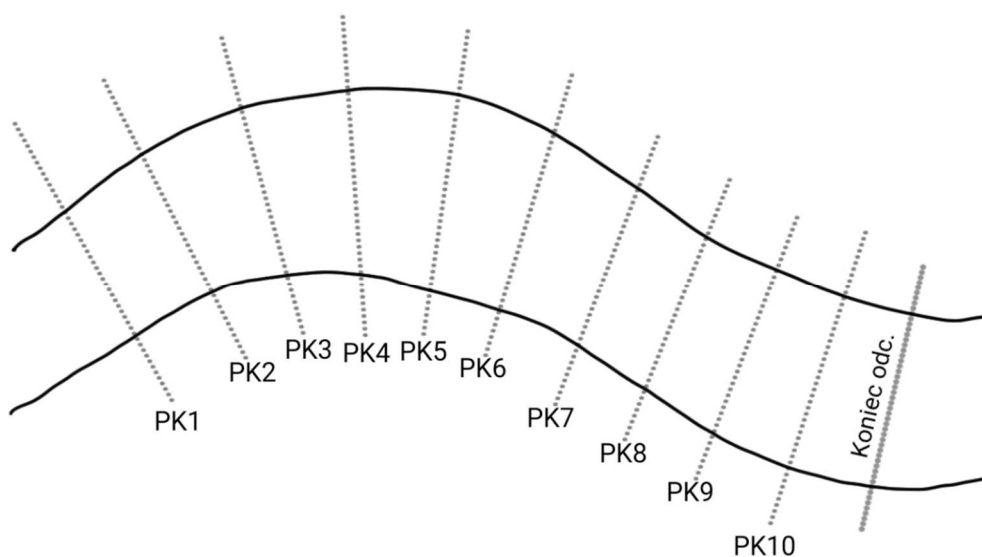
opisu cieku wraz z doliną rzeczna, sięgającego na odległość 50 m od brzegów cieku (rzeki o szerokości koryta ≤ 30 m) lub 100 m (rzeki o szerokości koryta > 30 m) od koryta.



Rysunek 4. Schemat ustalania liczby terenowych odcinków badawczych w obrębie JCWP.

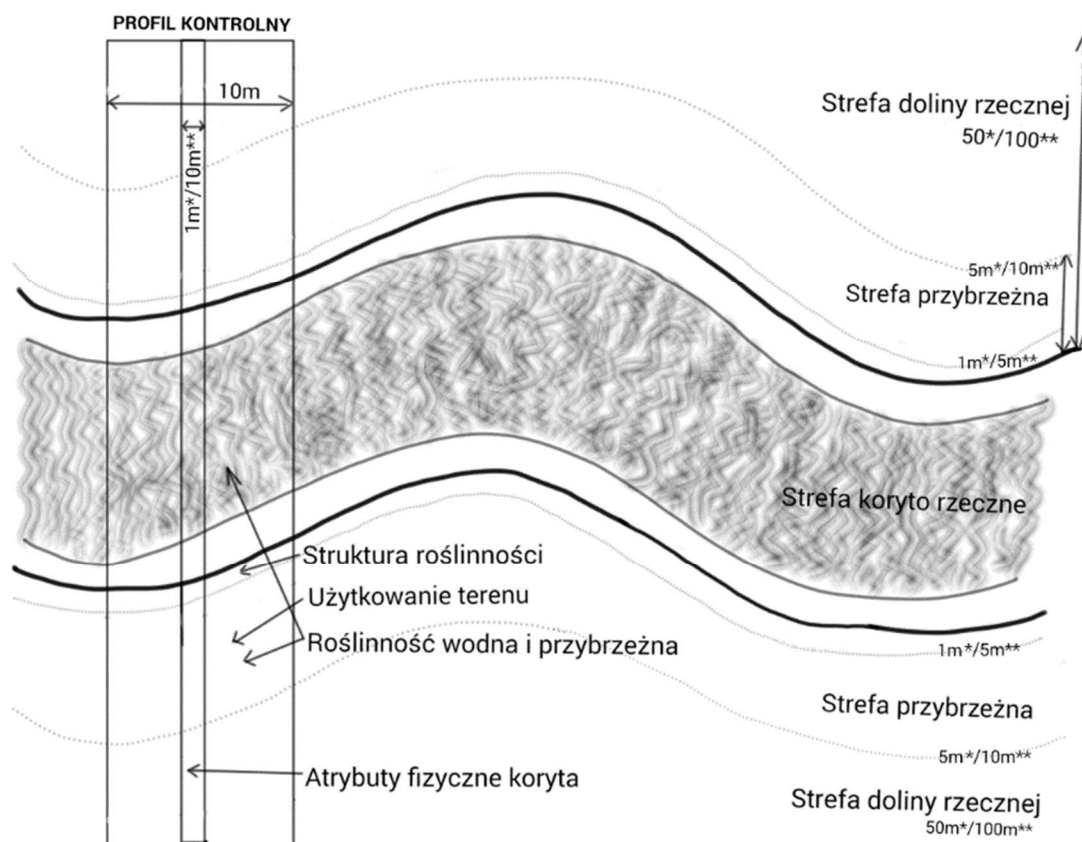
Źródło: Szoszkiewicz i in. 2017

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 5. Schemat rozmieszczenia profili kontrolnych (PK) w obrębie odcinka badawczego – rzut pionowy. Odległość pomiędzy PK = 50 m w rzekach o szer. koryta ≤ 30 m lub 100 m w rzekach o szer. koryta > 30 m.

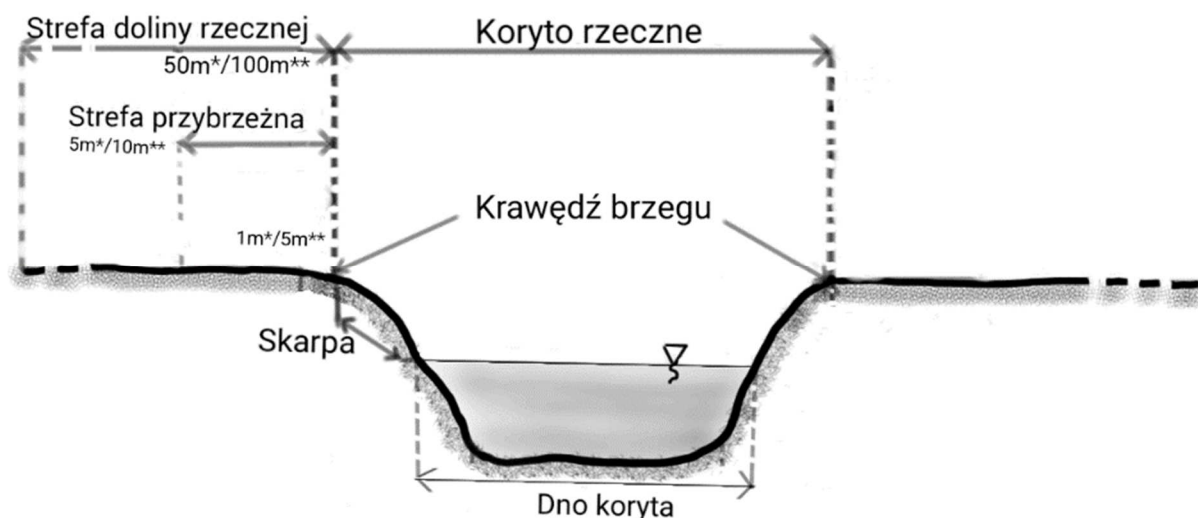
Źródło: Szoszkiewicz i in. 2017



Rysunek 6. Wymiary transektów w profilu kontrolnym – rzut pionowy.

Źródło: Szoszkiewicz i in. 2017

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 7. Wymiary transektów w profilu kontrolnym – przekrój poprzeczny.
(* - rzeki o szer. koryta ≤ 30 m; ** - rzeki o szer. koryta > 30 m)

. Źródło: Szoszkiewicz i in. 2017

Badania terenowe najkorzystniej jest prowadzić w okresie wegetacji roślin, od maja do października. Muszą być one prowadzone podczas niskich lub ewentualnie średnich stanów wody. Wysoki stan wody i wzmożona turbulencja utrudniają identyfikację wielu elementów morfologicznych. Niektóre z nich mogą być wtedy zupełnie niewidoczne (np. odsypy i roślinność zanurzona). W przypadku występowania dłuższych okresów intensywnych opadów badania należy odłożyć do momentu, gdy poziom wody i jej klarowność wrócą do odpowiedniego poziomu (średniego lub niskiego).

Na podstawie danych terenowych oblicza się dwa syntetyczne wskaźniki będące wypadkową wielu pojedynczych parametrów. Umożliwiają one ocenę właściwości hydromorfologicznych rzek w formie liczbowej i są elementami składowymi wskaźnika multimetrycznego:

- wskaźnik różnorodności hydromorfologicznej (WRH), który opiera się na heterogeniczności naturalnych elementów cieku i doliny rzecznej;
- wskaźnik przekształcenia hydromorfologii (WPH), który określa stopień antropogenicznych przekształceń w morfologii cieku.

Ostateczna ocena terenowa uwzględnia obydwa wskaźniki. Na ich podstawie wyliczany jest multimetriks - Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny (HIR) wyskalowany od 0 do 1. Wysokie wartości oznaczają bardzo dobry stan hydromorfologiczny, niskie natomiast – słaby i zły. Stan całej JCWP jest obliczany jako średnia z częściowych ocen, które zostały wykonane w terenie. Jest to średnia ważona, która uwzględnia udział poszczególnych typów użytkowania terenu w pasie 50/100 m od cieku.

Na potrzeby monitoringu wód płynących w Polsce wyróżnia się pięć grup cieków, oznaczonych kodami od H1 do H5:

- H1 – małe i średnie rzeki wyżynne oraz górskie, o szerokości koryta ≤ 30 m,
- H2 – małe i średnie rzeki nizinne, inne niż w dolinach zatorfionych, o szerokości koryta ≤ 30 m,
- H3 – małe i średnie rzeki nizinne, w dolinach zatorfionych, o szerokości koryta ≤ 30 m,
- H4 – duże rzeki o szerokości koryta > 30 m,
- H5 – kanały posiadające status sztucznych części wód.

Dla każdego typu hydromorfologicznego rzek zaproponowano wartości graniczne multimetriksu HIR dla pięciu klas stanu hydromorfologicznego, umożliwiające ocenę zgodnie z wymaganiami Ramowej

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Dyrektywy Wodnej (Tab. 2). Wartości te zostały uwzględnione w aktualnym Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2019 poz. 2149), w załącznikach 7 i 21 do rozporządzenia.

Tabela 2. Wartości graniczne multimetriksu HIR dla pięciu klas stanu hydromorfologicznego, za Szoszkiewicz i in. (2017).

Typ rzeki	Status JCWP	Szer. koryta rzeki	Typ wysokościowy	Zatorfie nie doliny rzecznej	Typy abiotyczne	Wartości graniczne multimetriksu HIR właściwe dla klasy				
						I	II	III	IV	V
H1	naturalnie i silnie zmienione	≤30 m	wyżynne i górskie	-	1-15 *	≥0,824	≥0,715	≥0,600	≥0,485	<0,485
H2			nizinne	nie	16-20, 22, 25 *	≥0,761	≥0,639	≥0,500	≥0,375	<0,375
H3				tak	23, 24, 26 *	≥0,725	≥0,592	≥0,459	≥0,326	<0,326
H4		>30 m	nizinne **	-	21***	≥0,728	≥0,613	≥0,486	≥0,359	<0,359
H5	sztuczne ****	-	-	-	0	≥0,513	≥0,420	≥0,342	≥0,253	<0,253

* - z wyłączeniem JCWP o szerokości koryta >30 m,

** - obejmuje również JCWP o szerokości koryta >30 m, zlokalizowane w innych typach abiotycznych rzek,

*** - obejmuje również pozostałe JCWP o szerokości koryta >30 m,

**** - nie obejmuje sztucznych zbiorników zaporowych, dla których utworzono JCWP rzeczne.

Efektom oceny terenowej jest multimetriks HIR, natomiast wynikiem oceny kameralnej jest współczynnik korekty klasy stanu hydromorfologicznego (Wk), który może podwyższyć lub obniżyć o jeden klasę wynikającą z oceny terenowej, zgodnie z poniższym schematem (Tab. 3).

Tabela 3. Korekta klasy stanu hydromorfologicznego na podstawie wyników oceny kameralnej, za Szoszkiewicz i in. (2017).

		Wk na podstawie oceny kameralnej		
		≤0,4	0,4-0,6	>0,6
Klasa stanu hydromorfologicznego na podstawie oceny terenowej (multimetriksu HIR)	1	2	1	1
	2	3	2	1
	3	4	3	2
	4	5	4	3
	5	5	5	4

Szczegóły związane z metodą HIR opisane są w podręczniku do tej metody (Szoszkiewicz i in. 2017).

Metodyka uproszczonej oceny stanu hydromorfologicznego cieków na podstawie danych kameralnych - Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny w modyfikacji kameralnej (HIR_k)

Ocena hydromorfologiczna cieków w Polsce metodą HIR jest sukcesywnie realizowana w ramach monitoringu wód. Jednak, jej wyniki dla wszystkich cieków nie są jeszcze dostępne. Dlatego, na użytek bieżącego planowania, wypracowano modyfikację metodyki HIR opartą tylko na kameralnej analizie danych (np. danych fotointerpretacyjnych, topograficznych, bazy danych o urządzeniach wodnych i presjach), bez elementu badań terenowych. Metodą tą oceniono wszystkie aJCWP w Polsce. Szczegółowy opis metody zamieszczono w opracowaniu „Ostateczna metodyka wyznaczania silnie zmienionych i sztucznych części wód powierzchniowych wraz z koncepcją określania potencjału ekologicznego” (Grela i in. 2019).

Metoda HIR_k wykorzystuje informacje pozyskiwane z takich materiałów jak: profil podłużny (trasy) cieku, aktywność morfodynamiczna rzeki (występowanie odsypów i wysp), obecność budowli hydrotechnicznych (z podziałem na kategorie i stopień oddziaływania na środowisko), użytkowanie terenu doliny rzecznej, występowanie zadrzewień i łączność rzeki z doliną (obwałowania, starorzecza, tereny podmokłe). Na podstawie wyników badań kameralnych obliczone zostają parametry różnorodności hydromorfologicznej (PRH) oraz przekształcenia hydromorfologii (PPH), a następnie syntetyczne wskaźniki hydromorfologiczne: wskaźnik trasy rzeki (WTR), wskaźnik różnorodności hydromorfologicznej (WRH) oraz wskaźnik przekształcenia hydromorfologii (WPH). Połowa obliczanych wskaźników dotyczy koryta rzecznego, druga połowa doliny rzecznej:

Tabela 4. Wskaźniki w metodzie HIR_k

Strefa	PRH – wskaźniki naturalności	PPH – wskaźniki przekształcenia
Koryto rzeczne	WTR (wskaźnik trasy rzeki)	
	PRH2 (odsypy śródkorytowe), PRH3 (odsypy brzegowe)	PPH2 (budowle piętrzące), PPH4 (budowle regulacyjne), PPH5 (obiekty mostowe i przeprawy)
Dolina rzeczna (ocena w buforze)	PRH4 (użytkowanie terenu), PRH5 (zadrzewienia), PRH6 (starorzecza), PRH7 (mokradła)	PPH3 (obiekty gospodarki wodnej), PPH6 (obwałowania), PPH7 (wpływ górnictwa)

- Wskaźnik WTR jest syntetycznym wskaźnikiem opartym na geometrycznej analizie planu koryta, z uwzględnieniem udziału odcinków prostych, załamania i zmian kierunku, o formule obliczeniowej opracowanej tak, że dość dobrze oddaje naturalność lub sztuczność przebiegu koryta cieku.
- Wskaźnik PRH2 – Odsypy śródkorytowe i wyspy – mierzy procent długości rzeki najniższego rzędu w ocenianej jcw, wzdłuż której występują odsypy śródkorytowe i wyspy; parametru tego nie ocenia się w rzekach o szerokości koryta ≤30 m, ponieważ nie jest on dostatecznie widoczny na ortofotomapach w tej kategorii cieków.
- Wskaźnik PRH3 – Odsypy brzegowe – mierzy procent długości rzeki najniższego rzędu w ocenianej jcw, wzdłuż której występują odsypy brzegowe; parametru tego nie ocenia się w rzekach o szerokości koryta ≤30 m, ponieważ nie jest on dostatecznie widoczny na ortofotomapach w tej kategorii cieków.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Wskaźnik PRH4 – Użytkowanie terenu doliny rzecznej – jest to średnia liczba punktów ważona udziałem w pokryciu 4 kategorii użytkowania terenu (tereny zurbanizowane, rolnicze bez użytków zielonych, użytki zielone i seminaturalne) w buforze 100 m (dla rzek o szerokości koryta ≤ 30 m) lub 1000 m (dla rzek o szerokości koryta > 30 m). Jako tereny zurbanizowane klasyfikuje się: tereny zabudowy zwartej, gęstej, lub luźnej, tereny komunikacyjne, a także inne tereny niezabudowane, np. place, tereny składowania odpadów, zwałowiska, wyrobiska, tereny przemysłowo-składowe i pod urządzeniami technicznymi. Jako tereny rolnicze klasyfikuje się: uprawy na gruntach ornych, sady, plantacje, ogrody i ogrody działkowe. Jako użytki zielone klasyfikuje się: łąki, pastwiska. Jako tereny seminaturalne klasyfikuje się: lasy, zadrzewienia i zakrzewienia, tereny podmokłe, wody stojące oraz naturalne tereny otwarte pozbawione roślinności, np. rumowiska skalne.
- Wskaźnik PRH5 – Zadrzewienia – mierzy procent długości rzeki w ocenianej jcwp, wzdłuż której występują zadrzewienia w 5 m pasie przybrzeżnym (dla rzek o szerokości koryta ≤ 30 m) lub w pasie 50 m (dla rzek o szerokości koryta > 30 m).
- Wskaźnik PRH6 – Starorzecza i inne niewielkie zbiorniki wodne – mierzy procent powierzchni zbiorników w dolinie rzecznej (buforze) w ocenianej jcwp.
- Wskaźnik PRH7 – Tereny podmokłe – mierzy procent powierzchni terenów podmokłych w dolinie rzecznej (buforze) w ocenianej jcwp.
- Wskaźnik PPH2 – Budowle piętrzące – to liczba punktów na kilometr rzeki w ocenianej jcwp z uwzględnieniem szerokości rzeki; każda budowla piętrząca silnie oddziałująca na środowisko (o wysokości piętrzenia $\geq 0,7$ m i braku działającej przepławki) = 1 pkt., średnio oddziałująca (o wysokości piętrzenia 0,3-0,7 m i braku działającej przepławki lub o wysokości piętrzenia $\geq 0,7$ m z działającą przepawką) = 0,5 pkt. i słabo oddziałująca (o wysokości piętrzenia $\leq 0,3$ m lub o wysokości piętrzenia 0,3-0,7 m z działającą przepawką) = 0,25 pkt. Dla cieków o szerokości powyżej 15 m wskaźnik jest mnożony przez szerokość koryta cieku w m podzieloną przez 15.
- Wskaźnik PPH3 – Obiekty gospodarki wodnej – mierzy procent powierzchni obiektów gospodarki wodnej (zbiorników wodnych i nadpoziomowych oraz stawów rybnych) w dolinie rzecznej (buforze) w ocenianej jcwp.
- Wskaźnik PPH4 – Budowle regulacyjne – mierzy udział procentowy regulacji w długości rzeki w jcwp, obliczany według następującej formuły: $\text{pkt.UM} = \text{UDZ_UM_C} + (\text{UDZ_UM_L} / 2)$; „UDZ_UM_C” oznacza procent długości rzeki w jcwp wzdłuż których występują umocnienia ciężkie, „UDZ_UM_L” oznacza procent długości rzeki w jcwp wzdłuż których występują umocnienia lekkie.
- Wskaźnik PPH5 – Obiekty mostowe i przeprawy – to liczba obiektów na kilometr rzeki w ocenianej jcwp.
- Wskaźnik PPH6 – Obwałowanie – to liczba punktów przyznanych w skali 0-2 za procent długości obwałowania cieku z każdej strony, skorygowana pomnożeniem przez współczynniki 1,75 gdy międzywala brak, 1,25 gdy międzywale jest węższe niż 2 szerokości koryta, 0,75 gdy międzywale jest szersze.
- Wskaźnik PPH7 – Wpływ górnictwa – to procent powierzchni obszarów górniczych i terenów górniczych w dolinie rzecznej (buforze) w ocenianej jcwp.

Ostateczna ocena kameralna uwzględnia trzy elementy: wskaźnik trasy rzeki (WTR), wskaźnik różnorodności hydromorfologicznej (WRH) i wskaźnik przekształcenia hydromorfologii (WPH). Na ich podstawie wyliczany jest wskaźnik HIR_k , wyskalowany od 0 (skrajne przekształcenie hydromorfologiczne) do 1 (wartość referencyjna). Szczegółowe tabele punktacji i wzory obliczeniowe zawiera opracowanie Greli i in. (2019).

Na podstawie analiz korelacji między HIR_k , a stanem elementów biologicznych dla zbadanych jcwp określono, że medianą HIR_k odpowiadającą dolnemu progowi dobrego stanu elementów biologicznych jest wartość 0,60, którą w związku z tym przyjęto jako próg dolnego stanu hydromorfologii ocenianej

tą metodą. Związek ten ma tylko charakter korelacyjny. Niekiedy nawet przy $HIR_k > 0,6$ stan elementów biologicznych będzie kształtował się poniżej dobrego ze względu na konkretne presje hydromorfologiczne. Np. jedna bariera może odcinać możliwość dotarcia ryb diadromicznych do całego długiego odcinka rzeki – mimo braku innych barier i dobrze zachowanych siedlisk i mimo niskiego wskaźnika przekształcenia i wysokiego HIR_k , będzie to skutkowało złym stanem ichtiofauny i będzie wymagać działań naprawczych, czyli renaturyzacji.

Dla jezior istnieje analogiczna metoda oceny stanu hydromorfologicznego – tzw. LHS (Kutyła i Soszka 2015). Natomiast zagadnienia oceny hydromorfologicznej wód przejściowych i przybrzeżnych, w szczególności morskiej strefy brzegowej, omówiono w rozdz. 5.

2.1.1 Osiąganie dobrego stanu ekologicznego (naturalne części wód)

Dla naturalnych części wód celem środowiskowym jest – jak już wspomniano o wyżej – osiągnięcie ich dobrego stanu ekologicznego. Wymaga to, by wszystkie elementy biologiczne właściwe dla danego typu wód były w dobrym stanie, definiowanym przez odpowiednie wartości przyjętych dla tych elementów wskaźników³. W przypadku rzek i jezior elementami tymi są: fitoplankton (w jeziorach i w niektórych typach rzek), makrofity i fitobentos, bezkręgowce bentosowe i ichtiofauna; w wodach przejściowych: fitoplankton, makroglony, okrytozależkowe, bezkręgowce bentosowe i ichtiofauna, w wodach przybrzeżnych: fitoplankton, makroglony i okrytozależkowe, bezkręgowce bentosowe oraz ichtiofauna⁴. Jeśli ten cel nie jest osiągnięty, to konieczne jest poszukiwanie przyczyn takiego stanu rzeczy. Jeśli nie wiemy, czy ten cel jest osiągnięty (bo nie zbadano wszystkich wymaganych elementów biologicznych), to zasada przezorności wymaga, by zapewnić wszystkie warunki, jakie mogą być potrzebne do jego osiągnięcia.

Jeśli stan elementów biologicznych szczególnie wrażliwych na aspekt hydromorfologiczny (w rzekach jest to szczególnie ichtiofauna i makrobezkręgowce bentosowe) jest poniżej dobrego, a równocześnie wskaźnik stanu hydromorfologicznego (w przypadku cieków oceniony terenową metodą HIR lub gdy brak jest danych terenowych – kameralną modyfikacją tej metody HIR_k) jest niski, to przekształcenia hydromorfologiczne są najbardziej prawdopodobną z możliwych przyczyn złego stanu danej części wód. By osiągnąć cel środowiskowy, konieczne są wówczas działania naprawcze poprawiające hydromorfologię. Jeśli stanu odpowiednich elementów biologicznych nie znamy, ale wskaźnik stanu hydromorfologicznego jest niski (lokuje się poniżej progu „stanu dobrego” czyli II klasy jakości), to nie mając czasu na dalsze rozpoznanie, również trzeba podjąć działania poprawiające stan hydromorfologiczny, by nie zniweczyć szansy osiągnięcia celu środowiskowego w terminie.

Takie działania to właśnie renaturyzacja. Powinny być brane pod uwagę przede wszystkim takie środki renaturyzacji, które poprawią ocenę stanu hydromorfologicznego. W przypadku cieków podpowiedzią jest, że powinny być to środki, które zwiększą wartość wskaźnika oceny stanu hydromorfologii – Hydromorfologicznego Indeksu Rzecznego HIR . Można to osiągnąć zwiększając wskaźnik różnorodności hydromorfologicznej – np. za pomocą środków, które zwiększą krętość trasy rzeki, doprowadzą do wytworzenia się odsypów śródkorytowych i brzegowych, wysp; zwiększą

³ Metodyki badania poszczególnych elementów i obliczania wskaźników syntetycznych charakteryzujących ich stan są opublikowane przez GIOŚ (<http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-wod/>). Wartości progowe przyjętych wskaźników stanu poszczególnych elementów biologicznych określa tzw. rozporządzenie klasyfikacyjne – obecnie rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2019 poz. 2149).

⁴ Elementy te określa Ramowa Dyrektywa Wodna, załącznik V pkt 1.2.

różnorodność form brzegu, zwiększą udział naturalnych elementów morfologicznych, takich jak: erodujące podcięcia brzegu, głazy, martwe drzewa, rumosz drzewny, roślinność wodna; zwiększą wskaźnik zadrzewienia, zwiększą udział terenów podmokłych przy korycie. Można to też osiągnąć zmniejszając wskaźnik przekształcenia hydromorfologii – za pomocą różnych rozwiązań, poprzez np.: przebudowę umocnień ciężkich na umocnienia z materiałów naturalnych, przebudowę wałów przeciwpowodziowych poszerzającą międzywale, czy też budowę przepławek na budowlach poprzecznych albo likwidację zbędnych budowli. Można próbować symulować, jak zmieni się HIR po przeprowadzeniu określonych działań renaturyzacyjnych. Takie symulacje znane są z literatury (Szozkiewicz i in. 2014, Grela i in. 2019); zostały też użyte w krajowym programie renaturyzacji wód powierzchniowych.

Dodatkowymi elementami celu środowiskowego dla naturalnych jcwp rzecznych mogą być wymagania w zakresie drożności cieków dla ryb dwuśrodowiskowych (tzw. cieki istotne i szczególnie istotne wg opracowania Błachuty i in., oraz cieki w których ocenę ichtiofauny obniża tzw. wskaźnik diadromiczny⁵ mniejszy niż 50%), a także konieczność spełnienia wymagań dla obszarów chronionych, szczególnie w zakresie:

- odpowiednio częstego (tj. przy przepływie Q50) występowania wylewów (przepływów ponadkorytowych) na wybranych ciekach;
- drożności trasy migracji ryb dwuśrodowiskowych od morza do obszaru chroniącego ich tarliska;
- ciągłości siedliska, tj. drożności dla ryb jednośrodowiskowych chronionych w obszarze (dla bolenia lub brzanki brak przeszkód o wysokości >0,30m na odcinku co najmniej 50 km; dla minogów brak przeszkód >0,15m na odcinku co najmniej 20 km; dla kietbia Kesslera, kietbia białopłetwego, głowacza białopłetwego, kozy, kozy złotawej, piskorza lub różanki brak przeszkód >0,1m na odcinku co najmniej 10 km);
- wysokiego wskaźnika naturalności i niskiego wskaźnika przekształcenia antropogenicznego dla rzek włosienicznikowych (HQA \geq 50 i HMS \leq 20, co najmniej trzy naturalne elementy morfologiczne);
- indywidualnych norm i celów dla obszarów chronionych, wynikających z ich planów ochrony lub zadań ochronnych (por. rozdz. 2.2).

2.1.2 Osiągnięcie dobrego potencjału ekologicznego

Dla wód uznanych za sztuczne (SCW) lub silnie zmienione (SZCW), w ramach ich wyznaczania uznano, że ze względu na inne ważne interesy środowiska lub człowieka nie byłaby zasadna renaturyzacja ich w takim stopniu, aby osiągnęły one dobry stan ekologiczny. Celem środowiskowym dla wód o takim statusie jest wówczas osiągnięcie tzw. dobrego potencjału ekologicznego, czyli renaturyzacja odpowiedniego akwenu w zakresie dającym się jeszcze pogodzić z interesami, o których mowa wyżej. Dla tych części wód oceniono już, jaki stan hydromorfologiczny (mierzony wartością HIR_k) może być osiągnięty bez znacząco negatywnego oddziaływania na te interesy. Wstępnie określono też, jakie działania renaturyzacyjne są możliwe, a jakie nie. Odpowiednio do tej możliwej do osiągnięcia wartości HIR_k oszacowano, jakie parametry stanu poszczególnych elementów biologicznych mogą zostać uzyskane, ustalając na tej podstawie wartości progowe dobrego potencjału ekologicznego, określające cel środowiskowy (Grela i in. 2019).

Oznacza to, że dla każdej części wód wyznaczonej jako sztuczna (SCW) lub silnie zmieniona (SZCW) istnieje obowiązek podjęcia pewnego zakresu działań renaturyzacyjnych, choć celem nie jest

⁵ Udział liczby gatunków diadromicznych współcześnie obecnych w cieku do liczby gatunków odczynnych historycznie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

renaturyzacja całkowita. Działania te powinny być tak zaprojektowane, by poprawiać warunki dla biologicznych elementów jakości, ale nie przeszkadzać znacząco w realizacji funkcji gospodarczej danej części wód.

Więcej informacji:

Zagadnieniom minimalizacji presji na silnie zmienione części wód poświęcone są przeglądowe opracowania grupy roboczej ECOSTAT przy Komisji Europejskiej:

- Halleraker i in. (2016) – dotyczy minimalizacji presji związanych z piętrzeniem i sztucznym rentencjonowaniem wód;
- Bussetini i in. (2018) – dotyczy minimalizacji presji związanych z ochroną przeciwpowodziową;
- Vartia i in. (2018) – dotyczy minimalizacji presji związanych z odwadnianiem terenów.

Przykład: Renaturyzacja na drogach wodnych

Pełniona przez rzekę funkcja drogi wodnej nie wyklucza możliwości i potrzeby wdrożenia pewnych działań z zakresu renaturyzacji. W Europie istnieje wiele takich przykładów.

Np. na Dunaju, między Wiedniem a Bratysławą, usunięto opaskę kamienną na jednym z brzegów i pozwolono rzece, żeby w sposób dynamiczny sama się zrenaturyzowała. Odtworzono również połączenia z kanałami bocznymi na terenach zalewowych, uzyskując cenne typy siedlisk mokradłowych. Drugi brzeg w okolicy miasta został bez zmian (koryto w tym miejscu jest też trochę głębsze) umożliwiając tym samym utrzymanie funkcji żeglownych. Do rzeki są też regularnie wprowadzane kłody drewna, w celu dostarczenia mikrosiedlisk drzewnych w obrębie koryta, jednak mocuje się je do brzegu, aby uruchomione nie zagrażały żegludze. Prace te były częścią szerszego, wieloletniego przedsięwzięcia „*Danube integrated management and river restoration*” (zintegrowane zarządzanie Dunajem renaturyzacja rzeki), którego założeniem jest właśnie integracja renaturyzacji z zarządzaniem rzeką i drogą wodną.

Inny odcinek Dunaju, k. Linzu, jest obecnie obiektem w projekcie LIFE IPE IRIS (<https://life-iris.at/en/danube/>), nakierowanym na zintegrowane zarządzanie rzeką. Projekt wstępnie przewiduje, aby w warunkach funkcjonowania drogi wodnej przeprowadzić działania zapobiegające nadmiernemu wcinaniu się rzeki oraz odtwarzające niektóre siedliska rzeczne, w tym żwirowiska o naturalnym charakterze (trwają obecnie prace nad szczegółową koncepcją).

Na żeglownym Niemnie na Litwie wdrażany jest projekt LIFE ochrony rybitw LIFE17 NAT/LT/000545 LIFE TERNS (<https://www.lifeterns.lt/en/>), którego partnerem – oprócz ornitologicznej organizacji pozarządowej i regionalnego parku przyrodniczego – jest Państwowy Zarząd Śródlądowych Dróg Wodnych. Istotą projektu jest tworzenie i umożliwienie powstawania piaszczysto-żwirowych wysp na Niemnie, stanowiących miejsca lęgowe rybitw, w warunkach funkcjonowania na rzece drogi wodnej.

Elementy renaturyzacji, w tym kształtowania biotopów rzecznych, zawarto w koncepcji zintegrowanego zarządzania Łabą: <https://www.gesamtkonzept-elbe.bund.de/>.

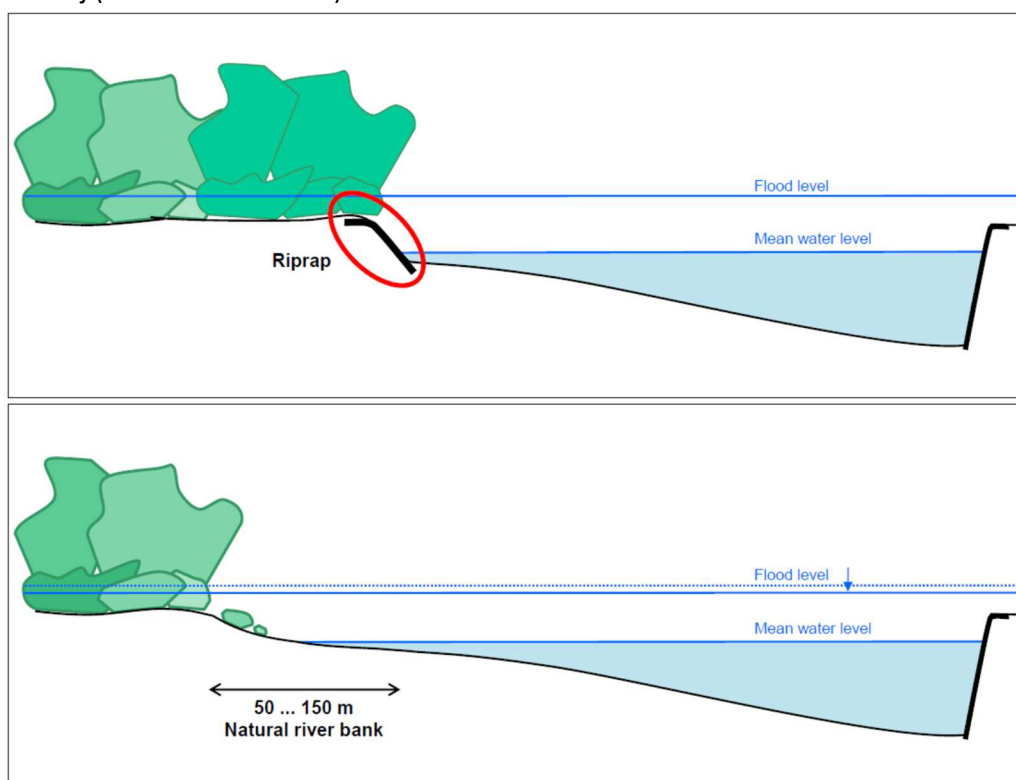
W Niemczech wdrażany jest program „*Blaues Band Deutschland*”, zakładający, że „niemieckie drogi wodne powinny zbliżyć się do natury”: <https://www.blaues-band.bund.de/> (Ehlert i in. 2019).

Zagadnienie wprowadzania rumoszu drzewnego do rzek żeglownych, istotne z ekologicznego punktu widzenia pomimo związanych z tym problemów dla bezpieczeństwa żeglugi, opisali Schoor i in. (2015).

Funkcjonowanie drogi wodnej wyklucza możliwość zastosowania niektórych sposobów renaturyzacji, np. wprowadzania elementów hydromorfologicznych w środku koryta, wprowadzania ruchomego rumoszu drzewnego, działań stymulujących krętość koryta, stymulacji powstawania

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

odsypów śródkorytowych, rezygnacji z utrzymania głębokości samego toru wodnego. Nadal jednak możliwa jest renaturyzacja brzegów, przebudowywanie umocnień brzegowych i innych elementów regulacyjnych na bardziej naturalne, akceptowanie odsypów brzegowych, wprowadzanie i tolerowanie stabilnych elementów morfologicznych – np. kamieni i kłód drewna w przestrzeniach międzyostrogowych, utrzymanie roślinności szuwarowej w polach międzyostrogowych, ochrona starorzeczy. Niekiedy pewne środki renaturyzujące proponowane są w roli działań częściowo kompensujących oddziaływanie na środowisko budowli regulacyjnych służących funkcjonowaniu drogi wodnej (Prus i Pchałek 2019).



© DonauConsult & via donau

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 8. Przykład usunięcia opaski brzegowej na żeglownym Dunaju między Wiedniem a Bratysławą

Źródło: Mazano 2013

Przykład: rzeka Odra swobodnie płynąca (droga wodna) – poszukiwanie optymalnego rozwiązania

Stan wyjściowy: na tym odcinku rzeka jest uregulowana, umocniona ostrogami. Przekształceń tych dokonano w celu dostosowania rzeki do funkcji żeglugowej (prace prowadzone ponad 100 lat temu). Wzdłuż meandrów, gdzie dokonano korekty łuków, znajdują się obecnie umocnienia ciężkie, w postaci tam podłużnych lub opasek brzegowych. Tzw. budowle ciężkie stabilizują brzegi, hamują migrację boczną koryta, utrudniają kontakt z wodami podziemnymi; tym samym ograniczają dostawę rumowiska. W wyniku oddziaływania stopnia wodnego powyżej, na którym dochodzi do zatrzymania transportowanego rumowiska, cały omawiany odcinek ma ujemny bilans rumowiska i znajduje się pod wpływem linowej erozji dennej. W konsekwencji nastąpiło ujednolicenie przekroju poprzecznego i podłużnego. W wyniku koncentracji przepływu degradacji uległy typowe formy korytowe, powodując spadek różnorodności biologicznej i morfologicznej. W przestrzeniach międzyostrogowych wykształciły się siedliska zastępcze, o dużym potencjale przyrodniczym. Kluczowym wyzwaniem dla renaturyzacji staje się odtworzenie warunków siedliskowych umożliwiających osiągnięcie dobrego potencjału ekologicznego, przy równoczesnym utrzymaniu warunków dla funkcjonowania drogi wodnej. Jednocześnie ważne jest zapewnienie właściwego stanu siedlisk i gatunków chronionych, związanych z ekosystemem wód płynących, w tym utrzymanie powtarzalnych wylewów, zapewniających odpowiedni stan siedlisk przyrodniczych w dolinie.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 2. Siedliska zastępcze wykształcone w polach międzyostrogowych odznaczają się dużą zmiennością warunków hydromorfologicznych, dużym potencjałem przyrodniczym i decydują o różnorodności biologicznej w korycie (Odra Brzeg Dolny-Ujście Nysy Łużyckiej)

Fot. Sylwia Horska-Schwarz

Propozycja działań naprawczych zakłada przywrócenie równowagi bilansu rumowiska. Potrzebne do tego jest „dokarmianie” rzeki poniżej stopnia wodnego lub uruchomienie lokalnej dostawy materiału do koryta poprzez odcinkową rozbiórkę umocnień ciężkich. Dostawa rumowiska, nawet odcinkowa, ograniczy wcinanie koryta i pozwoli na odtwarzanie się form korytowych. Na innych odcinkach, zastąpienie umocnień ciężkich przez biotechniczne przyczyni się do zróżnicowania brzegu. W przypadku dużych rzek o szerokości koryta 40-50 m z funkcją żegludową, przy konieczności zwężenia linii nurtu, można zastosować budowle przyjazne środowisku, np. tamy segmentowe tworzące „sztuczne wyspy”. Wydzielenie za ich pomocą bocznego koryta na Odrze pozwoliłoby wytworzyć siedliska zastępcze, których obecnie brakuje. W takich przypadkach należałoby wykorzystać materiał z likwidacji umocnień brzegu. Po wybudowaniu, poszczególne segmenty powinny zostać pokryte narzutem kamiennym oraz pozostałym osadem pochodzącym z odmulania, w celu ich stabilizacji oraz ułatwienia rozwoju roślinności. Tama segmentowa z założenia powinna być otwarta - co oznacza, że powinna umożliwiać swobodną wymianę wody między wytworzonym korytem bocznym a głównym nurtem. Skarpy brzegowe takich sztucznych wysp - segmentów od strony koryta bocznego powinny być łagodnie nachylone, w celu umożliwienia szybkiego rozwoju roślinności wodnej i szuwarowej, dodatkowe wzbogacenie ich w tzw. namulacze (kłody kotwione do brzegu) sprzyjać będzie tworzeniu kryjówek dla ryb i organizmów wodnych. Równocześnie pozostaje dość miejsca na funkcjonowanie drogi wodnej obecnej klasy.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 9. Propozycje kształtowania koryta Odry.

Z lewej: techniczna propozycja regulacji zakola meandru poprzez budowę tamy podłużnej. Z prawej: alternatywne rozwiązanie, rezygnacja z typowej tamy podłużnej i zastąpienie jej tamą segmentową, uformowanie koryta bocznego z wykorzystaniem sztucznych wysp.

Źródło: Sylwia Horska-Schwarz npbl.

Przykład: Renaturyzacja rzek w przestrzeni miejskiej

Choć przedsięwzięcia renaturyzacji rzek w terenie zurbanizowanym są trudne, to są stosunkowo często podejmowane ze względu na duże zapotrzebowanie społeczne na „naturalną przestrzeń” w miastach.

Sztandarowym przykładem może być renaturyzacja rzeki Isar w Monachium. Miała ona charakter zintegrowanego projektu poprawy zarządzania ryzykiem powodziowym i odtworzenia naturalnych siedlisk żwirowiskowych rzeki podgórskiej. Uregulowane koryto rzeczne przebiegające przez centrum miasta przebudowano na dwukrotnie szersze koryto roztokowe wypełnione żwirami, pozwalając następnie na naturalną dynamikę żwirowisk. Zlikwidowano betonowe umocnienia brzegów, zastępując je płaskimi, naturalnymi brzegami. Betonowe progi przegradzające rzekę co ok. 200 m przebudowano na kamienne bystrza. Odtworzono w ten sposób kompleks naturalnych siedlisk rzecznych, a mieszkańcy Monachium zyskali naturalny teren rekreacyjny w mieście na nadrzecznych żwirowiskach (Wulf i Schaufuß 2013).

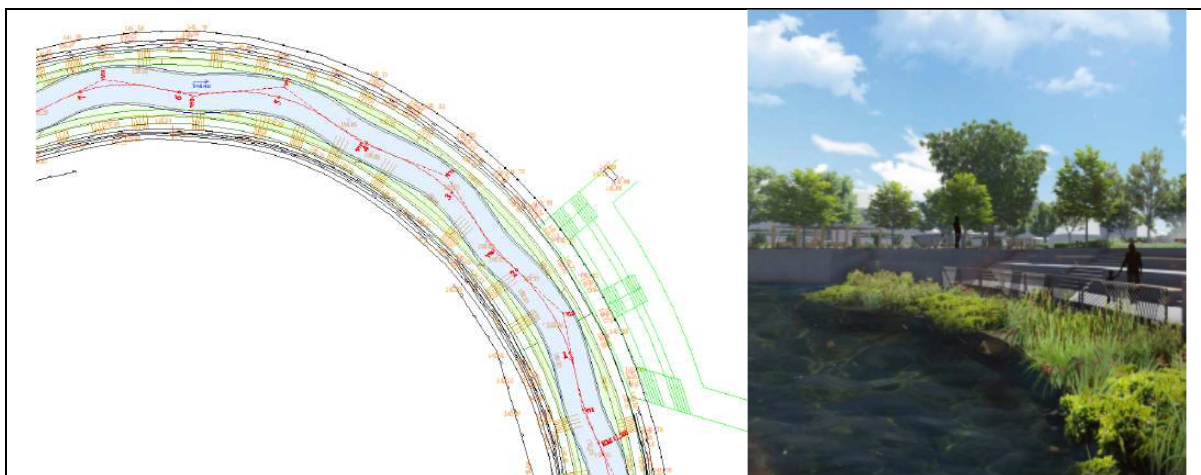


Fotografia 3. Zrenaturyzowana rzeka Isar w centrum Monachium

Źródło: <https://urban-waters.org/>, Von Rufus46 - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,

Innym przykładem może być rzeka Marden w mieście Calne, w Wiltshire w Wielkiej Brytanii. W centrum miasta, między szeroko rozsuniętymi kamiennymi murami oporowymi uformowano żwirowe kręte koryto z sekwencją plos i bystrzy, odsypami żwirowymi i naprzemiennymi płaskimi, trawiastymi fragmentami brzegu (Polska Zielona Sieć 2006).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 10. Nawet na wąsko obwałowanej rzece miejskiej istnieje pewien potencjał umożliwiający częściowe odzyskanie krętości koryta i naturalnych elementów brzozy.

Źródło: Halajova i in. 2018, rzeka Trnavka w Czechach.

Zakres możliwej renaturyzacji cieków w przestrzeni miejskiej silnie zależy od dostępnej przestrzeni. Warunkiem brzegowym jest zapewnienie bezpieczeństwa powodziowego. Jeśli jednak zachowało się pasmo niezurbanizowanego terenu nadrzecznego, możliwy jest niemal pełny arsenał środków renaturyzacji, włącznie z ukształtowaniem korytarza swobodnej migracji rzeki (por. rozdz. 3.3 działanie T8), o starannie jednak chronionych brzegach. Jeśli możliwe jest obniżenie terenu przyrzecznego (por. rozdz. 3.3 działanie T2), daje to możliwość szerszego prowadzenia wód wielkich i zapas bezpieczeństwa powodziowego, umożliwiając renaturyzację koryta. Bardziej ograniczone są możliwości renaturyzacji, gdy rzeka wtłoczona jest w wąski gorset zabudowy.

Więcej informacji o zarządzaniu rzekami w miastach, w tym ich renaturyzacji: →

- European Environment Agency 2016. Rivers and lakes in European cities Past and future challenges. EEA Report 26/2016.
- Urban Waters Network: <https://urban-waters.org/>

2.2 Osiągnięcie celów środowiskowych dla obszarów chronionych chroniących gatunki i siedliska zależne od wód

Renaturyzacja, czyli przynajmniej częściowe odtworzenie struktur i procesów typowych dla naturalnych wód, jest często niezbędna, by poprawić ich stan ekologiczny, ale może być również potrzebna by odtworzyć właściwą funkcję rzek, jezior, wód przejściowych lub strefy brzozy morskiego w zależnych od wód obszarach chronionych - formach ochrony przyrody.

Przykładowo, dla **żwirowych rzek górskich i podgórskich** (siedliska przyrodnicze 3220, 3230, 3240) zwykle ważne jest, by żwiry nie były z nich usuwane, ale także by zapewniona była stała ich dostawa i transport, co zwykle wymaga możliwości erozji bocznej oraz ciągłości hydromorfologicznej. Stabilność takich rzek można często osiągnąć odtwarzając sekwencję bystrzy i plos lub inicjując wytworzenie się koryt roztokowych.

Właściwy stan **rzek włosienicznikowych** (siedlisko przyrodnicze 3260) wymaga wysokiej różnorodności hydromorfologicznej, której sprzyja ograniczenie i zmodyfikowanie działań utrzymaniowych, w tym szczególnie nieingerowanie w charakterystyczną roślinność oraz w zróżnicowanie morfologii koryta. Dla koryt zmienionych, np. za sprawą użytkowania dla spławu drewna, celowe może być odtwarzanie sekwencji bystrzy i plos lub uzupełnienie kamieni, fragmentów drewna, a czasami kształtowanie

mozaikowego zadrzewienia brzegów. Podkreślenia wymaga regionalizacja pewnych grup problemów, szczególnie dla cieków ze żwirowymi partiami dna. Ciekom górskim i podgórskim, o dużym gradiencie przepływów, dla renaturyzacji wystarcza czasami udostępnienie odpowiedniej części doliny i możliwości erozji bocznej, by po kilku wezbraniach ciek sam uzupełnił niedostatki substratu dennego – dążąc tym samym do zapewnienia równowagi hydrodynamicznej. Zupełnie inaczej sytuacja wygląda w obszarach nizinnych, gdzie koryta żwirowe formowane były tysiące lat temu, w okresie lodowcowym. W tych częściach kraju jedyną szansą na odtworzenie układów bystrzy i plos, a tym samym odbudowy równowagi hydrodynamicznej i ograniczenia niekorzystnego wcinania koryt, jest uzupełnienie żwirowo-kamiennych form korytowych.

Ochrona **siedlisk namuliskowych** (siedlisko przyrodnicze 3270) wymaga zachowania lub odtworzenia miejsc zastoiskowych, gdzie mogłoby ulegać sedymentacji rumowisko unoszone.

Ochrona **lasów łęgowych** (siedliska przyrodnicze 91E0, 91F0) i **łąk selernicowych** (siedlisko przyrodnicze 6440), a także wielu gatunków związanych z rozlewiskami, wymaga odtworzenia reżimu zalewów i łączności rzeki z terasą zalewową. Dla cieków w wielu obszarach chronionych obligatoryjnym elementem celu środowiskowego jest zapewnienie okresowych przepływów ponadkorytowych, tj. wylewów. W tym celu niekiedy potrzebna jest przebudowa (odsunięcie) wałów przeciwpowodziowych lub antropogenicznych nasypów, a niekiedy wystarczy ograniczenie działań przyspieszających odpływ wody ciekiem.

Ochrona przyrody wymaga często optymalnego kształtowania roślinności na terasie zalewowej. Łęgi i zadrzewienia nadrzeczne oraz związane z nimi gatunki, wymagają zwykle zachowania drzew (także „drzew biocenotycznych”, czyli uszkodzonych, dziuplastych, starych, częściowo zamierających, martwych). Dla odtworzenia ciągłości i integralności łęgów potrzebne może być tworzenie nowych zadrzewień w pasie zalewowym.

Istniejące **starorzecza** (siedlisko przyr. 3150) niekiedy wymagają ponownego powiązania z rzeką, choć z ekologicznego punktu widzenia działanie takie może mieć zarówno zalety jak i wady (por. rozdz. 3.3, opis działania T4). Usunięcia antropogenicznych ograniczeń mogą potrzebować niektóre **estuaria** (siedlisko przyrodnicze 1130) i odcinki ujściowe cieków do jezior, będące często miejscami cennymi przyrodniczo.

Rzeka wraz z doliną, będąca podstawą integralności obszaru chronionego, powinna umożliwiać migrację organizmów wodnych i transport rumowiska. W wielu obszarach, także desygnowanych dla ochrony krajobrazu, celem ochrony jest przywrócenie **ciągłości ekologicznej** rzecznych korytarzy ekologicznych. Powszechna jest świadomość wymagań ryb dwuśrodowiskowych migrujących na tarliska, ale również inne ryby, w tym gatunki chronione, potrzebują możliwości lokalnych wędrówek w obrębie danego systemu rzeczno-jeziornego (wynika to z potrzeby powtarzalnych przemieszczeń między różnymi siedliskami tarłowymi, żerowiskowymi, ukryciami, zimowiskami, a także z potrzeby tzw. przemieszczeń kompensacyjnych¹⁾). Przegrody wymagają więc udrożnienia – gdy utraciły sens swego istnienia to powinny być zlikwidowane, a w przypadku pełnienia funkcji gospodarczej powinny być przebudowane, zaopatrzone w obejście lub odpowiednią przepławkę innego rodzaju. W sytuacji przebudowy należy mieć na uwadze funkcję transportu rumowiska wleczonego, jaką pełni ciek oraz pamiętać o dużej wrażliwości niektórych gatunków ryb chronionych w obszarach Natura 2000 na bariery poprzeczne. Typowe przepławki projektowane pod wymagania ryb łososiowatych nie zawsze będą wystarczające dla ryb chronionych. Progi denne mogą być zlikwidowane lub przebudowane tak by nie przeszkadzały w migracji organizmów wodnych, choć wymaga to uprzedniej analizy warunków

¹⁾ Przemieszczenia kompensacyjne ryb – przemieszczenia odtwarzające rozmieszczenie ryb po zaburzeniach, np. powrót ryb zniesionych w dół rzeki przez webrania, ponowne zasiedlania przez ryby odcinków rzeki po epizodzie spadku przepływu poniżej wartości przepływu biologicznego (np. skutek suszy).

równowagi dna, by nie uruchomić negatywnych procesów hydromorfologicznych. Można je przekształcić w kamienne rampy lub pochylnie denne (bystrotoki). W przypadku jazów, ochrona organizmów wodnych wymagałaby pozostawiania ich otwartych w typowych okresach migracji, co zwykle wymaga kompromisów z celem funkcjonowania urządzenia wodnego. W niektórych przypadkach, gdy jest to możliwe bez utraty celu istnienia urządzenia, jaz zastąpiony może być przez żwirowo-kamienne bystrze, lub sekwencję pryzm, które nie stanowią przeszkody dla migracji organizmów wodnych w obu kierunkach. Niekiedy interwencji wymagają przeszkody w postaci zerodowanych przepustów, innych antropogenicznych przeszkód, a wyjątkowo także tam bobrowych.

Ochrona **bobra** wymaga jednak akceptacji dokonywanych przez niego przekształceń środowiska, w tym pozostawiania nienaruszonych tam bobrowych – poza sytuacjami o wyraźnej przewadze innych interesów, np. migracji ryb. W większej skali przestrzennej wartość usług ekosystemów pięterń bobrowych przeważa zwykle nad stratami gospodarczymi powodowanymi przez bobry.

Stan ochrony **chronionych gatunków ryb** zależy zwykle od zróżnicowania siedlisk w korycie rzecznym. Tylko w morfologicznie zróżnicowanym korycie organizmy wodne mogą przetrwać okresy niżówkowe. Aby utrzymać ciek w takim stanie, zwykle potrzebne jest pozostawianie w korycie żwirów i odsypisk piaszczystych, zaniechanie lub ograniczenie odmulania, pozostawianie rumoszu drzewnego, głązów, przynajmniej częściowe pozostawianie erozyjnych podcięć brzegów, zaniechanie lub ograniczenie usuwania lub wykaszania roślinności wodnej, zaniechanie lub modyfikacja koszenia brzegów. Niekiedy warto wręcz wprowadzić do rzeki dodatkowy rumosz drzewny lub kamienie pryzmy kierujące nurt ciek, dostarczyć rzece żwiru by zapobiec nadmiernemu wcinaniu się koryta, albo uformować kamienno-żwirowe rampy lub pochylnie denne naśladujące sekwencję bystrzy i plos, albo pryzmy kierujące przepływ. Zadrzewienia na brzegach rzeki często stają się miejscami kryjówek dla ryb i dając cień, schładzają siedlisko, warto więc je starannie chronić, a tam gdzie to potrzebne wprowadzić je w linię brzegową. Dodatkową cechą odpowiednio ukształtowanych pasów roślinności na brzegach cieków jest ograniczenie dostawy zanieczyszczeń obszarowych i namulów z nawożonych pól uprawnych. Urozmaicone hydromorfologiczne koryto rzeczne sprawia, że woda będzie odpływać wolniej – dłużej pozostawiając w środowisku, co sprawia, że będzie ono bardziej odporne na skutki suszy, w okresach wezbrań może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka powodzi obszarom zabudowanym znajdujących się poniżej.

Ochrona **zimerodka** wymaga najczęściej zachowania zadrzewień nabrzeżnych i martwych drzew powalonych w nurt oraz stale dostępnych i świeżych podcięć erozyjnych brzegów. Podcięcia takie są również istotne dla ochrony **brzegówki** i **żolny**. W przypadku wielu **innych gatunków ptaków**, właściwy stan ich siedlisk wymaga zagwarantowania istnienia na rzekach łąch i odsypisk, dla innych z kolei gatunków ważne jest zapewnienie regularnego występowania zalewu doliny rzecznej.

Pewien zakres renaturyzacji jest możliwy i często pożądaný nawet w **krajobrazach kulturowych** i na ciekach stanowiących elementy kulturowo-przyrodnicze. W przypadku rzek uregulowanych i silnie przekształconych można przynajmniej częściowo przywrócić ich funkcje ekologiczne i znaczenie dla różnorodności biologicznej oraz krajobrazu, zwłaszcza tam, gdzie za cel postawiono zachowanie i odtworzenie naturalnych jego elementów. W wielu miejscach na świecie dla ochrony przyrody dokonano „deregulacji” rzek, likwidując umocnienia techniczne i spłaszczając brzegi oraz pozwalając rzekom swobodnie meandrować w ramach szerszego pasa terenu. Niekiedy wręcz inicjowano

^[13] W większości przypadków z ekologicznego punktu widzenia tamy i rozłwiska bobrowe są elementami pożądanymi, wartymi nawet poświęcenia podtopionych drzewostanów. Ich usuwanie może być jednak wyjątkowo potrzebne dla ochrony kluczowych tarlisk ryb litoifiolnych lub dla zapewnienia rybom możliwości dotarcia do tarlisk. Niekiedy za usuwaniem tam bobrowych (a lepiej: za ich modyfikowaniem przez montowanie odpowiednich urządzeń przelewowych) mogą przemawiać względy społeczne i gospodarcze, to zagadnienie leży jednak poza zakresem renaturyzacji wód. Por. więcej informacji w rozdz. 3.3, w opisie działań U13-U14.

punktowe podcinanie brzegów, kierując nurt tak, by jego przebieg był bardziej kręty lub roztokowy, a jednocześnie stymulował zmienne ukształtowanie wysokościowe dna. Gdy nie jest możliwe usuwanie umocnień brzegów, należy je przebudować na bardziej naturalne. Niekiedy tworzone są całe odcinki nowego, meandrującego lub roztokowego koryta, naśladującego naturalne. Działania takie są zwykle cenne dla różnorodności biologicznej; istotne są jednak także dla **ochrony krajobrazu**.

Jeziora lobeliowe (siedlisko przyrodnicze 3110) i **ramienicowe** (siedlisko przyrodnicze 3140) są bardzo wrażliwe na eutrofizację i wpływ rekreacji. Osiągnięcie właściwego stanu ich ochrony może wymagać odtworzenia stref buforowych, likwidacji zabudowy rekreacyjnej, likwidacji punktowych źródeł zanieczyszczeń oraz zapobieżenia spływom wody z sąsiednich, degradujących się mokradeł. **Jeziora rdestnicowe** (siedlisko przyrodnicze 3150) mogą wymagać unaturalnienia strefy brzegowej. Słonawe jeziora przy morskich mogą potrzebować odtwarzania łączności z wodami morskimi, a niekiedy także odtworzenia strefy zalewowej przez likwidację wałów otaczających jeziora. Odtworzenia naturalnych warunków mieszania się i rozlewania wód rzecznych i morskich mogą potrzebować **estuaria** (siedlisko przyrodnicze 1130). Odtworzenie naturalnej dynamiki transportu rumowiska morskiego jest konieczne do trwałej ochrony siedlisk wydmy – a zwłaszcza **wydm inicjalnych** (siedlisko przyrodnicze 2110) i **białych** (siedlisko przyrodnicze 2120). **Wydmy szare** (siedlisko przyrodnicze 2130) mogą wymagać działań w zakresie unaturalnienia ich roślinności, a **klify nadmorskie** (siedlisko przyrodnicze 1230) – odtworzenia i utrzymania procesów abrazji.

Potrzeby wodne poszczególnych przedmiotów ochrony w przyrodniczych obszarach chronionych, w tym szczególnie gatunków i siedlisk chronionych w sieci Natura 2000, przedstawiono szerzej w odrębnych opracowaniach (Adamski 2007, Kowalczak 2009, Godyń i in. 2011, Pawlaczyk 2017a, Prus i in. 2018, Ministerstwo Środowiska 2018). Metodyki oceny stanu gatunków i siedlisk przyrodniczych chronionych w sieci Natura 2000 opublikował GIOŚ (<http://siedliska.gios.gov.pl/pl/>), a wiele przyjętych w nich wskaźników odnosi się do stanu wód i warunków hydromorfologicznych. Z analizy potrzeb wodnych przedstawionych w powyższych opracowaniach wynika, że renaturyzacja wód będzie często warunkiem koniecznym do osiągnięcia celów środowiskowych dla obszarów chronionych.

2.3 Inne potrzeby naprawy funkcjonowania geoekosystemu wodnego

Wody powierzchniowe stanowią ściśle ze sobą powiązany geosystem, którego poszczególne elementy (rzeki, jeziora, wody morskie) tworzą kontinuum ekologiczne, będące we wzajemnych relacjach i współzależności. Funkcjonowanie tych geoekosystemów wodnych decyduje o zasobach wodnych regionu, potencjale przyrodniczym, jakości środowiska, odporności elementów na zjawiska ekstremalne w tym zmiany klimatu. Każde zaburzenie naturalnych procesów prowadzi do deformacji systemu. W zależności od skali przekształceń i czasu oddziaływania następuje zmiana struktury przestrzenno-funkcjonalnej, skutkująca dysfunkcjami systemu. Przy niewielkich presjach, niezaburzonych procesach, ekosystem wodny wykazuje dużą zdolność do odtworzenia zdeformowanych struktur. Natomiast znacząco przekształcone antropogenicznie ekosystemy wodne nie mają już zdolności do regeneracji, wymagają więc wsparcia technicznego i usunięcia przyczyn degradacji.

Niezależnie od osiągnięcia formalnych celów środowiskowych wynikających z Ramowej Dyrektywy Wodnej, tj. określonych wartości wskaźników charakteryzujących poszczególne elementy jakości, celowe jest także dążenie do osiągnięcia ogólnego celu dyrektywy, tj. ochrony i poprawy stanu ekosystemów wodnych oraz od wód zależnych, co musi być rozumiane także funkcjonalnie, tj. nie tylko w odniesieniu do określonych wskaźników stanu, ale także do mechanizmów funkcjonowania ekosystemu.

Jest to istotne dla osiągnięcia innych ważnych celów publicznych.

Przykładowo, takim istotnym celem jest zahamowanie eutrofizacji Bałtyku. Z polskich rzek do morza rocznie wpada ok. 140 tys. ton azotu i 13 tys. ton fosforu. W bilansie ogólnym Polska odpowiada za 24% i 43% całkowitego ładunku – odpowiednio azotu i fosforu – dostarczanego przez rzeki do Morza Bałtyckiego. Aby poprawić sytuację, należałoby przywrócić tereny podmokłe wzdłuż większości rzek w Polsce (Jabłońska i in. 2020), wdrażając odpowiednie działania renaturyzacyjne.

Zarówno naturalne, jak i silnie zmienione części wód, których stan hydromorfologiczny uległ pogorszeniu w stopniu utrudniającym samoistną odbudowę ich struktury przestrzenno-funkcjonalnej, wymagają opracowania programów renaturyzacji ekosystemu wodnego, często o bardzo szerokim zakresie planowanych działań. Zwłaszcza ekosystemy jeziorne, będące pod wpływem oddziaływań skumulowanych, w tym powstających w częściach wód rzecznych, zasilających te jeziora, wykazują daleko idące zmiany hydromorfologiczne, odzwierciedlone zarówno w przekształceniach misy jeziornej jak i stanie wód.

Naprawa geoekosystemu ma na celu przywrócenie naturalnych procesów zachowujących ekosystem w równowadze, a zarazem determinujących dobry stan siedlisk od wód zależnych. Odtworzenie warunków dla przepływu ponadkorytowego cieków oraz strefy zalewowej cieków, jezior i morza, a także renaturyzacja mokradeł, ma na celu uruchomienie procesów regeneracyjnych wspierających odbudowę naturalnych struktur albo wytworzenie się struktur podobnych do naturalnych, a w efekcie - odtworzenie potencjału retencyjnego i przyrodniczego ekosystemów wodnych.

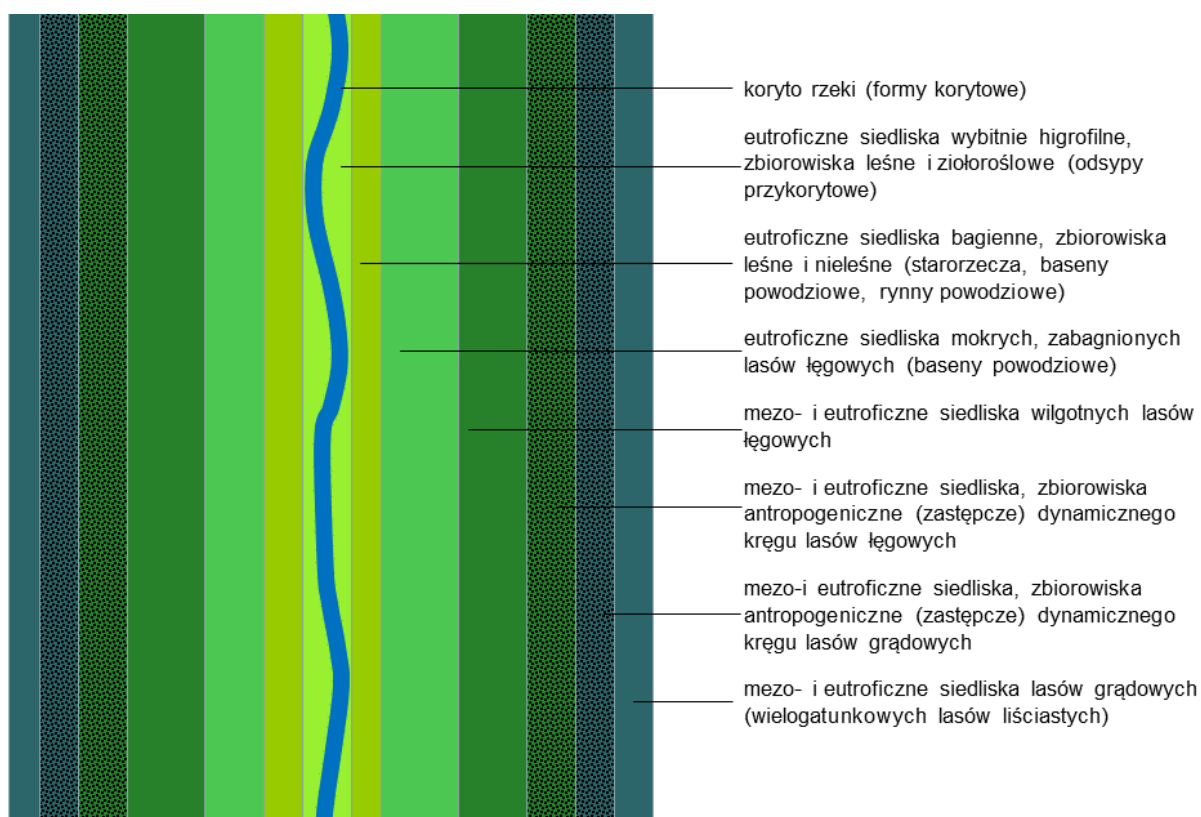
W szczególności, istotnym celem renaturyzacji jest dążenie do uzyskania wód samoutrzymujących się. Ekosystemy naturalne posiadają zdolności samoregulacji. Naturalna rzeka zachowuje pewien stan równowagi hydrodynamicznej, wynikający z reżimu przepływu wody i transportu rumowiska. Efektem stanu równowagi jest koryto stabilne dynamicznie, tj. charakteryzujące się zmiennością morfologiczną (w stosunkowo niewielkim zakresie), z jednoczesnym zachowaniem w długim okresie czasu swoich podstawowych parametrów (średniego spadku wody oraz położenia wysokościowego dna, wielkości przekrojów poprzecznych, maksymalnej przepustowości koryta). Stabilne koryto główne warunkuje także stabilne relacje (w sensie ich cyklicznej powtarzalności) między rzeką a jej doliną, obejmujące okresowe przepływy ponadkorytowe, zapewniające naturalną retencję wody i większą odporność ekosystemu rzeczno-terenowego na suszę. Relacje te kształtują morfologię doliny w wyniku wynoszenia poza koryto i odkładania w dolinie części osadów rzecznych, oraz warunkują dobry stan siedlisk i gatunków zależnych od wód. To presje antropogeniczne w znacznej mierze zakłóciły naturalne procesy hydromorfologiczne, generując potrzebę ciągłych ingerencji w zabezpieczanie brzegów przed erozją, zapobieganie nadmiernemu wcinaniu się koryt w jednych miejscach, a usuwanie osadów w innych itp.

Problemy generujące potrzebę prac utrzymaniowych są w większości skutkiem zakłóceń w funkcjonowaniu geoekosystemu rzeczno-terenowego. Np. konieczność powtarzalnych odmuleń cieków jest skutkiem przekształceń zlewni, skutkujących wzmożonym spływem drobnocząsteczkowych osadów, nie powstrzymywanym przez pasma zadrzewień i naturalnej roślinności na brzegach cieków, stanowiących naturalną strefę ochronną (buforową). Nadmierne przegłębienie koryt cieków i ułatwienie przepływu, a w konsekwencji ograniczenie okresowych przepływów ponadkorytowych, powoduje że wynoszone ze zlewni osady nie mają szansy osadzić się na równi zalewowej i pozostając w korycie cieku, generują potrzeby prowadzenia prac odmuleniowych. Podobnie, nadmierny i nie powstrzymany strefami buforowymi spływ biogenów powoduje – zwłaszcza gdy brzegi nie są zadrzewione – nadmierny rozwój roślinności w korycie cieku, prowokując do jej wykaszania. Przyspieszenie i ułatwienie spływu wód w oczywisty sposób generuje zwiększenie problemów powodziowych poniżej, jednocześnie powodując występowanie niskich stanów wód lub zupełny zanik przepływu w okresach bezopadowych. Brak możliwości okresowego wystąpienia wody z koryta cieku na terasę zalewową sprowadza całą energię wezbrań w miejsca, gdzie mogą one wyrządzić znaczne

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

szkody, w tym na tereny zurbanizowane. Oczekiwanym efektem renaturyzacji będzie więc ograniczenie potrzeb utrzymania rzek, ponieważ „naprawa geoekosystemu” pomoże w rozwiązaniu takich problemów.

W obrębie dolin rzecznych, na przestrzeni lat w obrębie poszczególnych poziomów terasowych uformowały się typowe układy siedliskowe i podporządkowane im zespoły roślinne. W wyniku zmiany użytkowania gruntów, wylesienia dolin i zlewni układy te zaczęły ulegać przemodelowywaniu. W efekcie wytworzyły się układy wtórne, tudzież zastępcze, o cechach powtarzalnych, podlegające tym samym prawom zmienności co wcześniej wykształcone zbiorowiska pierwotne (Faliński 2001). Zmienność warunków hydromorfologicznych w dolinie warunkuje przestrzenny rozkład stref siedliskowych i zespołów fitocenz. Towarzyszą one poszczególnym formom morfologicznym i zmiennym warunkom pozakorytowej i korytowej sedimentacji osadów. Reprezentują postać: świeżą, suchą, typową, wilgotną, zabagnioną, bagienną, degradacyjną lub antropogeniczną (Horska-Schwarz 2007). Warunki siedliskowe zależne od dynamiki przepływu wody determinują rozwój poszczególnych zbiorowisk leśnych i ziołoroślowych, których zasięg i skład gatunkowy zależy od odległości od koryta ciek (Rys. 11). Celem renaturyzacji powinno być zatem dążenie do odtworzenia sekwencji siedlisk i zespołów fitocenz.



Rysunek 11. Model wzorcowy prezentujący schematyczną zależność pomiędzy występowaniem poszczególnych fitocenz (o danym składzie gatunkowym) a warunkami siedliskowymi ekosystemów od wód zależnych (odległością od koryta aktywnego rzeki – zasięgiem innundacji)

Źródło: Horska-Schwarz (2007), zmienione.

Ekosystem wód płynących wykazuje przy tym znacznie większą zdolność do odbudowy i regeneracji niż ekosystem wód stojących (jezior). Podobnie jak ekosystemy o złożonej strukturze środowiska, ekosystem wodny wykazuje większą odporność na czynniki stresogenne. Renaturyzacja wód

przyczynia się do zwiększania różnorodności strukturalnej geoekosystemu wodnego, co przekłada się na wzrost jego zdolności samonaprawczych.

2.4 Możliwości ograniczenia ryzyka powodziowego

Renaturyzacja to nic innego, jak korygowanie błędów popełnionych w przeszłości: likwidacja zbędnych przekształceń cieków, zmniejszanie skutków przekształceń niezbędnych, ale których negatywny dla środowiska efekt można ograniczyć⁸.

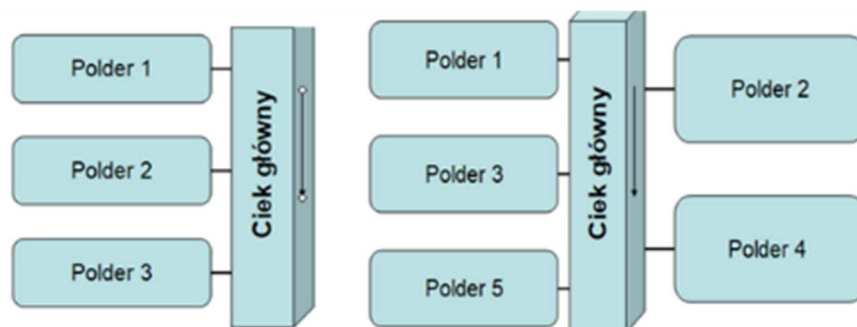
Powódzie to jedno z najczęściej występujących zagrożeń naturalnych. Zgodnie z art. 16 pkt 43 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne, powódź definiowana jest jako „czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, w szczególności wywołane przez wezbrania wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, z wyłączeniem pokrycia przez wodę terenu wywołanego przez wezbranie wody w systemach kanalizacyjnych”. Powódzie są nieuchronne i stanowią nieodłączny element naszego życia. W ciągu ostatnich kilku dekad w myśleniu o ograniczaniu skutków powodzi dokonała się istotna zmiana. Polega ona na przejściu od założenia, że można się przed powodzią ochronić, do filozofii, według której całkowita ochrona jest niemożliwa i trzeba myśleć przede wszystkim o ograniczeniu szkód i strat powodziowych, czyli o tzw. minimalizacji ryzyka powodziowego, oznaczającego kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i związanych z powodzią potencjalnych negatywnych konsekwencji dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej. Współczesne zarządzanie ryzykiem powodziowym nie polega na zapobieganiu wszelkim wylewom rzek, ale m. in. na tym, by rzeki wylewały w takich miejscach i w taki sposób, by minimalizować negatywne oddziaływanie tych wylewów na ludzi, środowisko, dziedzictwo kulturowe i gospodarkę. Renaturyzacja rzeki może przyczyniać się do tak rozumianego zarządzania ryzykiem powodziowym.

Pamiętać tu należy, że wezbranie i wylew rzeki może paradoksalnie przyczyniać się do zmniejszenia ryzyka powodziowego. Sytuacja, gdy woda może wystąpić z koryta cieków i rozlać się na terasie zalewowej nie powodując znaczących strat powodziowych, może ograniczyć ryzyko powodziowe na obszarach znajdujących się hydrograficznie poniżej – gdzie zasięg powodzi może się wówczas zmniejszyć, co w przypadku obszarów zabudowanych może mieć istotne znaczenie. Rozlanie się wód rzecznych na równi zalewowej spłaszcza wezbranie w niższym biegu rzeki, a także rozprasza energię wody, co może zmniejszyć powodowane przez nią zniszczenia.

Z punktu widzenia efektywności poprawy warunków przepływu wód wezbraniowych w obrębie obwałowanych dolin rzecznych, w których sztucznie zmniejszono strefę zalewu, należy przywracać naturalną retencję przeciwpowodziową poprzez likwidację wałów lub tworzenie polderów w systemie kaskadowym. Poldery, realizowane w różnych układach, będą cechowały się odmiennymi warunkami przepływu i dynamiką wód wezbraniowych, co za tym idzie - zróżnicowanymi warunkami hydromorfologicznymi. Od sposobu połączenia polderu z rzeką zależeć będzie charakter wypełniania polderu. Schematy kaskadowych systemów polderów, stosowanych w układzie szeregowym i równoległym, pokazano na Rys. 12 i 13.

⁸ <https://www.wody.gov.pl/aktualnosci/727-temat-rzeka-w-swiatowym-dniu-rzek-mowimy-o-renaturyzacji-czyli-planach-poprawy-stanu-wod>

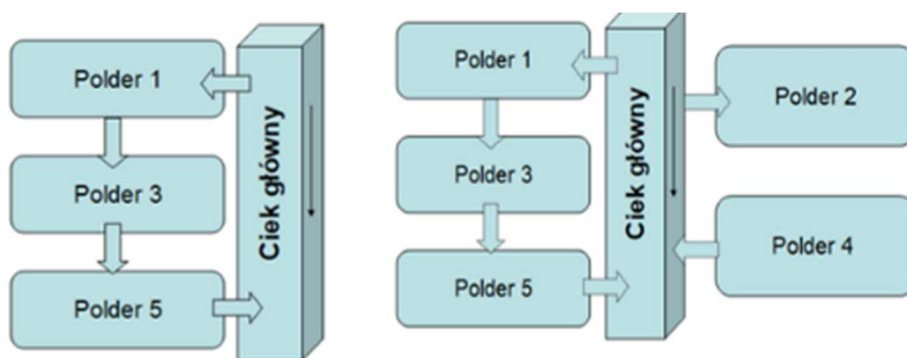
Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 12. Poldery w systemie kaskadowym w układzie szeregowym.

Wypełnianie polderów odbywa się od rzeki, zgodnie z nurtem rzeki, poldery funkcjonują niezależnie od siebie, czasem znajdują się w znacznych odległościach od siebie. Układ szeregowy prosty - w przypadku ograniczeń związanych z zabudową mieszkaniową na zawalu i brakiem możliwości rozsunięcia obwałowań obustronnych, ograniczeniem morfologicznym. Układ szeregowy złożony - w przypadku, kiedy tworzymy poldery po obu stronach koryta, poldery są oddalone od siebie, nie ma między nimi powiązań w przepływie wody.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Królikowska i in. (2015).



Rysunek 13. Poldery w systemie kaskadowym w układzie równoległym.

Wypełnianie polderów odbywa się zgodnie z nurtem rzeki, po wypełnieniu pierwszego następuje napełnienie kolejnych, poldery pozostają ze sobą w kontakcie hydrologicznym. Układ równoległy prosty. Układ mieszany - w przypadku, gdy obustronnie poszerzamy strefę międzywala.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Królikowska i in. (2015).

Wdrożenie danego rozwiązania w zakresie odtwarzania naturalnej retencji w dolinie każdorazowo wymaga indywidualnego podejścia i studium przypadku. W sytuacji, kiedy stan hydromorfologiczny cieku jest zły, to bezwzględnie wymaga on poprawy. Jednak dobór działań renaturyzacyjnych należy dokonywać zarówno do konkretnych presji, które powodują pogorszenie stanu hydromorfologicznego wód, ale także z zachowaniem funkcji interesu nadrzędnego, przy jednoczesnym spełnieniu celów środowiskowych dla przedmiotów chronionych od wód zależnych. Poprzez takie podejście dążymy do stopniowej eliminacji negatywnych oddziaływań związanych z presją zarówno bezpośrednią i pośrednią na stan hydromorfologiczny, ale i uruchamiamy naturalne procesy pozakorytowe warunkujące różnorodność morfologiczną zarówno w samym korycie, jak i równi zalewowej i dolinie. Takie procesy w nowym, sztucznie stworzonym środowisku sedymentacyjnym polderu, będą zachodzić nieco odmiennie. Cechować je będzie większa dynamika oraz skala. Pamiętając o minimalizacji ryzyka powodziowego w obszarach, gdzie zostało ono stwierdzone należy uwzględnić warunki przepływu wód wezbraniowych w odniesieniu do struktury krajobrazu. Wykorzystać należy sieci dawnych meandrów, kanałów powodziowych, tak by wprowadzając wody w strefę polderu, optymalnie ukształtować warunki przepływu wód.

Należy pamiętać, że wezbranie to naturalny proces decydujący o różnorodności morfologicznej i siedliskowej ekosystemów wodnych i od wód zależnych. Podczas przepływu ponadkorytowego następuje nie tylko odświeżenie form morfologicznych w strefie równi zalewowej, ale także depozycja żyznych namułów transportowanych przez wody wezbraniowe. Dodatkowo zachodzi wymiana wód w starorzeczach oraz zasilanie wodami powierzchniowymi siedlisk hydrogenicznymi. W zagłębieniach powstają zastoiska stagnującej wody, która powoli infiltrowuje w grunt, sprzyjając retencji gruntowej w dolinie. W celu ograniczenia negatywnych skutków wezbrań na terenach zurbanizowanych, już z końcem XVIII wieku, w Polsce na dużą skalę rozpoczęto prace regulacyjne, związane z zabudową regulacyjną i przeciwpowodziową zarówno dużych rzek, jak i potoków w dorzeczych Wisły i Odry. W konsekwencji wiele rzek straciło swój naturalny charakter, strefy zalewu ograniczono wałami przeciwpowodziowymi, zlikwidowano naturalne rozlewiska, zaś koryta cieków wyprostowano, uregulowano lub skanalizowano, skrócono bieg rzek, przyspieszając jednocześnie odpływ wód ze zlewni. Dla zwiększenia retencji wód, utraconej w wyniku prostowania koryt, na dużych i mniejszych rzekach wybudowano więc szereg zbiorników zaporowych, jazów, śluz i stopni wodnych, które w sposób znaczący przekształciły naturalny reżim odpływu i negatywnie wpłynęły na ciągłość ekosystemów wodnych i stan ekologiczny wód.

Przykład: Domaszków–Tarchalice – ochrona przeciwpowodziowa z jednoczesną renaturyzacją

Przedsięwzięcie polegające na odtworzeniu naturalnej retencji przeciwpowodziowej doliny rzeki Odry w gminie Wołów zrealizował Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu we współpracy z partnerami. Projekt współfinansowany był w ponad 80% przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności, a przygotowanie dokumentacji technicznej: ze środków DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt) pozyskanych przez WWF oraz ze środków Programu Odra 2006 pozyskanych przez Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych. W ramach projektu miały zostać osiągnięte dwa istotne cele: odtworzenie naturalnego charakteru zalewów (przywrócenie wylewów rzeki na dawny obszar zalewowy), co ma kluczowe znaczenie dla spełnienia celów środowiskowych i dobrego funkcjonowania obszaru Natura 2000 „Łęgi Odrzańskie”, oraz poprawa ochrony przeciwpowodziowej na odcinku wąskiego międzywału, poprzez zlikwidowanie obecnego przewężenia dla przepływu wielkich wód oraz zmniejszenie ryzyka przerwania obwałowań i zalania miejscowości Domaszków i Tarchalice, co zdarzyło się podczas powodzi w 1997 r.

Zadanie polegało na powiększeniu strefy zalewowej i ponownym włączeniu części równi zalewowej do strefy inundacji na odcinku Odry pomiędzy Domaszkowem i Tarchalicami. W istniejącym wałe wykonano tzw. przewały umożliwiające swobodne wlewy wód rzecznych. Strefę zalewu ograniczono nowym wałem przeciwpowodziowym długości ok 7 km, poprowadzonym wzdłuż dawnego zakola rzeki Odry. Odtworzenie strefy zalewowej przyczyniło się do poprawy zarówno bezpieczeństwa powodziowego, jak i do normalizacji stosunków wodnych w dolinie. Skutkiem środowiskowym wdrożonych działań jest regeneracja przesuszonych lasów łęgowych oraz poprawa funkcjonowania ekosystemów starorzeczy na obszarze ok 600 ha. Odtwarzając naturalny charakter zalewu wód wezbraniowych i kontakt wód rzecznych z doliną przywrócono dawne procesy hydromorfologiczne. Działanie istotnie zmniejszono ryzyko przerwania obwałowań pomiędzy Domaszkowem i Tarchalicami. W efekcie realizacji inwestycji nastąpiła wyraźna redukcja rzędnych zwierciadła wody w korycie Odry wywołana włączeniem 600 ha terenów zalewowych do obszaru przepływu wielkich wód. W przypadku wystąpienia powodzi zrenaturyzowany odcinek doliny może zretencjonować do 12 milionów m³ wody, co oznacza obniżenie poziomu wody na długości 6,5 km o około 0,5 m. Dzięki obniżeniu zwierciadła wody obserwuje się na tym zrenaturyzowanym odcinku zmniejszenie średnich prędkości przepływu wód wezbraniowych.

Domaszków - Tarchalce
Przykład zmian głębokości powierzchni do całkowitego rozprężenia i zalegającego wody.

Legenda

- Przewodny obszar przepływu
- Pł. wykonania, (określenie)
- Os. kółki Odry
- Przewodny

Głębokość przepływu

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

Stwierdzenie

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08

Przebieg głębokości w kierunku Odry

— W porównaniu do stanu przedprzebiegu
— W kierunku przeciwnym

Źródło: WWF Polska

Dobrze opracowane są zasady kształtowania i utrzymania rzek żwirowych, optymalizujące zarządzanie ryzykiem powodziowym, zapewniające względną stabilność ich koryt oraz optimum

ekologicznie (Jeleński i Wyżga 2016). Możliwe jest obliczenie optymalnych parametrów koryta, biorąc od uwagę uziarnienie materiału dennego, za pomocą m. in. równań równowagi Hey'a-Thorne'a, a następnie uzyskanie odpowiednich parametrów, poprzez kształtowanie odpowiedniej sekwencji bystrzy kamienno-żwirowych, co zarazem odtwarza typową dla naturalnej rzeki sekwencję bystrze-płoso. Ryzyko powodziowe ze strony rzek żwirowodennych okazuje się zwykle najmniejsze wtedy, gdy względnie często może dochodzić do przepływów ponadkorytowych, tj. występowania rzeki z brzegów – jest to warunek uniknięcia znacznych strat powodowanych przez nadmiernie skoncentrowaną energię wody w zbyt przegłębionym korycie.

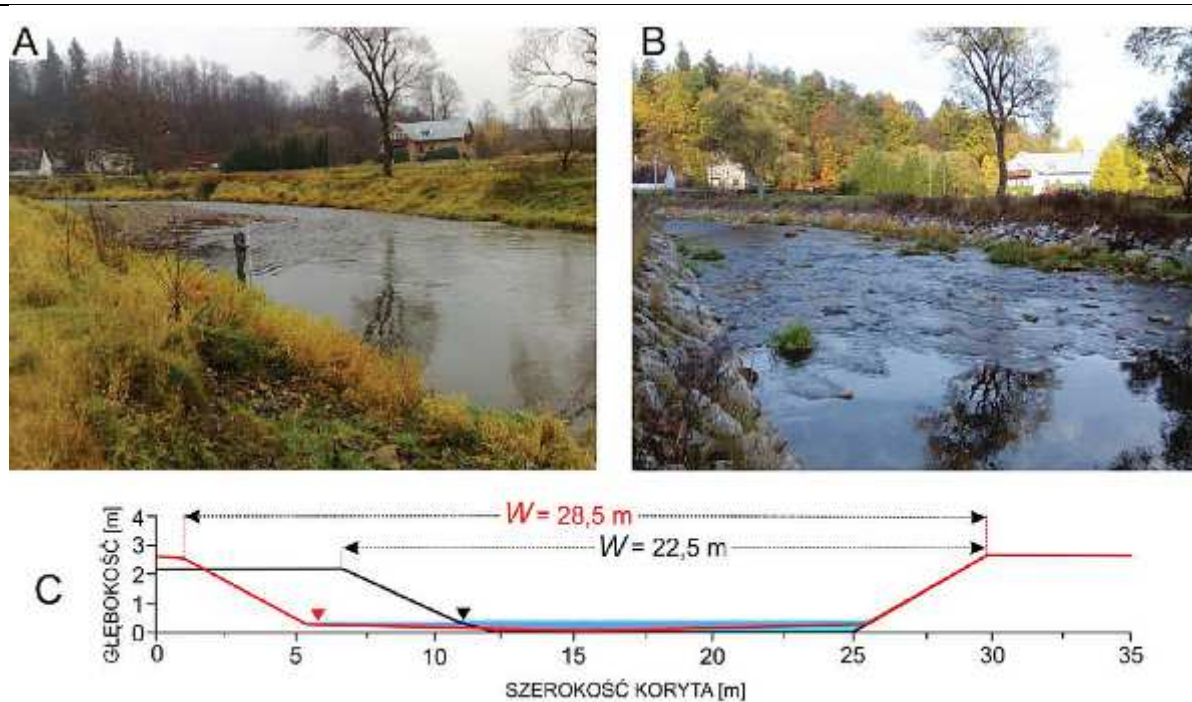
Przykład: optymalizacja koryta rzeki Bóbr między Bobrowem i Wojanowem.

Plany realizowanej w latach 2010-2014 przez RZGW we Wrocławiu ponownej regulacji rzeki Bóbr (po regulacjach z początku XX w.) udało się na odcinku Bobrów-Wojanów znacznie zmodyfikować. Zakres interwencji regulacyjnych ograniczono do zabezpieczenia przed erozją brzegową w sąsiedztwie nasypów drogowych, oraz dla wyrównania położenia koron naturalnych bystrzy (przez zasypanie rozpoznanych wybojów w bystrzach) celem zapewnienia równowagi dynamicznej koryta, a usuwanie drzew czy krzewów ograniczono do minimum przez wykonywanie narzutów umocnień brzegowych bez wycinki drzew nadbrzeżnych. Zamiast pierwotnie projektowanych kamiennych gurtów dennych w każdym punkcie przegięcia trasy regulacyjnej wprowadzono rampy narzutowe kamienno-żwirowe imitujące naturalne bystrza. W ten sposób uregulowanemu odcinkowi przywrócono sekwencję „bystrze – płoso”. Wykonując bystrza, świadomie ograniczono wcięcie rzeki i tym samym pojemność koryta o 20-50%, w celu obniżenia jednostkowej mocy strumienia przepływu pełnokorytowego poniżej 100 W/m² i zapewnienia stabilności brzegów koryta (Jeleński i Mikuś 2016). W 2015 r. dodatkowo odtworzono boczne koryto rzeki Bóbr, umożliwiając uformowanie się wyspy. Bezpieczeństwo powodziowe osiągnięto poprzez budowę murków zapobiegających rozlewaniu się wód, nawet przy przepływie ponadkorytowym, na biegnącą wzdłuż rzeki drogę i teren zabudowany. Elementy stanu ekologicznego rzeki są kompleksowo monitorowane przez fundację WWF Polska (Pietruczuk i in. 2019a, 2019b, 2019c, Mikołajczyk i in. 2019, Grzesiak 2019). Uzyskane dotąd wyniki wskazują, że na tak ukształtowanym odcinku udało się osiągnąć dobry stan hydromorfologiczny; pojawiają się także cechy charakterystyczne dla koryt naturalnych, jak np. odsypy brzegowe, erozja brzegowa, odsypy meandrowe, zróżnicowanie przepływu, większa różnorodność materiału dennego. Ślady prac budowlanych zatarły się.

Pozytywnie zareagowała roślinność wodna, w tym chronione włosieniczniki. Natomiast, wbrew oczekiwaniom, stan ichtiofauny na najlepszym pod względem hydromorfologicznym odcinku pozostaje słaby, najprawdopodobniej wskutek istniejącego poniżej jazu, stanowiącego barierę dla ryb, blokującą wędrówki kompensacyjne ryb zniesionych z badanego odcinka przez prąd wody.

Na innych odcinkach rzeki Bóbr, objętych typowo wykonaną regulacją, odnotowano pogorszenie stanu hydromorfologicznego o całą klasę (Pietruczuk 2019a, 2019b).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 15. Widok i przekrój rzeki Bóbr k. Wojanowa

Stan przed podjęciem prac w 2013 (Fot. A i linia czarna na ryc. C) i po wykonaniu bystrza w 2015 r. (Fot. B i linia czerwona na ryc. C).

Źródło: Jeleński i Mikuś (2016).



Fotografia 4. Sztuczne bystrze wykonane w okolicy Wojanowa

Źródło: Archiwum WWF

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Dla zapewniania potencjalnych siedlisk dla ryb, niekiedy konieczne będzie wykonanie prac ziemnych w celu zwiększenia krętości koryta o przebiegu prostoliniowym, lub różnicowanie dynamiki przepływu wody przy pomocy deflektorów naturalnych, lub w formie budowli habitatowych kierujących nurt.

Działania te można oczywiście wdrażać w miejscach, gdzie jest to technicznie i środowiskowo możliwe. Na niektórych odcinkach cieku zakres renaturyzacji będzie ograniczony istniejącymi budowlami chroniącymi zabudowę, lub istniejącym zagospodarowaniem zlewni. Uwzględnienie potrzeb gospodarczych i społecznych nie tylko pozwala zwiększyć efektywność planowanych działań renaturyzacyjnych, ale ogranicza potencjalne konflikty, już na etapie koncepcyjno-projektowym. Istotna jest edukacja: podnoszenie świadomości lokalnych społeczności, że ochrona przeciwpowodziowa nie polega jedynie na regulacji cieków, ale również może dopuszczać okresowe wylewy, skupiając się na ochronie na terasie zalewowej elementów wrażliwych na zalanie (np. poprzez murki zabezpieczające infrastrukturę i zabudowę).

Dla części wód wyznaczonych jako naturalne, celem renaturyzacji będzie przywrócenie dobrego stanu ekologicznego poprzez dobór określonych działań eliminujących istotne presje hydromorfologiczne. Kluczowe znaczenie ma przede wszystkim likwidacja nieużytkowanych obecnie przegród poprzecznych, zaburzających ciągłość biologiczną i morfologiczną cieków, ponieważ są barierą dla migracji ryb i przerywają ciągłość transportu rumowiska. W przypadku kiedy dany obiekt pełni funkcję gospodarczą lub społeczną, należy rozważyć przebudowę bariery na pojedynczy bystrotok lub sekwencję kilku bystrotoków, a w ostateczności ograniczyć się do wykonania przepławki.

W przypadku, kiedy dążymy do poprawy potencjału ekologicznego w ramach renaturyzacji silnie zmienionej części wód, warunkiem koniecznym będzie przywrócenie procesów fluwialnych, ale bez konieczności rezygnacji z istniejących funkcji gospodarczych, które zostały zaakceptowane poprzez nadanie danej części wód tego statusu. Jest to zadanie trudne i wymaga indywidualnego podejścia do każdego przypadku. Działania renaturyzacyjne należy podejmować zwłaszcza podczas prac modernizacyjnych prowadzonych na istniejących obiektach, co ograniczy ich koszty i przyniesie oczekiwane korzyści środowiskowe, a w dłuższej perspektywie czasowej będzie prowadzić do poprawy stanu hydromorfologicznego wód i odzyskanie części funkcji ekologicznych, np. korytarza migracji, czy podniesienia poziomu samooczyszczania.

Renaturyzacja cieku silnie zmienionego z jednoczesnym zachowaniem funkcji przeciwpowodziowej wymaga wstępnej identyfikacji wszystkich presji istotnie wpływających na stan hydromorfologiczny danej części wód. Pamiętać należy, że w wielu przypadkach na stan hydromorfologiczny danego cieku może mieć wpływ presja występująca w innych częściach zlewni jcwp, powiązanych ekosystemowo z rozpatrywanym ciekiem. Zakresem działań renaturyzacyjnych eliminujemy bowiem te przekształcenia, które nie były podstawą wyznaczenia danej części wód jako silnie zmienionej (por. Grela i in. 2019). W kolejnym kroku należy ustalić możliwość minimalizacji wpływu presji wynikających z funkcji, dla których dana jcwp otrzymała status silnie zmienionej. W tym wypadku skupiamy się na ocenie możliwości minimalizacji negatywnego wpływu na warunki hydromorfologiczne i biologiczne, pamiętając że poprawa stanu elementów biologicznych oraz jakości wód zależy od stopnia zróżnicowania siedlisk.

W kolejnym etapie planowania renaturyzacji należy wykonać analizy wariantowe rozwiązań technicznych i nietechnicznych, które powinny ograniczyć negatywny wpływ na poszczególne wskaźniki hydromorfologiczne bez ograniczenia presji wynikających z funkcji gospodarczych i społecznych. W tym procesie przydatne będzie modelowanie hydrologiczne i hydrodynamiczne, uwzględniające aktualny stan zagospodarowania terenu objętego planowanymi działaniami. Niezbędnym elementem poprzedzającym modelowanie są badania terenowe, podczas których ważne jest rozpoznanie zarówno morfologii koryta głównego jak i równi zalewowej - obszaru, który

„oddajemy” rzece. To pozwoli ocenić warunki i dynamikę przepływu wód wezbraniowych oraz warunki transportu i sedymentacji osadów. W przypadku planowania np. rozsunęcia obwałowań, rozbiórki fragmentów obwałowań, budowy polderu, odcinkowego zwiększenie krętości koryta, odtworzenia starorzeczy itp., na tym etapie należy wykonać niezbędne symulacje przejścia przepływu ponadkorytowego, na podstawie których można ustalić konieczny zakres działań. Wyniki obliczeń symulacyjnych pozwolą także na stwierdzenie ewentualnej konieczności wprowadzenia dodatkowych zabezpieczeń w pozostawionych i projektowanych obiektach.

W przypadku istniejącej zabudowy hydrotechnicznej, która istotnie modyfikuje warunki przepływu wód w korycie, możemy zastosować zastępcze budowle spełniające te same funkcje dla których powstały, ale stanowiące siedliska dla organizmów wodnych, podnoszące różnorodność morfologiczną w korycie. Mogą to być np. biotechniczne tamy podłużne, ostrogi (np. w formie zakotwiczonego grubego rumoszu drzewnego), opaski brzegowe i in. Można również rozważyć budowę koryta dwudzielnego (szerokiego, sztucznego koryta o uproszczonej geometrii dostosowanej do przepuszczania wód wezbraniowych i wąskiego, krętego koryta o charakterze zbliżonym do naturalnego, do przepuszczania wód średnich i niskich). Wymogiem jest dobór rozwiązań optymalnych do dynamiki przepływu wód, warunków sedymentacji osadów, w tym sedymentacji pozakorytowej, a przede wszystkim do energii przepływu korytotwórczego (por. także rozdz. 6).

W pierwszej kolejności winny jednak być odtwarzane naturalne obszary zalewowe.

Więcej informacji: Elementem zarządzania ryzykiem powodziowym jest zagadnienie tzw. „opcji korzystniejszych środowiskowo” wobec technicznych rozwiązań ochrony przed powodzią. Zgodnie z wymogiem Ramowej Dyrektyw Wodnej, opcje takie muszą być zbadane w pierwszej kolejności, przed pomysłami inwestycji przeciwpowodziowych mogących utrudnić osiągnięcie dobrego stanu wód. Wiele rozwiązań w sferze „opcji korzystniejszych środowiskowo” jest spójnych ze środkami renaturyzacji rzek (por. rozdz. 3.3). Panoramę rozwiązań przedstawia **nota Komisji Europejskiej - Dyrekcji Generalnej Środowisko z 8 marca 2011 r. „Towards Better Environmental Options for Flood risk management”**, wraz z aneksem zawierającym przeglądowy katalog środków i przykłady zastosowania.

W dokumentach oceniających pierwszą edycję Planów Zarządzania Ryzykiem Powodziowym (dla Polski: Komisja Europejska (2019)), Komisja Europejska przedstawia m. in. ogólny katalog „opcji korzystniejszych środowiskowo”, zawierający m. in. pozycje (A oznacza działania odnoszące się do rolnictwa, F – do leśnictwa, N – do hydromorfologii, U – do przestrzeni miejskiej):

- A02 – pasy buforowe w rolnictwie,
- F01 – leśne strefy buforowe,
- F14 – obszary zalewu powierzchniowego w lasach na torfach,
- N01 – małe zbiorniczki wodne,
- N02 – renaturyzacja mokradeł i właściwe zarządzanie nimi,
- N03 – odtwarzanie terenów zalewowych w dolinach rzek i właściwe zarządzanie nimi,
- N04 – remeandryzacja cieków,
- N05 – renaturyzacja koryt strumieni,
- N06 – renaturyzacja strumieni okresowych,
- N07 – odnawianie starorzeczy i innych podobnych struktur,
- N08 – renaturyzacja rumowiska rzecznoego,
- N09 – usuwanie zapór i innych przegród poprzecznych,
- N10 – naturalne metody umacniania brzegów,
- N11 – usuwanie umocnień brzegów,
- N12 – renaturyzacja jezior,
- N13 – odtwarzanie naturalnej infiltracji do wód gruntowych,

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- N14 – renaturyzacja polderów,
- U11 – stawki retencyjne w miastach.

Są to działania analogiczne do działań opisanych w niniejszym podręczniku.

Portal „Natural Water Retention Measures” (<http://nwrn.eu/>) gromadzi przykłady przedsięwzięć przyrodniczo-retencyjnych, w tym renaturyzacyjnych.

Przedsięwzięcie RECONNECT, finansowane w ramach unijnego Programu Ramowego Badań i Innowacji Horizon 2020, analizuje zastosowanie rozwiązań prośrodowiskowych („Nature Based Solutions”) wobec ryzyk hydrometeorologicznych. Portal <http://www.reconnect.eu/> zawiera m. in. publikacje analityczne oraz przykłady z Niemiec, Danii, Holandii, Francji, Hiszpanii, Włoch, Szwajcarii i Austrii, w znacznej części bazujące na renaturyzacji rzek.

„Szkoły powodziowe” a renaturyzacja rzek

Przekształcenia powozbraniowe, powstające zwłaszcza na ciekach górskich i podgórskich po epizodach powodziowych, a polegające na powstawaniu wyrw w brzegach, zniszczeniach umocnień brzegów i budowli hydrotechnicznych oraz „zażwirowaniu” niektórych odcinków koryta, choć postrzegane negatywnie przez ludzi, są przejawem dążenia rzeki do odzyskania stanu równowagi koryta i transportu rumowiska. Należy zatem przeanalizować, czy w każdym przypadku uzasadnione jest usuwanie takich „szkód”, w tym również naprawianie umocnień. Być może przekształcenia w niektórych miejscach można pozostawić, jako element bezkosztowej renaturyzacji rzeki. W literaturze naukowej opisano wzrost walorów przyrodniczych dolin rzecznych w wyniku przekształceń powodziowych (np. Figarski i Kajtoch 2014a, 2014b).

2.5 Uodpornienie ekosystemów na suszę. Zwiększanie naturalnej retencji

Susza jest zjawiskiem naturalnym, ale silnie oddziałującym na funkcjonowanie ekosystemów, zwłaszcza tych, które zostały przekształcone antropogenicznie w sposób ograniczający ich zdolność do regeneracji. Ekosystemy wodne i od wód zależne są szczególnie wrażliwe na suszę i podatne na degradację, zwłaszcza przy kumulowaniu się presji naturalnej ze złym stanem hydromorfologicznym wód.

Ze względu na położenie fizyczno-geograficzne, jedną z cech klimatu Polski jest duża częstotliwość występowania susz (susze wystąpiły m. in. w latach 1951, 1959, 1963, 1964, 1969, 1976, 1983, 1989, 2002, 2003, 2006, 2015, 2018-2019). W perspektywie zmian klimatu, wskutek zaburzeń cyrkulacji atmosferycznej przewiduje się wzrost liczby okresów susz oraz wydłużenie czasu ich trwania. Problem dodatkowo pogłębi zmiana charakteru opadów - wzrost opadów nawałnych przy temperaturach powyżej 30°, powodujący istotny spadek ich efektywności i wzrost parowania. Skrócenie długości zalegania pokrywy śnieżnej dodatkowo zmniejsza odpływ jednostkowy ze zlewni, co przekłada się na pojawienie się suszy już wczesnowiosennej.

W skali kraju zagrożenie suszą różnicuje się regionalnie. Najbardziej eksponowane na susze i jednocześnie wrażliwe na jej skutki są obszary w pasie od Wielkopolski, przez Kujawy po północne Mazowsze. Dodatkowo, dla województw południowo-zachodniej oraz środkowej części kraju zaznacza się trend malejący w zakresie rocznych sum opadów (Zawora i Ziernicka 2003), co oznacza wzrost intensywności susz, które przebiegają w czterech fazach: atmosferycznej, rolniczej (glebowej), hydrologicznej i hydrogeologicznej. Podczas suszy hydrologicznej dominuje zasilanie podziemne cieków, co przy wysokiej presji związanej z poborem wód (powierzchniowych i podziemnych) w zlewniach, może być zagrożeniem dla korytowego przepływu środowiskowego, a nawet prowadzić do odcinkowego zaniku przepływu. Województwa wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, łódzkie,

dolnośląskie i mazowieckie to regiony szczególnie eksponowane na susze ze względu na warunki glebowe, zagospodarowanie terenu, ale i wykorzystanie zasobów wodnych. Bezpośrednim negatywnym skutkiem suszy jest zakłócenie naturalnego bilansu wodnego danego obszaru, który przekłada się bezpośrednio na warunki przepływu wód oraz stan hydromorfologiczny. Od 2015 r. obserwujemy pogłębiające się zjawisko suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej. Przykładowo, średnia suma opadów w 2019 r. wyniosła w Polsce 476 mm i była znacznie niższa niż norma wieloletnia (ok. 600 mm). W województwach kujawsko-pomorskim roczna suma zarejestrowana w systemie RainGRS Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej wyniosła zaledwie ok. 370 mm.

Przy założeniu niekorzystnych warunków meteorologicznych i przedłużającej się niżówki hydrologicznej prognozuje się znaczące zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych, na terenie województw: lubelskiego, wielkopolskiego, mazowieckiego, warmińsko-mazurskiego, kujawsko-pomorskiego oraz śląskiego i opolskiego. Na terenie tych województw będą występowały znaczne obszary, na których zwierciadło płytkich wód podziemnych kształtować się będzie poniżej stanu niskiego ostrzegawczego (SNO). Na mniejszą skalę niskie stany wód mogą występować również na innych obszarach kraju, w tym w szczególności w województwach: dolnośląskim, lubuskim oraz zachodniopomorskim i pomorskim. Na wskazanych obszarach, w wyniku obniżenia zwierciadła wód podziemnych, mogą wystąpić utrudnienia w zaopatrzeniu w wodę z płytkich ujęć wód podziemnych (indywidualne studnie gospodarskie) oraz z ujęć komunalnych eksploatujących pierwszy poziom wodonośny. Dla ekosystemów wód powierzchniowych jest to istotna presja mogąca powodować pogorszenie stanu wód.

Wobec zidentyfikowanych zagrożeń związanych z prognozowanym wzrostem intensywności susz, renaturyzacja wód jest jednym z kluczowym narzędzi łagodzenia ich skutków.

Po pierwsze, zwłaszcza przy wspólnym wdrożeniu z renaturyzacją mokradeł w całej zlewni, oznacza ona zwiększenie naturalnej retencji korytowej, dolinowej i krajobrazowej. Podczas suszy rośnie zagrożenie, że przepływ w ciekach spadnie poniżej progu minimalnych korytowych przepływów środowiskowych⁹. Spadek przepływu do bardzo niskich wartości wyrządzi największe szkody w ekosystemach funkcjonujących w korytach ujednoliconych i uproszczonych, a mniejsze – w rzekach o korytach urozmaiconych morfologicznie.

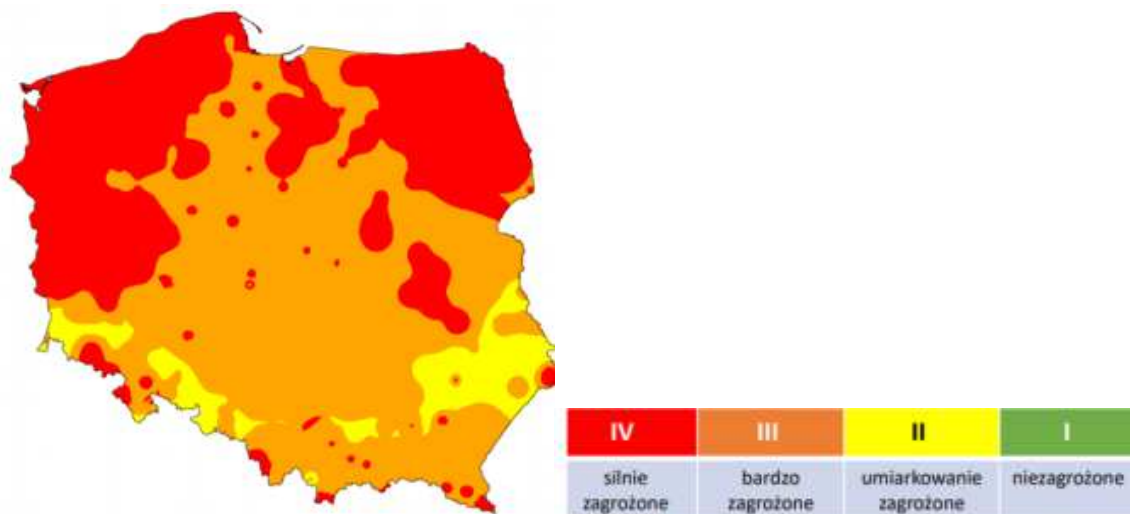
Poza złym stanem hydromorfologii wód powierzchniowych, niskim stopniem zalesienia zlewni, wysokim udziałem gruntów rolnych, wodochłonnymi technologiami rolniczymi, znacznym uszczelnieniem powierzchni, duży wpływ na stan wód będzie miał rosnący pobór wód powierzchniowych, głównie na cele rolnicze. Jest to presja istotna, która może prowadzić do zaburzenia przepływu środowiskowego w ciekach, co w dłuższej perspektywie czasowej może być przyczyną trwałej degradacji ekosystemów wodnych oraz od wód zależnych (KZGW 2019).

Najbardziej zagrożone regiony Polski różnymi typami suszy:

1. **susza atmosferyczna** (deficyt opadów), którą najbardziej zagrożona jest część północna i zachodnia kraju. Według projektu planu przeciwdziałania skutkom suszy PGW WP 2019 (Rys. 16), 38,3 % powierzchni kraju jest silnie zagrożone (klasa IV), a 54,4 % powierzchni Polski stanowią obszary bardzo zagrożone tym typem suszy (klasa III).

⁹ korytowy przepływ środowiskowy – przepływ warunkujący osiągnięcie dobrego stanu lub potencjału ekologicznego w wodach płynących (Grela i in. 2018), spadek przepływu poniżej progu minimalnego powoduje degradację ekosystemu i niweczy możliwość osiągnięcia celu środowiskowego.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



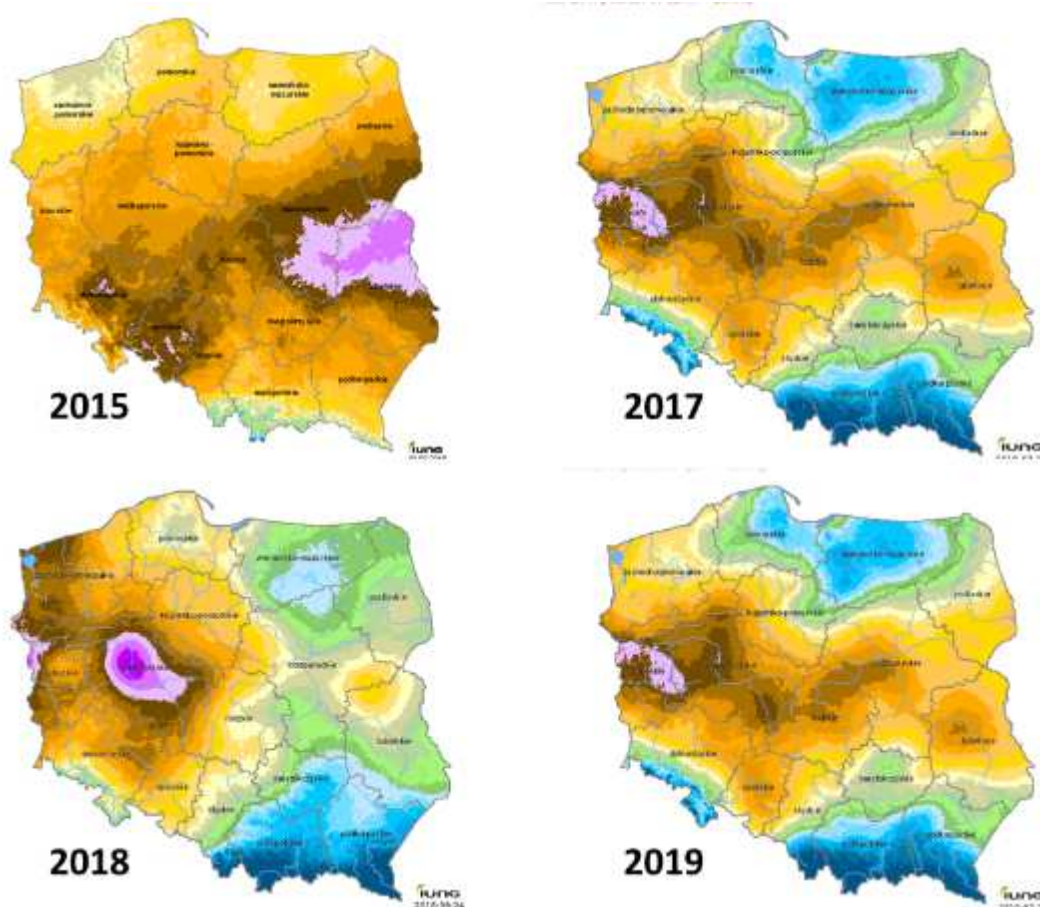
Rysunek 16. Zagrożenie suszą atmosferyczną (klasy).

Źródło: prezentacja „susza atmosferyczna” na:

<http://stopsuszy.pl/dokumenty-do-pobrania/konferencja-22-03-2019/>

2. **susza rolnicza** to susza glebowa, skutkująca wzrostem poboru wody z wód powierzchniowych do nawodnień, w tym upraw. Zagrożenie suszą rolniczą w okresie wegetacyjnym w Polsce monitorowane jest w ramach Systemu Monitoringu Suszy Rolniczej prowadzonego przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, na podstawie oceny średniej wartości Klimatycznego Bilansu Wodnego (KBW). W 2019 r. w 100% gmin ogłoszona została susza rolnicza. Jej przestrzenny zasięg jest zmienny (Rys. 17). Szczególnie zagrożony suszą rolniczą jest obszar centralnej i zachodniej Polski (Rys. 18).

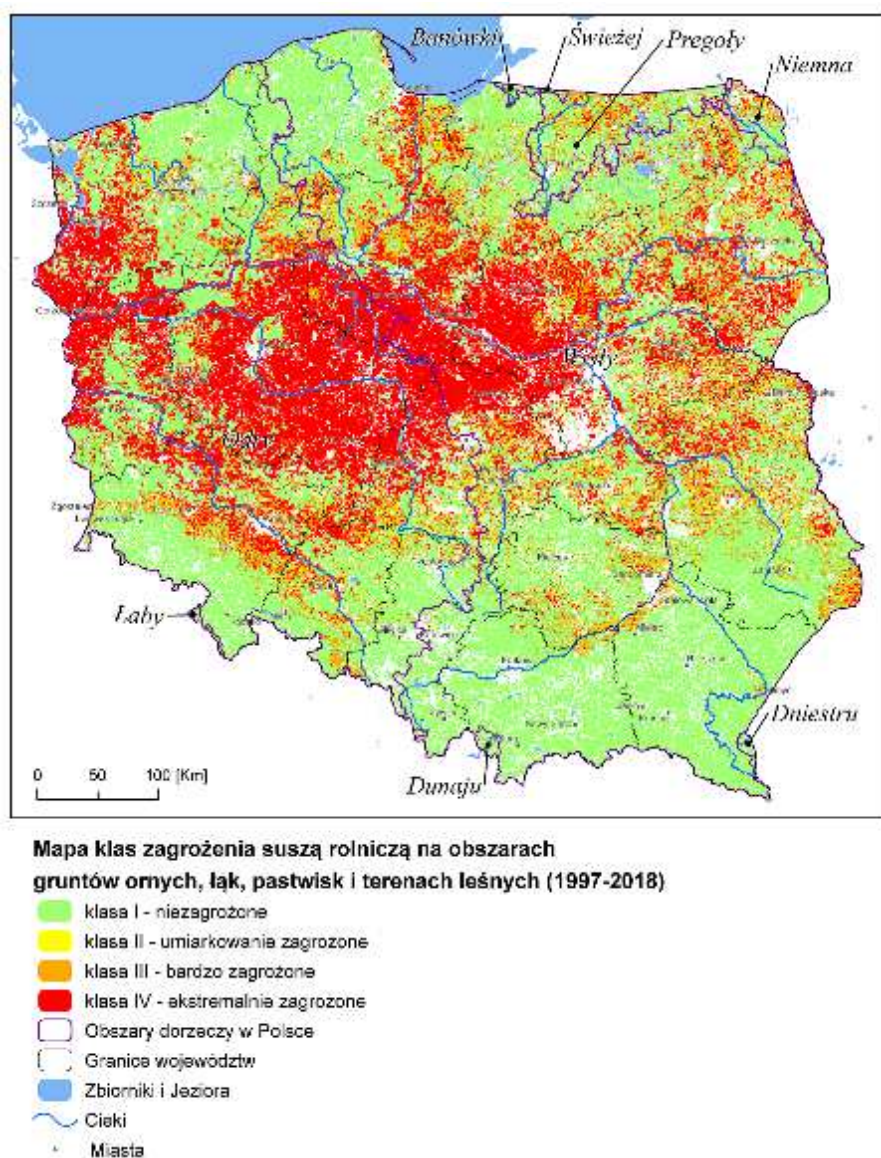
Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 17. Zasięg suszy rolniczej w latach 2015-2019.

Źródło: Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy:
<http://www.susza.iung.pulawy.pl/>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 18. Klasy zagrożenia suszą rolniczą.

Źródło: projekt „Opracowanie Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy”

3. **susza hydrologiczna** jest z reguły kolejnym etapem pogłębiającej się suszy atmosferycznej i rolniczej, może ujawnić się i przebiegać jeszcze po zakończeniu okresu bezopadowego. Charakteryzuje się niskimi przepływami wody w ciekach, spadających poniżej korytowych przepływów środowiskowych. Zagrożenie dotyczy większej części terytorium Polski (Rys. 19).

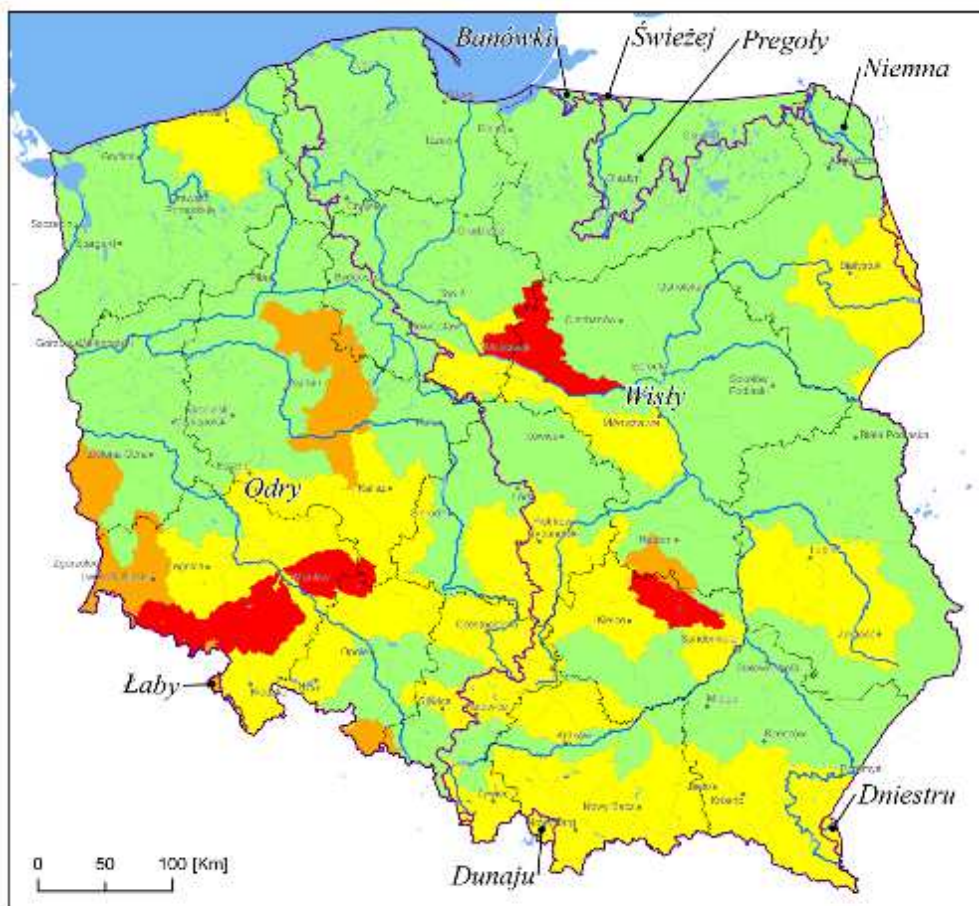
- klasa I - niezagrożone
- klasa II - umiarkowanie zagrożone
- klasa III - bardzo zagrożone
- klasa IV - ekstremalnie zagrożone
- Obszary dorzeczy w Polsce
- Zlewnie wodowskazowe
- Granice województw
- Zbiorniki i Jeziora
- Ciek
- Miasta

Źródło: „Opracowanie Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy”, PGW WP 2019

- 57

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

początek biorą ciekę zasilające Odrę (rz. Bóbr, Nysa Kłodzka). W gminach tych zlewni susza hydrogeologiczna przekłada się bezpośrednio na problemy z zaopatrzeniem w wodę pitną (wysychają ujęcia wody). Dodatkowo presja związana z turystyką warunkująca duży pobór wód podziemnych na potrzeby funkcjonowania hoteli i pensjonatów, w aspekcie zmniejszającej się liczby dni ze śniegiem wpływa na zmianę reżimu większości cieków. Susza hydrogeologiczna w tych rejonach pojawia się już wczesną wiosną, a niski stan wód jest zagrożeniem także dla ekosystemów wód płynących.



Mapa klas zagrożenia suszą hydrogeologiczną (1987-2018)

- klasa I - niezagrożone
- klasa II - umiarkowanie zagrożone
- klasa III - bardzo zagrożone
- klasa IV - ekstremalnie zagrożone
- Obszary dorzeczy w Polsce
- Granice JCWPd
- Granice województw
- Zbiorniki i Jeziora
- Ciek
- Miasta

Rysunek 20. Klasy zagrożenia suszą hydrogeologiczną.

Źródło: „Opracowanie Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy”; PGW WP 2019

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Renaturyzacja wód, zwłaszcza powiązana z renaturyzacją mokradeł w zlewni, przyczynia się do łagodzenia skutków suszy na trzy sposoby:

- uodparniając same ekosystemy wodne na suszę i niskie stany wód: większe zróżnicowanie morfologii koryt cieków sprawia, że organizmy wodne mają znacznie większe szanse znalezienia ostoi, w których mogą przetrwać niżówkę;
- umożliwiając funkcjonowanie mokradeł, w tym torfowisk: retencja wody na tych obszarach jest znacznie skuteczniejsza od jakiegokolwiek retencji zbiornikowej. Dobrze zachowane torfowisko może zretencjonować objętość wody równą ok. 95% miąższości torfowiska;
- zwiększając szorstkość koryt cieków, spowalnia odpływ wody, zapewniając w ten sposób istotny wzrost retencji korytowej i gruntowej.

Przykład: Dolina Łachy

Przedsięwzięcie zrealizowane przez organizację ProNatura jako sieć społecznych rezerwatów przyrody Dolina Łachy. Obszarem działań naprawczych objęto odcinki doliny silnie przekształconego cieku o prostym, uregulowanym korycie, wcześniej zmeliorowane systemem drenarskim. Obszar zagrożony był coraz częściej powodzią, zaś w okresie niżówek narażony był na suszę. W ramach przedsięwzięcia wdrożono działania renaturyzacyjne, jednak poza samym korytem rzeki (uwarunkowania prawne 2004 r.). Poprzez wzbogacenie krajobrazu w elementy morfologiczne sprzyjające bioróżnorodności, odtworzono zdolność do spowalnia odpływu wód ze zlewni. Przedsięwzięcie zrealizowano poprzez wykup gruntów (ok. 200 ha), na których stopniowo meliorowane łąki i ugory przekształcano w ekosystemy przyrodniczo cenne. Poprzez przywrócenie naturalnego rytmu zalewu rzeki i utworzenie mikrozbiorników (tzw. kałuż ekologicznych, zagłębień) z powodzeniem odtworzono kompleksy mokradłowe. Zbiorniki wodne to enklawy bioróżnorodności, obecnie stwierdzono występowanie traszki grzebieniastej i zwyczajnej, a także górskiej. Znaczna część obszaru, który przed laty był odwodniony i przesuszony, w 2007 r. została objęta ochroną jako obszar Natura 2000 „Dolina Łachy”. Poprawa stosunków wodnych zdegradowanych gleb, wzbogacenie struktury krajobrazu w obiekty małej retencji (oczka wodne, zagłębienia) sprzyja retencji i zmniejsza podatność ekosystemów wodnych na suszę.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 5. Dolina Łachy

Interesujący przykład działań naprawczych wdrażanych na należących do fundacji ProNatura gruntach sąsiadujących z korytem rzeki - po renaturyzacji quasi starorzecza stanowią bogactwo bioróżnorodności, dodatkowo sprzyjają retencji wody.

Fot. K. Konieczny

Jak renaturyzować rzekę, aby zwiększyć naturalną retencję i uodpornić ekosystem wodny na suszę?

Na początku należy zidentyfikować wszystkie presje hydromorfologiczne, istotne wpływające na stosunki wodne w zlewni jcwp, czyli na jej stan ilościowy. Do tych presji będą zaliczać się zarówno obiekty powodujące zmiany reżimu hydrologicznego - duże obiekty piętrzące, zbiorniki zaporowe, jazy, jak i zmiany w korycie (ujednolicone wymiary koryta, umocnienia brzegów i dna) oraz charakter zlewni, w tym występowanie obszarów zmeliorowanych. Źródłem presji może być także niewłaściwe wykonanie prac utrzymaniowych, zwłaszcza odmulania (nadmierne przegłębienie koryta ciek, odkładanie namulów w formie ciągłego nasypu – tzw. „wargi brzegowej”, utrudniającego zalew doliny wodami wezbrań).

Mając na uwadze, że stan hydromorfologiczny danej części wód będzie w znacznym stopniu determinował retencję korytową i dolinną, dążymy do likwidacji presji i ograniczenia negatywnych oddziaływań, pamiętając przy tym, że na stan hydromorfologiczny danej jcwp może także mieć wpływ presja kumulująca się z innych zlewni jcwp powiązanych ekosystemowo. Podstawowym działaniem powinno być wdrożenie dobrych praktyk utrzymania wód, w sposób prowadzących do opóźniania odpływu: zwiększenia, a nie zmniejszenia szorstkości koryta, w szczególności w górnych odcinkach ciek. Sposób utrzymania nie powinien powodować przerwania kontaktu ciek z doliną zalewową, tj. nie powinien utrudniać występowania przepływów ponadkorytowych i rozlewania się wód wezbrań w dolinie (w miejscach gdzie jest to bezpieczne).

Zakresem działań renaturyzacyjnych eliminujemy presje istotne, które nie były podstawą wyznaczenia danej części wód (lub innych ekosystemowo powiązanych z nią, w których zidentyfikujemy presje istotne) jako silnie zmienionej. W kolejnym kroku należy ustalić możliwość minimalizacji wpływu presji

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

istotnych wynikających z funkcji gospodarczych, dla których dana jcwp otrzymała status silnie zmienionej a następnie wdrożyć działania naprawcze. Celem działań jest poprawa:

- naturalnej retencji korytowej w kierunku zbliżenia jej do naturalnej – poprzez poprawę warunków hydromorfologicznych,
- retencji dolinowej – poprzez odtworzenie lub zwiększenie strefy naturalnego zalewu powierzchniowego (likwidacja lub rozsuniecie obwałowań),
- retencji w zlewni poprzez renaturyzację mokradeł, ochronę stref źródliskowych i cieków najwyższych rzędów w formie naturalnej, w tym odbudowę ich retencji z zastosowaniem zasad renaturyzacji przede wszystkim przez spowalnianie odpływu, przywracanie łączności ze strefą zalewową, odtwarzanie starorzeczy, nasadzenia, hamowanie odpływu z sieci melioracyjnych.

W kolejnym etapie wykonujemy analizy wariantowe rozwiązań technicznych i nietechnicznych, które mogą ograniczyć negatywny wpływ na poszczególne wskaźniki hydromorfologiczne bez ograniczenia presji wynikających z funkcji gospodarczych o nadrzędnym interesie społecznym. Innymi słowy szukamy miejsc, gdzie jesteśmy w stanie wdrożyć proponowane działania bez ograniczania użytkowania zlewni. Na tym etapie, przed ustaleniem zakresu działań, ważne są zarówno badania terenowe, rozpoznanie morfologii i stanu siedlisk, jak i analiza stanu zagospodarowania terenu objętego skutkiem planowanych działań, ustalenie własności gruntów. W przypadku, gdy planujemy np. rozsuniecie obwałowań, budowę polderu i rozbiórkę fragmentów obwałowań, odcinkowe zwiększenie krętości koryta, odtworzenie starorzeczy itp., to już na etapie koncepcyjnym musimy wykonać niezbędne symulacje dla przepływu ponadkorytowego, ustalając zakres działań i planując tzw. elementy zabezpieczające (patrz rozdz. 2.5). Wdrażanie działań związanych z retencją w zlewni i dolinie cieków wymaga zaangażowania lokalnej społeczności, szczególnie właścicieli gruntów kluczowych dla realizacji i często wiąże się z wykupem gruntów.

Renaturyzacja wód, zwłaszcza poczynając od źródłowych odcinków cieków w najwyższych częściach zlewni, połączona z renaturyzacją zdegradowanych mokradeł, jest znacznie lepszym sposobem retencji wody w skali krajoobrazu, niż piętrzenie wody w korytach większych cieków i budowa zbiorników retencyjnych. Po pierwsze, woda zatrzymana w mokradłach górnych partii zlewni ma szansę dotrzeć także do innych ekosystemów, podczas gdy wody spiętrzonej w cieku można użyć co najwyżej do zasilania niższych odcinków tego cieków. Po drugie, w okresach posusznych mokradła, zwłaszcza torfowiska, zatrzymują wodę znacznie skuteczniej niż zbiorniki z otwartym lustrem wody: zwykle torfowiska pozostają jeszcze mokre, gdy w zbiornikach wody już zaczyna brakować. Po trzecie, zwykle znacznie korzystniejsza jest funkcjonalność ekosystemów zrenaturyzowanych niż sztucznych. Przykładowo, w odróżnieniu od budowy zbiorników, większość działań renaturyzacyjnych dających efekt poprawy retencji, zapewnia także poprawę termiki wód, co ma szczególne znaczenie wobec obserwowanych zmian klimatycznych oraz wrażliwości wielu organizmów wodnych (w tym ryb) na przegrzewanie wód. Retencja podniesiona dzięki sekwencjom żwirowo-kamiennych pryzm w korycie cieków daje efekt stabilizacji termicznej wód w okresie letnim na poziomie poniżej 20°C. Stworzony w takim samym miejscu zbiornik skutkuje praktycznie zawsze podniesieniem temperatury wód powyżej tego progu, co stwarza niekorzystne warunki dla ryb. Zwiększone parowanie z lustra wody zbiornika może powodować znaczne obniżenie przepływów poniżej niego. Po czwarte, renaturyzacja wód i innych mokradeł jest zwykle korzystna dla środowiska i przyrody, a budowa urządzeń piętrzących i zbiorników retencyjnych zawsze pociąga za sobą jakieś straty środowiskowe; jest przekształceniem, które może wywoływać kolejne problemy, w szczególności będzie wymagać koniecznych działań konserwacyjnych i prac utrzymaniowych.

Ważnym interesariuszem działań retencyjnych jest administracja leśna, bowiem na obszarach leśnych istnieje znaczny potencjał retencji, często źródłowych partii cieków, obszarów podmokłych, torfowisk czy zabagnionych dolin cieków. W tej strefie znaleźć można obszary istotnie wpływające na stan jcwp,

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

gdzie przywrócenie stanu zbliżonego do naturalnego jest pożądane zarówno z powodów środowiskowych bezpośrednio, jak i pośrednio, jako poprawa stanu obszarów leśnych poprzez poprawę retencji w dolinach cieków. Także w tej części zlewni w pierwszej kolejności winny być rozważane działania z katalogu renaturyzacyjnych, a dopiero w ostatniej kolejności, budowa sztucznych zbiorników małej retencji.

Przykład: rzeka Stobrawa – poszukiwanie optymalnego rozwiązania

Problem: istniejące presje hydromorfologiczne wpływające na zwiększenie wrażliwości ekosystemów wodnych na susze i zmniejszenie naturalnej retencji korytowej i dolinowej: odmulanie/odkłady z odmulania deponowane na brzegach, przegłębienie koryta, odcięcie równi zalewowej, ograniczenie występowania przepływu ponadkorytowego.

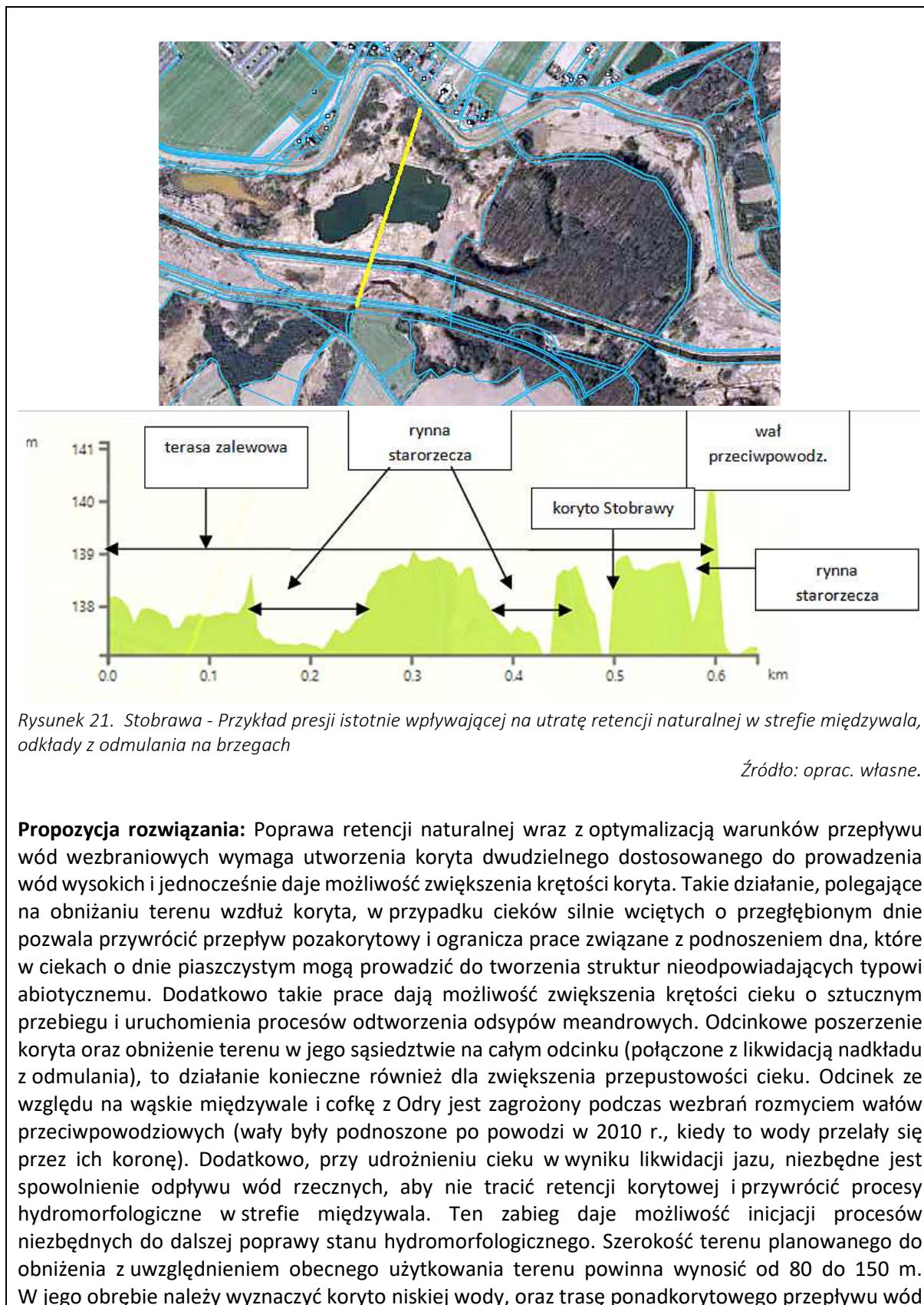


Fotografia 6. Stobrawa (miejscowość Stara Kolnia)

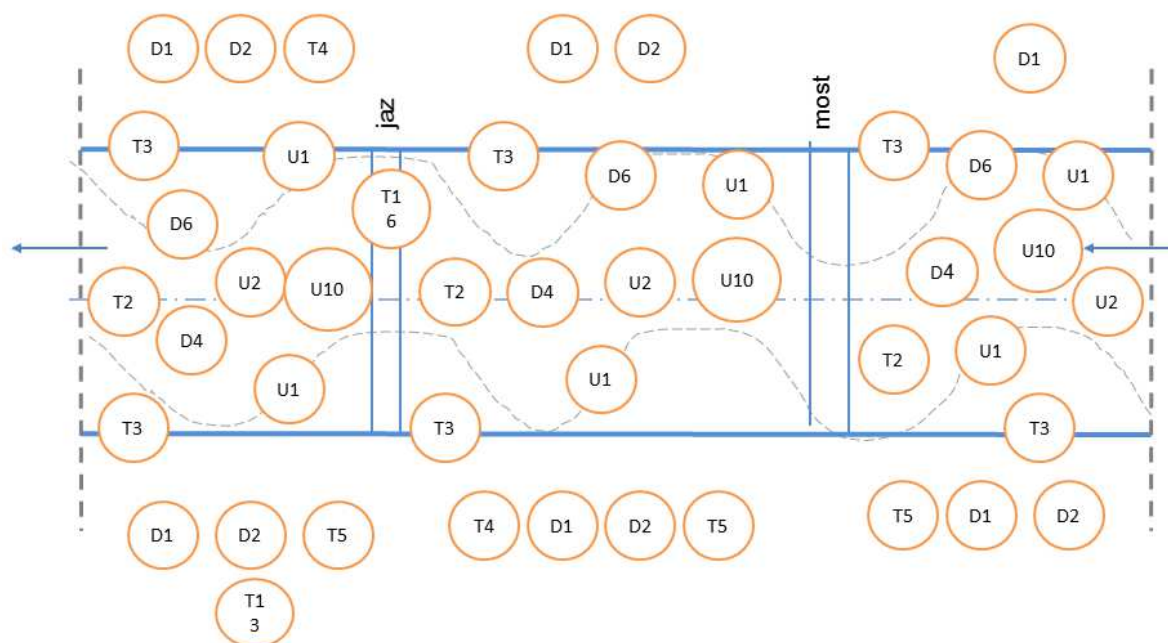
Wyprostowane, pogłębione koryto w wyniku prac utrzymaniowych, na brzegach odkłady z odmulania, które hamują zalew powierzchniowy, brak kontaktu wód cieku z doliną zalewową przy przepływie brzegowym, dodatkowo brak zadrzewień i duże nasłonecznienie sprawiają, że rozwój roślinności w korycie jest bardzo intensywny.

Fot. Sylwia Horska-Schwarz

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



wysokich; dodatkowo w jego obrębie zaleca się wykonać mikro zagłębienia terenu: suche oraz oczka wodne, jako siedliska dla ptaków. Takie działania pozwolą przywrócić kontakt wód rzecznych z terenem zalewowym oraz przyczynią się do optymalizacji stosunków wodnych w strefie przykorytowej, jednocześnie zwiększając bezpieczeństwo podczas wezbrań. Obniżona strefa przykorytowa umożliwi stopniowe odtworzenie siedlisk łęgowych - zakłada się odtworzenie ziołorośli i zarośli łęgowych. Elementem dodatkowym będzie stworzenie systemu obniżeń, „umożliwiających odświeżanie istniejących w międzywalu starorzeczy podczas wyższych przepływów, co sprzyjać będzie retencji wód oraz rozwojowi roślinności wodnej w ich obrębie. Starorzecza to najcenniejsze strefy bioróżnorodności w obrębie dolin rzecznych. Stąd na terasie wyższej, na brzeg lewym ciek planuje się odtworzyć dawne starorzecze. Za pomocą deflektorów w korycie uruchomiony zostanie proces erozji bocznej, co sprzyjać będzie dodatkowo odtwarzaniu naturalnych form korytowych. Jednocześnie nastąpi „przeniesienie” stref erozyjnych z brzegu lewego (gdzie na zawalu znajdują się zabudowania) na prawy brzeg, gdzie utworzona zostanie bezpieczna strefa przepływu wód wezbraniowych. Na brzegu lewym należy przeprowadzić rozbiórkę obwałowań w celu zwiększenia strefy potencjalnego zalewu i poprawy naturalnej retencji dolinowej.



Źródło: oprac. własne

Problem: odwadniająca melioracja mokradeł i drenaż wód gruntowych, a w konsekwencji przesuszenie gleb hydrogenicznych i murszenie torfów, przesuszenie siedlisk, zmniejszenie naturalnej retencji dolinowej.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 7. Melioracje mokradeł, ujście Redy do Zalewu Puckiego w sąsiedztwie rezerwatu Beka - rów melioracyjny odwadniający mokradła.

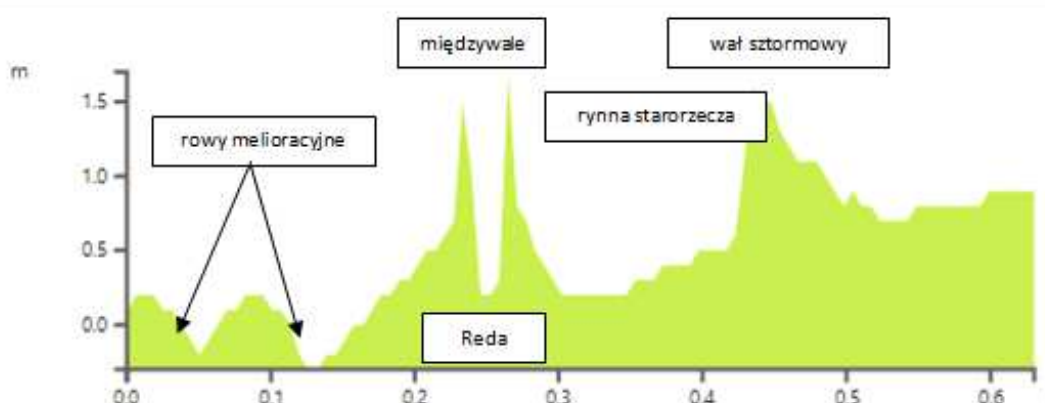
Fot. Sylwia Horska-Schwarz



Fotografia 8. Reda – strefa ujściowa.
Przepompownia wody zlokalizowana na zawalu, odwadnia mokradła, wody odprowadzane do ciek, obwałowane obustronnie

Fot. Sylwia Horska-Schwarz

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 23. Przekształcenia doliny Redy.

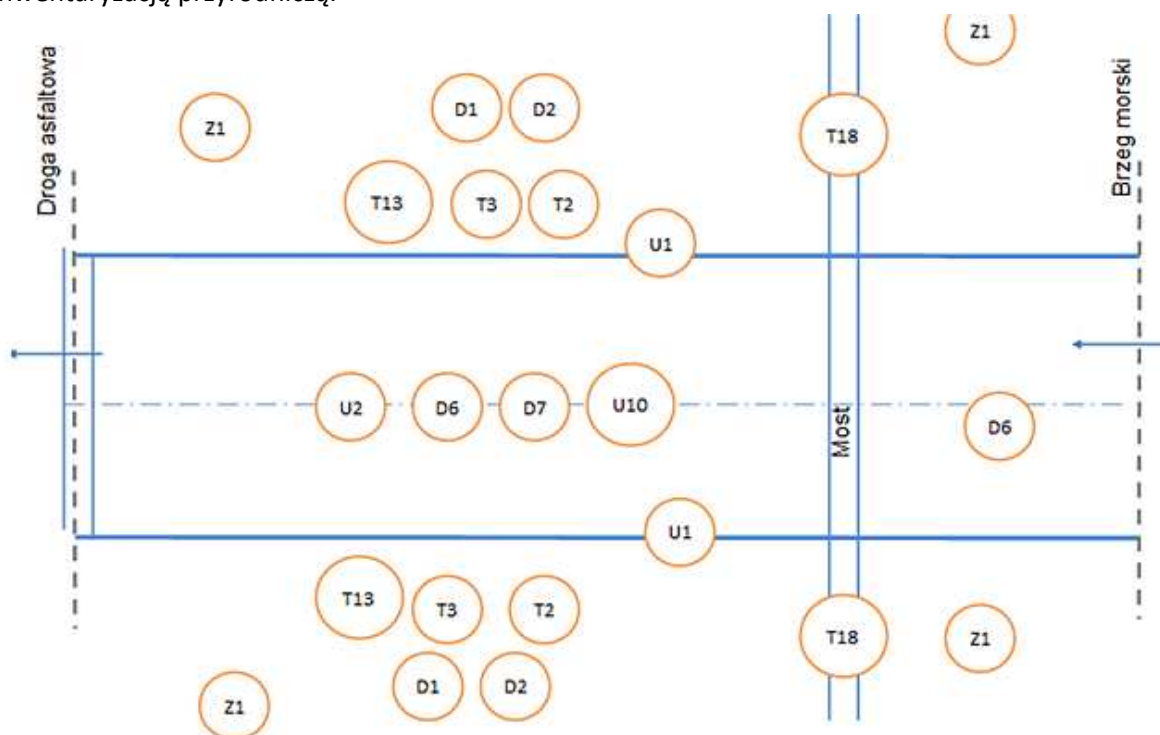
Strefa zalewu/inundacji ograniczona wałami przeciwpowodziowymi - obustronnie. Koryto prostoliniowe, przekopane, na zawalu meliorowane mokradła. Zalew wód morskich ograniczony wałem sztormowym.

Źródło: oprac. własne

Propozycja rozwiązania: zakłada się normalizację stosunków wodnych w dolinie poprzez odtworzenie strefy zalewowej i przywrócenie warunków hydromorfologicznych sprzyjających odtwarzaniu krętego koryta Redy. Na odcinku cieku obwałowanego obustronnie, od drogi do wału sztormowego, planuje się likwidację wałów przeciwpowodziowych oraz obniżenie terenu w sąsiedztwie i zwiększenie krętości koryta. W sąsiedztwie wałów znajduje się obecnie przepompownia wód odwadniająca użytki zielone na zawalu. Docelowo planowana jest likwidacja funkcji obiektu, obecnie służącego odwadnianiu użytków zielonych, których użytkowanie zanika. Działanie polegające na obniżaniu terenu wzdłuż koryta o antropogenicznym charakterze i obwałowanego, w przypadku rzek o przegłębionym dnie pozwala przywrócić przepływ ponadkorytowy uruchamiający proces erozji bocznej i akumulacji pozakorytowej, ograniczając prace związane z podnoszeniem poziomu dna. Utworzenie strefy swobodnego meandrowania pozwoli na wprowadzenie do koryta naturalnych deflektorów w celu inicjacji erozji bocznej i dalszej meandryzacji. Szerokość terenu planowanego do obniżenia w sąsiedztwie koryta wynosi 40 – 80 m. Jest to strefa tworzona w miejscu po usuniętych obwałowaniach. W jej obrębie, aby odtworzyć potencjał siedliskowy, należy wyznaczyć kręte koryto niskiej wody oraz trasę, gdzie wykonane zostaną mikrozagłębienia terenu, jako siedliska dla płazów. To działanie pozwoli przywrócić kontakt

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

wód rzecznych z poziomem zalewowym oraz pozwoli zoptymalizować stosunki wodne w strefie przykorytowej, jednocześnie zwiększając bezpieczeństwo przejścia wód wezbraniowych. Ze względu na niski udział zadrzewień, planuje się nasadzenia drzew i krzewów - kępowo w celu zacienienia koryta. Obniżona strefa przykorytowa umożliwi stopniowe odtworzenie siedlisk łęgowych - zakłada się odtworzenie ziołorośli i zarośli łęgowych wzdłuż koryta. Elementem dodatkowym będzie stworzenie w miejscach istniejących rowów melioracyjnych (koryta rowów mają odcinkami szerokość > 10 m), systemu sztucznych starorzeczy, które stopniowo będą zarastać roślinnością wodną i szuwarową. Dodatkowo wzdłuż rowów prowadzone będą nasadzenia zgodnie z warunkami siedliskowymi. W obrębie wału sztormowego planuje się wykonać przepustów umożliwiających wlew wód morskich na odciętą dotychczas część terasy. Działania powinny być poprzedzone inwentaryzacją przyrodniczą.



Rysunek 24. Schemat rozwiązań renaturyzacyjnych dla Redy

Symbole oznaczają kody działań z katalogu działań renaturyzacyjnych – patrz rozdział 3.3.

Źródło: oprac. własne

Przykład: rzeka Ślęza – poszukiwanie optymalnego rozwiązania

Problem: obiekty piętrzące, poniżej piętrzenia w wyniku erozji koryto cieku ulega pogłębieniu, w efekcie zwiększa się drenaż terenów przyległych, następuje obniżenie naturalnej retencji dolinowej i gruntowej.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 9. Jaz na rzece Ślęza we Wrocławiu

Jaz piętrzący wodę przerywa ciągłość morfologiczną i biologiczną rzeki, dodatkowo w wyniku zaburzenia bilansu rumowiska następuje wcinanie koryta cieku poniżej budowli w wyniku erozji dennej.

Fot. Sylwia Horska-Schwarz

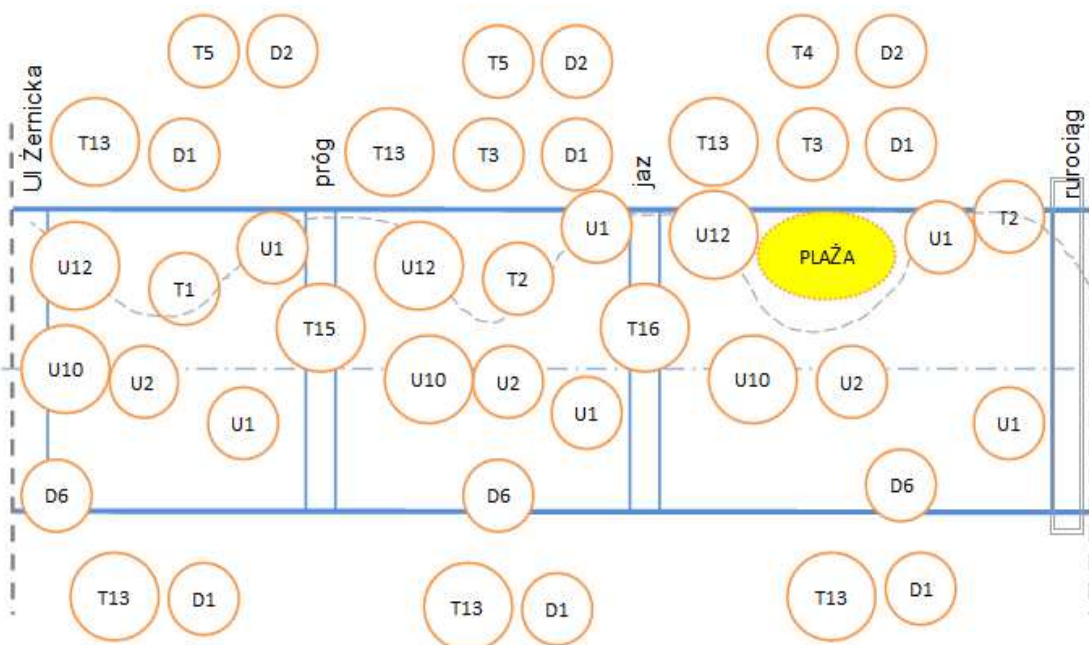
Propozycja rozwiązania: Odcinkowe poszerzenie koryta oraz odtworzenie strefy zalewowej poprzez rozebranie wału prawego i obniżenie terenu przy prawym brzegu rzeki. Dodatkowo, w strefie obniżonego poziomu terasu proponuje się wykonać mikrozagłębienia terenu wspomagające bioróżnorodność – suche oraz oczka wodne, jako siedliska dla płazów oraz miejsca rozwoju roślinności trzcinowej i wodnej. Planowane jest także odtworzenie dawnego starorzecza - rynna zostanie pogłębiona i poszerzona, brzegi zróżnicowane i ukształtowane łagodnie, dla rozwoju roślinności wodnej i szuwarowej, z przegłębieniem dna dla wymagań organizmów wodnych i płazów. Nie zakłada się trwałego połączenia starorzecza z korytem Ślęzy, a jedynie wykonanie obniżenia terenu i ukształtowania połączenia od strony jego ujścia dla okresowego zasilania starorzecza przy wysokim przepływie. Starorzecze stanowić będzie dodatkowy element retencyjny dla wód opadowych i wezbraniowych, podczas wezbrań funkcjonując jako kanał ulgi. Za pomocą deflektorów procesy erozyjne zostaną odsunięte z wysokiego brzegu lewego na prawy, gdzie planuje się bezpieczną strefę przepływu wód wezbraniowych. Przeprowadzone modelowanie hydrauliczne proponowanych rozwiązań wykazało, że nie zwiększy się zagrożenie powodziowe sąsiednich terenów zagospodarowanych.

Proponuje się przebudowanie jazu na pochylnię denną o wysokiej szorstkości (bystrotok).

Wody opadowe z sąsiednich osiedli, położonych za nasypem kolejowym, są obecnie odprowadzane do cieku rowem z przepustem wałowym, niestety są one zanieczyszczone ściekami bytowymi, stąd proponuje się wykonanie zbiornika z roślinnością hydrofitową (roślinność dobrana jak do oczyszczalni hydrofitowej), do którego wprowadzone wody z rowu będą poddane oczyszczaniu. W ten sposób uzyska się znaczne ograniczenie dopływu zanieczyszczeń do rzeki. To działanie wymagać będzie niewielkiej przebudowy istniejącego rowu. Morfologia terenu jest dogodna do lokalizacji zbiornika-oczyszczalni hydrofitowej. Jest to opcja korzystna z punktu widzenia poprawy stanu chemicznego wód analizowanej aJCWP, daje też możliwość wykorzystania zbiornika jako

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

obiektu małej retencji, ograniczającego negatywne skutki ulewnych opadów w zlewni zurbanizowanej.



Rysunek 25. Koncepcja renaturyzacji Ślęzy

Schemat rozwiązań renaturyzacyjnych przywracających kontakt cieku z doliną. Uodpornienie na suszę i przywrócenie warunków dla przepływu ponadkorytowego, ograniczenie lokalnego ryzyka powodziowego, poprawa ciągłości ekologicznej i transportu osadów. Symbole oznaczają kody działań z katalogu renaturyzacyjnych – patrz rozdział 3.3.

Źródło: oprac. własne (S. Horska-Schwarz)

2.6 Inne świadczenia ekosystemów

Interakcje między ludźmi a ekosystemami wodnymi są wielorakie i w żadnym razie nie są ograniczone do zapobiegania negatywnym skutkom pojawiających się ze strony powodzi i susz. Użyteczność ekosystemów wodnych dla ludzi jest wieloraka. Pożytki dostarczane przez ekosystemy określane są często terminem „usług ekosystemów” lub „świadczeń ekosystemów” (*ecosystem services* – Millennium Ecosystem Assessment 2005, Anzulada i in. 2017, 2018). W niniejszym podręczniku tylko krótko sygnalizujemy to obszerne zagadnienie.

Wiele rodzajów ludzkiej aktywności wymaga poboru wody z wód powierzchniowych, a wówczas ważna okazuje się nie tylko jej ilość, ale też jakość. Jednym ze świadczeń ekosystemów wodnych i przywodnych jest zdolność do wychwytu substancji biogenych i zanieczyszczeń, a tym samym do samooczyszczania wody. W krajobrazie zlewni szczególna rola w tym zakresie przypada tzw. strefom buforowym, czyli bezpośredniemu sąsiedztwu wód. Dobrze wykształcona roślinność takiej strefy może zatrzymać znaczne ilości azotu i fosforu ze zlewni, który w przeciwnym razie dotarłby do akwenu, powodując eutrofizację wód. Jabłońska i in. (2020) oszacowali na przykładzie zlewni Narwi, że odpowiednio odtworzona roślinność i mokradła na brzegach rzek byłyby w stanie zatrzymać 33%–82% ładunku azotu i 41%–87% ładunku fosforu znoszonego ze zlewni rolniczych. Podobnie zatrzymane

mogą być inne rodzaje zanieczyszczeń. Renaturyzacja wód polega m. in. na odbudowie stref buforowych na ich brzegach, wzmacniając tę funkcję.

Zdolność samooczyszczania się samych wód zależy m. in. od zróżnicowania struktury ekosystemu wodnego, w szczególności od zróżnicowania mikrosiedliskowego, obecności i zróżnicowania roślinności wodnej, roślinności zwilżonej strefy brzegowej. Renaturyzacja wód, pozytywnie wpływając na te parametry, zwiększa zdolność ekosystemu wodnego do samooczyszczania. Oznacza to także dostępność czystszej, a tym samym tańszej w udostępnieniu, wody pitnej i użytkowej. Obok flory, szczególną rolę biofiltrów pełnią w korytach cieków struktury żwirowe i kamieniste, które dzięki swojej strukturze znacznie zwiększają efekt oczyszczania wód z niesionej materii organicznej, czy substancji biogennych. Dla prawidłowego ich działania, struktury te muszą mieć wyraźne wyniesienie części przyzmy ponad ogólny profil spadku dna cieku. Wbudowanie żwiru w miejsce innych osadów nie daje takiego efektu.

Wody i ich otoczenie są atrakcyjnym miejscem rekreacji oraz źródłem doświadczeń i wrażeń estetycznych, jakich dostarcza bezpośredni kontakt ze środowiskiem przyrodniczym. Typową związaną z wodami aktywność rekreacyjną stanowi wędkarstwo. Atrakcyjność wędkarska wody zależy wprost od obfitości i zróżnicowania gatunkowego ryb, a to z kolei uwarunkowane jest obecnością odpowiednio licznych i zróżnicowanych siedlisk dla ryb. W środowisku wędkarzy powszechna jest wiedza o roli „zwałek”, pni martwych drzew, kryjówek pod korzeniami drzew, głęboćków, płatów żwirowego dna itp. Zróżnicowanie siedliskowe przekłada się także wprost na atrakcyjność samej czynności wędkowania. Optymalizacja cieku dla wędkarstwa wymaga więc zachowania lub odtworzenia pełnej, bliskiej naturalnej różnorodności siedlisk ryb. Proste działania renaturyzacyjne odtwarzające takie siedliska (np. tworzenie tarlisk przez wysypywanie przyzmy żwirowo-kamiennych, por. rozdział 3 działanie D5) są niekiedy wdrażane przez samych wędkarzy. W niektórych krajach turystyka wędkarska, zwłaszcza nakierowana na rzeki pstrągowe i łososiowe, stanowi istotny element lokalnej ekonomii. Zjawisko to, choć na niewielką skalę, istnieje także w Polsce. Wówczas renaturyzacja cieków, tak by były atrakcyjne dla wędkarzy, jest bezpośrednią inwestycją powodującą wzrost dochodów z takiej turystyki. W wielu krajach jest to zasadniczym motywem do podejmowania działań renaturyzacyjnych. Acuña i in. (2013) oszacowali, że prosta renaturyzacja hiszpańskiej rzeki Añarbe, polegająca na wzbogaceniu jej koryta o gruby rumosz drzewny, po ok. 20-30 latach przynosi korzyści ekonomiczne w wymiarze od 4000 do 14000 euro / km rzeki rocznie, w związku z samą tylko poprawą siedlisk ryb i możliwości ich użytkowania.

Typowo wodną aktywnością rekreacyjną jest także kajakarstwo. Atrakcyjność rzek dla kajakarstwa również zależy od obecności naturalnych elementów krajobrazu cieku – zadrzewień nadwodnych (ale przerywanych przez odcinki odsłonięte i nasłonecznione), podcięć erozyjnych, zróżnicowania hydromorfologicznego, kamieni w nurcie, odsypów żwirowych, zróżnicowanej roślinności wodnej. Rumosz drzewny jest istotny dla zachowania wrażenia naturalności cieku, i pomimo stwarzania pewnych utrudnień na szlaku jest ceniony przez kajakarzy.

Atrakcyjnym miejscem typowej rekreacji są błonia i żwirowiska nadrzeczne. Wiele projektów renaturyzacji zakłada odtworzenie takich elementów, uzyskując nowe potencjalne przestrzenie rekreacyjne, także wewnątrz miast (por. przykłady renaturyzacji rzek w przestrzeni miejskiej, np. Isar w Monachium, w rozdz. 2.1.2).

Ogólnie, zbliżona do naturalnej rzeka wraz z doliną, są ważnym elementem atrakcyjności turystycznej oraz rekreacyjnej, dającej szanse rozwoju społeczności nadrzecznych.

Ile są warte świadczenia ekosystemu naturalnej rzeki?

Współczesna ekonomia podejmuje próby monetyzacji i wyceny świadczeń dostarczanych przez ekosystemy, tj. określenia ich wartości w jednostkach pieniężnych. Próby wyceny łącznie ujętych

korzyści z renaturyzacji rzek (np. Vermaat i in. 2014, Martin-Lopez i in. 2014, Szałkiewicz i in. 2018). dają zgodnie oszacowania rzędu kilku tys. euro/ha powierzchni koryta rzeki rocznie – najnowsza metaanaliza Szałkiewicz i in. (2018), daje oszacowanie 7757 euro/ha rocznie dla łączne traktowanych świadczeń ekosystemu naturalnej rzeki. Por. także rozdz. 6.6.3.

2.7 Renaturyzacja w kontekście zmian klimatu

W strategicznym planie adaptacji do zmian klimatu (Rada Ministrów 2013) sektor gospodarki wodnej oraz obszary morskie wskazano jako wrażliwe.

Adaptacja ekosystemów wodnych do zmian klimatu oznacza uodpornienie najbardziej wrażliwych jego elementów na deficyt opadów, susze, a także fale upałów. Renaturyzacja to proces obejmujący pobudzenie ekosystemu do regeneracji lub odtworzenie struktury ekosystemów wodnych silnie przekształconych antropogenicznie, przystosowanie ich do nowych warunków klimatycznych (wyższej temperatury, spadku efektywności opadów, braku pokrywy śnieżnej). Zmiana warunków siedliskowych prowadzi do zaniku gatunków wrażliwych, spadek ich liczebności, pojawienie się gatunków odporniejszych lepiej dostosowanych). W przypadku przedłużającej się suszy reakcja ekosystemów wodnych jaką obserwujemy w ostatnich kilku latach jest bardzo szybka. Susza hydrologiczna oznacza ryzyko niezachowania korytowego przepływu środowiskowego. W niektórych mniejszych ciekach obserwuje się okresowy zanik jakiegokolwiek przepływu. W obrębie jezior następuje znaczące obniżenie lustra wody i jej eutrofizacja.

Na **potencjał adaptacyjny** ekosystemów wodnych wpływa między innymi:

- stan wód powierzchniowych i możliwość osiągnięcia celów środowiskowych dla aJCWP;
- udział obszarów chronionych oraz możliwość spełnienia celów środowiskowych wskazanych dla obszarów chronionych;
- stopień naturalności rzek i potoków, ciągłość morfologiczna i biologiczna, poziom zmeliorowania gruntów rolnych w dolinie i w zlewni;
- stopień uszczelnienia zlewni,
- zagospodarowanie zlewni i gospodarowanie zasobami wodnymi (Horska-Schwarz i in. 2018).

Wysokim potencjałem pod względem odporności na zmiany klimatu odznaczają się ekosystemy naturalne w dobrym stanie ekologicznym i hydromorfologicznym. Są one dobrze przygotowane do wdrożenia ewentualnych dodatkowych działań adaptacyjnych, co zwykle nie wymaga dużych nakładów finansowych. Zły stan ekosystemu oznacza niską zdolność do adaptacji, a każda próba wdrożenia działań naprawczych wymaga znacznych środków finansowych. Niskim potencjałem odznacza się większość rzek i potoków w Polsce, co wynika ze znacznego stopnia ich przekształcenia morfologicznego w wyniku zabudowy hydrotechnicznej, regulacji technicznej koryt oraz obniżonych zdolności retencyjnych zlewni.

Wrażliwość na zmiany klimatu

Wody powierzchniowe są szczególnie wrażliwe na deficyt opadów i susze. Na skutek obniżania poziomu wód gruntowych zagrożony jest korytowy przepływ środowiskowy. Najbardziej podatne na skutki zmian klimatu, w tym na suszę hydrologiczną i hydrogeologiczną są przede wszystkim:

- silnie zmienione części wód rzecznych, jeziornych, przybrzeżnych i przejściowych o złym stanie wód, stanie chemicznym poniżej dobrego, o wysokim przekształceniu warunków hydromorfologicznych, zaburzonym reżimie, zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych;
- naturalne części wód rzecznych, jeziornych, przybrzeżnych i przejściowych o złym stanie wód, stanie chemicznym poniżej dobrego, o wysokim przekształceniu warunków

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

hydromorfologicznych, zaburzonym reżimie, zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych.

Czynniki warunkujące wrażliwość ekosystemów wodnych na zmiany klimatu:

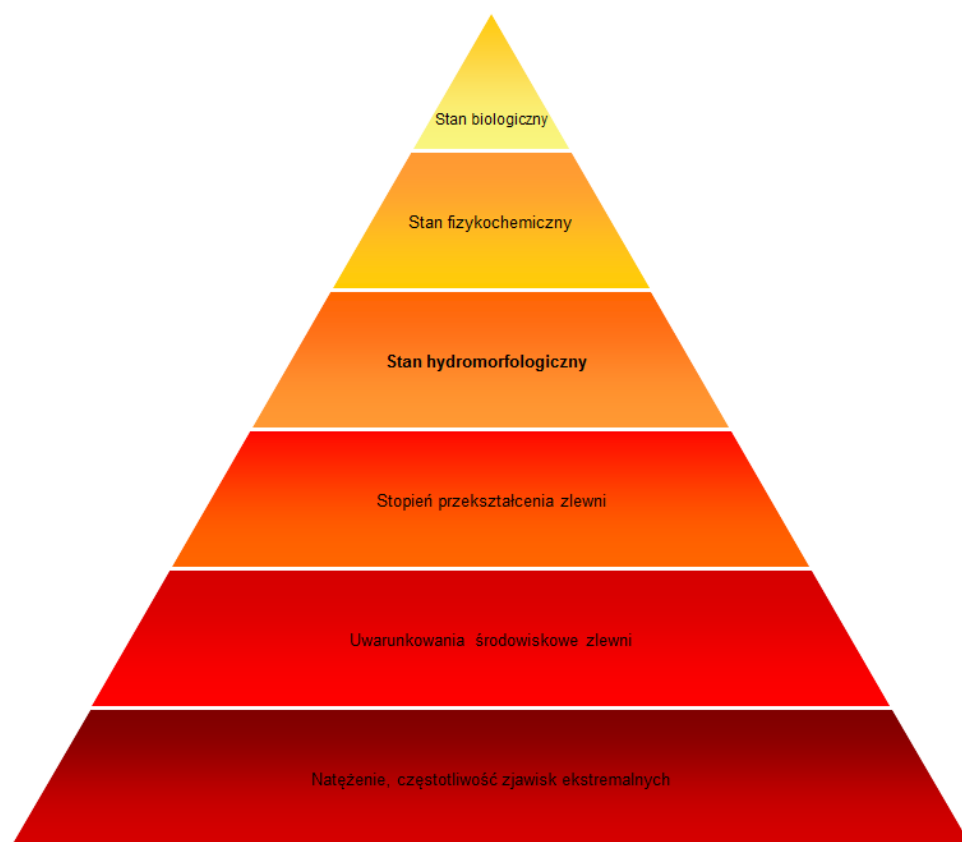
Zmiany klimatu, w tym coraz częściej mogące się pojawiać okresy posuszne, wpływają negatywnie na stan i potencjał ekologiczny wód powierzchniowych. Elementy biologiczne znajdują się na szczycie piramidy wrażliwości ekosystemów wodnych na zmiany klimatu (Rys. 26), ponieważ są najbardziej czułe na pozostałe czynniki środowiskowe, a ich kondycja zależy bezpośrednio od: morfologii, hydrologii, jak i jakości fizykochemicznej wód. Jednocześnie są to elementy wrażliwe na bezpośrednie presje hydromorfologiczne i przerwanie ciągłości biologicznej.

Na stan hydromorfologii wód powierzchniowych wpływa zarówno stopień przekształcenia koryta, doliny oraz zlewni, jak i uwarunkowania środowiskowe (położenie n.p.m., geologia, typ zasilania, użytkowanie). W warunkach zmieniającego się klimatu elementy różnorodności hydromorfologicznej wykazują dużą niestabilność i podatność na wszelkie zmiany warunków przepływu wody. Zwłaszcza nasilone okresy suche mogą skutkować pogorszeniem stanu. W przypadku ekosystemów jeziornych stan hydromorfologiczny będzie dodatkowo zależny od stanu hydromorfologicznego cieków zasilających oraz od jakości wód samego akwenu, pozostającej pod wpływem presji w jego zlewni (np. eutrofizacji powodującej silny rozwój roślinności wodnej (makrofitów) lub, przy wysokiej presji, przeciwnie – jej zanik).

W przypadku suszy hydrologicznej, jak i wezbrań po nawalnych opadach deszczu, morfologia geoekosystemów wodnych może ulegać zmianom, np. wskutek zaniku przepływu i w konsekwencji zaniku procesów fluwialnych; lub przeciwnie wskutek przekształcenia przez przepływy wysokie (zmiany zwłaszcza na rzekach górskich mogą być nagłe i znaczne, ale zwykle mają charakter spontanicznej renaturyzacji). Zmiany klimatu, w tym susza hydrologiczna wpływają na stan ilościowy i jakościowy wód w konsekwencji na stan elementów biologicznych. W perspektywie zmian klimatu wrażliwość ekosystemów wodnych będzie rosła, co wymaga wdrożenia działań naprawczych w zakresie poprawy stanu hydromorfologicznego wód oraz normalizacji stosunków wodnych w kierunku stanu zbliżonego do naturalnego.

Przedsięwzięcie RECONNECT, finansowane w ramach unijnego Programu Ramowego Badań i Innowacji Horizon 2020, analizuje zastosowanie rozwiązań prośrodowiskowych („Nature Based Solutions”) wobec ryzyk hydrometeorologicznych związanych z kryzysem klimatycznym. Portal <http://www.reconnect.eu/> zawiera m. in publikacje analityczne oraz przykłady z Niemiec, Danii, Holandii, Francji, Hiszpanii, Włoch, Szwajcarii i Austrii, w znacznej części bazujące na renaturyzacji rzek.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 26. Czynniki warunkujące wrażliwość ekosystemów wodnych na zmiany klimatu

Źródło: Oprac. własne

3. Renaturyzacja wód płynących

3.1 Kluczowe elementy naturalnej rzeki

Punktem odniesienia przy przedsięwzięciach renaturyzacyjnych jest zwykle „stan naturalny” albo przynajmniej nasze wyobrażenie o nim. Naturalne rzeki są bardzo różne, mają jednak pewne wspólne cechy.

Najważniejszą z nich jest **dynamika**, oznaczająca że rzeka zwykle podlega ciągłym zmianom. Zmienny jest przepływ i poziom wody. Coroczne wezbrania i okresy niżówek kształtują zarówno warunki morfologiczne koryta, szatę roślinną brzegów, jak też zespoły organizmów wodnych i związanych z wodą w całej dolinie rzecznej. Większe wezbrania powodują zasadnicze przeobrażenia koryta, zmianę jego biegu oraz uruchamiają procesy wtórnej sukcesji ekologicznej i rekolonizacji zmienionego koryta przez rośliny i zwierzęta. Takie dynamiczne funkcjonowanie odróżnia rzeki od ekosystemów jeziornych oraz od większości lądowych, które zwykle w toku sukcesji osiągają większą stabilizację. W przypadku naturalnych rzek, mówić można tylko o „dynamicznej stabilności” dotyczącej podstawowych cech rzeki. Owa zmienność poziomu wody, przepływów i dokładnego położenia koryta staje się źródłem potencjalnych konfliktów, jeżeli zagospodarowanie terenu jej nie uwzględnia; nie zostawiając rzece przestrzeni na zmiany wynikające z jej dynamiki. Z drugiej jednak strony właśnie ta dynamika sprawia, że przynajmniej niektóre rzeki mają znaczną zdolność do samorzutnego unaturalniania się.

Kształty koryt naturalnych rzek bywają rozmaite. W potocznym postrzeganiu rzeka naturalna to rzeka meandrująca. Często jest to prawda, występują jednak także inne typy koryt rzecznych, wykształcające się zależnie od: spadku od wysokości n.p.m., spadku podłużnego koryta, wielkości rzeki, przepływu, rodzaju podłoża budującego dolinę rzeczную oraz ilości i źródła dostawy transportowanego rumowiska. W układzie poziomym rzek wyróżnia się trzy podstawowe typy koryt: prostoliniowe, meandrujące i wielokorytowe. Dwa pierwsze rodzaje mają pojedyncze koryto, podczas gdy rzeka wielokorytowa ma kilka koryt cząstkowych. Kategoria ta obejmuje koryta roztokowe (warkoczowate) - charakterystyczne dla rzek wyżynnych i górskich; anastomozujące - występujące na nizinach (np. Narew w Narwiańskim Parku Narodowym) oraz ujścia deltowe. Koryta roztokowe (warkoczowate) rozdzielone są licznymi odsypami środkokorytowymi i brzegowymi natomiast koryta anastomozujące - wyspami porośniętymi trwałą roślinnością, tworząc rozgałęziającą się i ponownie łączącą się sieć. Według wskaźnika orograficznego Kajetanowicza λ (iloczyn średniej wysokości m n.p.m. i średniego spadku w ‰, podzielony przez 100), można wyróżnić następujące grupy cieków:

- nizinne ($\lambda < 0,1$) i przejściowe ($\lambda = 0,1-1$) – gdzie naturalna trasa cieków jest najczęściej meandrująca oraz obecnie już rzadko wielokorytowa anastomozująca,
- podgórskie ($\lambda = 1-10$) – gdzie naturalna trasa cieków jest kręta oraz rzadziej meandrująca,
- górskie ($\lambda = 10-100$) – gdzie naturalna trasa cieków jest kręta lub wielokorytowa roztokowa (warkoczowata) oraz rzadziej prosta,
- wysokogórskie – ($\lambda > 100$) – gdzie naturalna trasa cieków może być prosta lub kręta.

Wymywanie lub osadzanie cząstek rumowiska w korycie może powodować odsłaniania początkowo płaskiego dna prostoliniowego koryta, które z kolei powoduje zmiany przepływu. Deformacje te wymuszają sinusoidalny układ poziomy linii nurtu, co prowadzi to do erozji brzegowej i przemieszczania rumowiska w dół cieków, zapoczątkowując meandryzację koryta. Częstotliwość występowania meandrów zależy głównie od szerokości koryta, ze względu na cechy fraktalne sieci rzecznej. Długość meandra jest zwykle 5-15 razy większa od szerokości koryta.

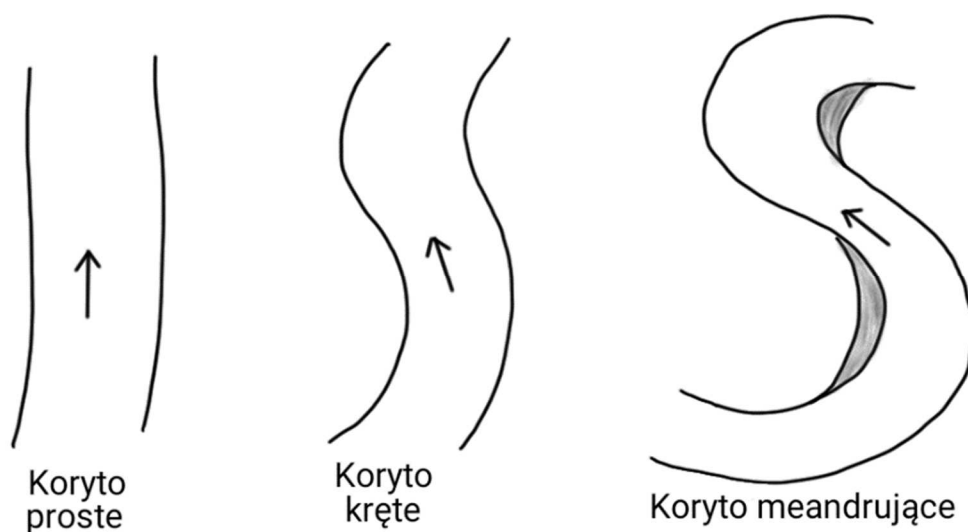
Współczynnik krętości informuje o tym, jak bardzo meandrujące jest koryto danego odcinka cieków. Wyróżnia się kilka poziomów meandryzacji rzek na podstawie wartości współczynnika krętości, definiowanego jako iloraz długości odcinka koryta rzecznej do długości odcinka doliny rzecznej

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Tabela 5. Zależność meandryzacji koryta rzecznego od współczynnika krętości.

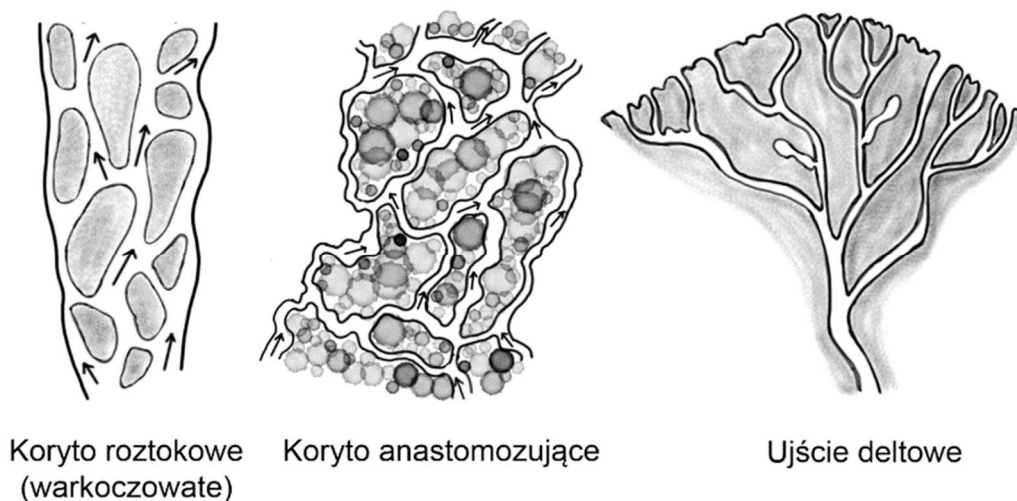
Źródło: Mueller 1968, Gordon i in. 2004

Zakres współczynnika krętości	Poziom meandryzacji koryta rzecznego
1,0-1,1 (1,05)	prosty
(1,05) 1,1-1,3	kręty (sinusoidalny, falisty)
1,3-1,5	lekko meandrujący
>1,5 (do 4,0)	meandrujący



Rysunek 27. Zaciemniony element w korycie meandrowym oznacza odsypy brzegowe.

Autor: J. Urbaniak



Rysunek 28. Wielonurtowe typy koryt. Zaciemniowano elementy oznaczające: odsypy śródkorytowe w korycie roztokowym, wyspy w korycie anastomozującym oraz aluwialną równinę deltową w ujściu deltowym.

Autor: J. Urbaniak

Opracowano klasyfikacje i typologie typowych kształtów koryt rzecznych, do najbardziej znanych należy np. klasyfikacja Rosgena (1994, zob. Jeleński i Wyżga 2016). W ocenie cieków w oparciu o

hydromorfologiczny indeks rzeczny HIR (Szoszkiewicz i in. 2017) wyróżnia się cztery typy trasy naturalnego cieku: prosty, kręty, meandrujący i wielokorytowy. Typ meandrowy charakterystyczny jest dla rzek nizinnych; natomiast np. górskie i podgórskie rzeki żwirowe w naturalnym i stabilnym stanie mają często koryta wielonurtowe (roztokowe). Dla każdej rzeki istnieje **stan „dynamicznej równowagi”**, wynikający z wzajemnych relacji pomiędzy wielkością przepływu i ilością transportowanego rumowiska, a także jego dominującego rodzaju (rumowisko wleczone lub unoszone), które z kolei determinują morfologiczny charakter koryta oraz przebieg procesów erozji i sedymentacji. Można oczekiwać, że spontaniczne procesy hydromorfologiczne będą zmierzać do osiągnięcia takiego stanu, a następnie będą mieć charakter fluktuacji w jego ramach. Zwykle w stanie takiej równowagi przebieg i kształt koryta wprawdzie zmienia się w czasie, ale utrzymuje się w określonych granicach niezmienności podstawowych parametrów.

Jeżeli jednak zmieniają się warunki funkcjonowania rzeki – np. w zlewni ograniczona zostanie dostawa rumowiska; zmieniony zostanie reżim hydrologiczny, w tym częstość występowania przepływów wysokich; skrócony zostanie bieg rzeki i tym samym zwiększony jej spadek; w wyniku spiętrzenia spadek zostanie lokalnie zmniejszony; obniżona zostanie podstawa hydrologiczna, czyli poziom akwenu, do którego rzeka uchodzi – to rzeka dążyć będzie do osiągnięcia nowego stanu równowagi, co oznaczać może zmianę charakteru koryta (np. przekształcenie się koryta z wielonurtowego w meandrowe), wcinanie się rzeki w dno, czy przeciwnie – silne odkładanie osadów. Zmiany te mogą mieć dalsze konsekwencje: np. nadmierne wcięcie rzeki spowoduje, że większe przepływy będą się mieścić w korycie, co jednak oznacza, że osiągną znaczną, niczym nie rozproszoną energię, czego skutkiem będą znaczne zniszczenia w przypadku powodzi; równocześnie w okresach susz i niżówek wcięte koryto będzie drenować przyległe tereny pogłębiając ich przesuszenie (por. rozdz. 2.4 i 2.5). Znaczna część prac utrzymaniowych to właśnie próby zapobiegania takim zmianom – które jednak w warunkach braku równowagi dynamicznej nie mogą być trwale skuteczne.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 10. Zakola są typowym elementem koryta meandrowych.

W ich obrębie, w wyniku przejścia linii nurtu, następuje podmywanie brzegu wklęsłego, prowadzące do powstania podcięcia brzegowego i plosa oraz depozycji rumowiska na brzegu wypukłym w postaci odsypu (odsypiska) meandrowego, który dodatkowo może być ustabilizowany roślinnością (czerwona strzałka). Por. Rys. 32.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

Należy podkreślić, że w warunkach dynamicznej równowagi **przebieg naturalnego koryta rzeki** nie jest bezwzględnie stabilny. Wskutek erozji bocznej rzeka zajmuje nowy teren, a wskutek akumulacji rumowiska i sukcesji zbiorowisk roślinnych na odsypach, powstają nowe fragmenty ładu ¹⁰₁₀. Zmiany te zwykle nie są szybkie, ale w okresach wezbraniowych zwłaszcza na rzekach górskich może dochodzić do kilkudziesięciometrowych skokowych przemieszczeń koryta. Na typowych rzekach nizinnych w długiej skali czasowej meandry rzeki powoli rozwijają się, aż w końcu są odcinane i przekształcane w starorzecza. Także w samym korycie zmienia się przebieg głównej linii nurtu. Na rzekach roztokowych główny nurt może przerzucać się między odnogami, wklęsłe fragmenty brzegu mogą być erodowane i zabierane, a z drugiej strony odkładać się mogą rozległe odsypy piaszczyste i / lub żwirowe. Migracje koryta są ważne dla funkcjonowania geoekosystemu rzeki, gdyż w wyniku erozji bocznej uzupełniają frakcję piaszczystą, a zwłaszcza żwirową i kamienną rumowiska rzeczne. Na większości rzek w długim odcinku czasu rozwija się zwykle koryto w mniejszym lub większym stopniu kręte. Wydłużenie i wzrost krętości rzeki powoduje jednak wygaszenie jej energii i ogranicza erozję. Erozja dostarcza dodatkowego ładunku rumowiska, na transport którego zużywana jest znaczna część energii rzeki, dając efekt dynamicznej stabilizacji. Migracje koryta odbywają się w pewnym paśmie, którego szerokość jest determinowana spadkiem doliny. Dlatego jedną z podstawowych koncepcji renaturyzacji rzek jest koncepcja tzw. „**korytarza swobodnej migracji rzeki**”, tj. pasma terenu

¹⁰ Spektakularne animacje oparte na zdjęciach satelitarnych z ok. 35 lat można znaleźć np. w serwisie Google Earth Engine – Timelapse, choć ze względu na skalę nadaje się on raczej do dużych rzek. W Polsce śledzić można np. dynamikę ławic wiślanich. Poglądowy przykład dynamiki menadującej rzeki z innej części świata np.: <https://earthengine.google.com/timelapse/#v=25.45518,86.66202,8.26,latLng&t=3.43> a podalpejskiej rzeki roztokowej: <https://earthengine.google.com/timelapse/#v=46.22207,12.98966,11.567,latLng&t=1.08>

pozostawionego na realizację tej naturalnej dynamiki rzeki, w którym boczna migracja cieków będzie akceptowana, a dopiero na granicach tego korytarza (np. na skarpach terasy nadzalewowej) będzie można zapobiegać erozji bocznej (Bojarski i in. 2005, Piegay i in. 2005 i lit. tam cyt., Nieznański i in. 2008, REFORM 2015 sekcja „*Allow/increase lateral channel migration or river mobility*” i lit. tam cyt.). Wzrost krętości cieków i formowanie potencjalnych obszarów zalewowych, jest zjawiskiem korzystnym z punktu widzenia zarządzania ryzykiem powodziowym, ponieważ zmniejsza prędkość przemieszczania się fal oraz zwiększa potencjał retencji dolinowej, co prowadzi do opóźniania wystąpienia kulminacji wezbrań i obniżania ich wysokości na niższych odcinkach cieków.

Cechą naturalnej rzeki jest także **zmienność przepływów i poziomów wody**. Jest ona zwykle duża. Tzw. **przebieg brzegowy**, czyli przepływ mieszczący się w korycie, mieści się zwykle między stanami średnimi, a wysokimi. Jeleński i Wyżga (2016) szacują, że w naturalnych rzekach jest on najczęściej na poziomie zbliżonym do $Q_{2/3}$, tj. „wody półtorarocznej”, występującej 6-7 razy w ciągu 10 lat. Gdy rzeka prowadzi więcej wody, występuje tzw. **przebieg ponadkorytowy**. Choć w rzeczywistości wielkość przepływu brzegowego może być zróżnicowana, zależna od warunków konkretnej rzeki, to stałym elementem jest wymóg, by wylewy miały miejsce, i to stosunkowo często. Fakt, że pewne gatunki ichtiofauny (płoc, szczupak, okoń) mają rozród ściśle powiązany z wiosennym rozlewem wód na równi zalewowej wskazuje, że naturalne systemy rzeczne cechował co najmniej jeden rokroczny wylew na równinę zalewową. Następował on zwykle wczesną wiosną, zapewne w związku ze spływem wód roztopowych. Oznacza to, że w warunkach naturalnych rzeka względnie często powinna występować z brzegów, okresowo zalewając fragmenty dna doliny i prowadzić część przepływu poza korytem. Nie można więc każdego wystąpienia rzeki z brzegów współczesnych, często sztucznie przekształconych koryt, traktować jako odstępstwa od „normalnych warunków”. Występowanie przepływów ponadkorytowych może być niechętnie przyjmowane lokalnie przez właścicieli gruntów przyległych do rzeki, ale ma kluczowe i pozytywne znaczenie z punktu widzenia funkcjonowania całości geoekosystemu rzeczno-terenowego. Przepływ taki tworzy retencję dolinową, skutkującą spłaszczeniem fali wezbraniowej. Część osadów oraz ładunku biogenów akumulowana jest na terasie, a nie w korycie. Na rzekach górskich i podgórskich szczególnie istotne jest, że przepływ ponadkorytowy skutecznie rozprasza energię wód wezbraniowych, ograniczając ryzyko powodzi niszczących. Sumarycznie, okresowy zalew terenów w dolinie rzeki zwykle obniża ryzyko powodziowe (tj. oczekiwaną wartość strat powodziowych) szacowane łącznie dla całej rzeki. Dlatego często celem renaturyzacji rzek musi być przywrócenie warunków do jego powstawania.

Równina zalewowa, choć nie zawsze znajduje się we władaniu zarządcy rzeki, z ekologicznego punktu widzenia musi być traktowana jako element rzeki. Okresowe przepływy ponadkorytowe rzeki są elementem kształtującym rzeźbę równi zalewowej, odświeżającym starorzeczka, decydującym o wykształcaniu się specyficznych ekosystemów dolinowych (lasy i zarośla łęgowe, łąki i pastwiska zalewowe). Powiązanie rzeki z jej terenami zalewowymi, tj. możliwość okresowych wylewów, jest kluczowa dla funkcjonowania tych ekosystemów.

Kolejną istotną cechą rzek, odróżniającą je od innych ekosystemów, jest ich liniowy charakter oraz ukierunkowany przepływ materii i energii. Ta reguła została kompleksowo przedstawiona w koncepcji kontinuum rzeczno-terenowego (Vannote i in. 1980). Wynika z niej znaczenie **ciągłości morfologicznej i ekologicznej** dla funkcjonowania ekosystemów rzecznych. Ciągłość ta nie ogranicza się tylko do możliwości migracji ryb, ale dotyczy także innych organizmów wodnych, transportu rumowiska, unoszonej substancji organicznej i biogenów. Dlatego ważnym elementem renaturyzacji rzek jest często przywrócenie tej ciągłości, gdy została przerwana sztucznie. Wymagania ryb są jednym z elementów potrzeby odtworzenia ciągłości ekologicznej. Dotyczy to w zasadzie wszystkich gatunków ryb: nie tylko tzw. ryb diadromicznych (czyli migrujących między morzem a wodami śródlądowymi), ale także tzw. ryb potamodromicznych (czyli takich, które regularnie migrują wewnątrz systemu wód

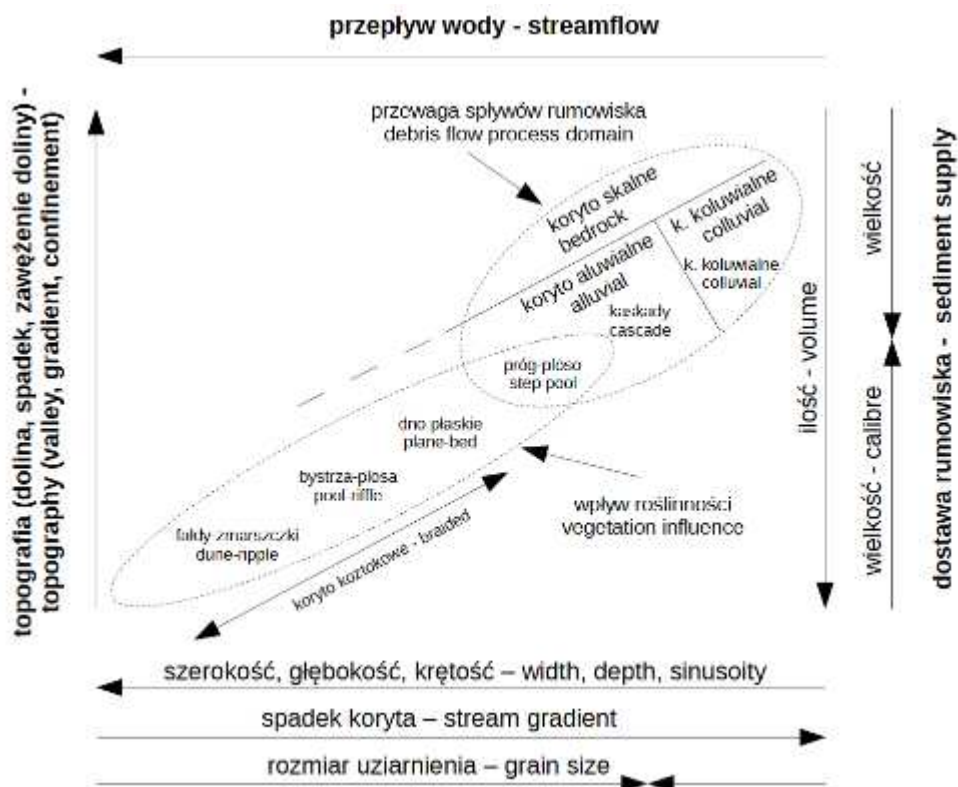
słodkich), oraz tzw. wędrówek kompensacyjnych ryb, czyli powrotu do siedlisk które były czasowo nieprzydatne (np. przy niżówce), lub z których ryby zostały zniesione nurtem (np. przy wezbraniu). Rozwiązania skuteczne dla ryb nie zawsze są jednak wystarczające dla innych elementów ciągłości, np. nie rozwiązują problemu transportu rumowiska. Podkreślenia wymaga też fakt znacznych trudności z zapewnieniem dwukierunkowej swobody migracji ichtiofauny, stąd w pierwszej kolejności powinny być rozważane rozwiązania odtwarzające łączność pełną szerokością koryt. W pierwszej kolejności rozważyć trzeba usunięcie bariery, dopiero brak takiej możliwości uprawnia do zastosowania urządzeń dla migracji (rampy denne, pochylnie; por. opis działania T16 w rozdziale 3.3).

W naturalnych rzekach okresowo zdarzają się także przepływy niskie. Odporność ekosystemu rzecznoego na takie epizody zależy wprost od zróżnicowania morfologii koryta (zob. niżej), przy czym różnorodność struktur korytowych zarówno spowalnia odpływ wody, jak i zapewnia lepsze warunki, by nawet niski przepływ był jeszcze tzw. **przepływem środowiskowym**, czyli takim, przy którym poszczególne elementy ekosystemu rzecznoego, w tym ryby i inne żyjące w cieku organizmy, będą mogły jeszcze funkcjonować. Należy jednak mieć na uwadze, że stany wód zbyt niskie, na granicy korytowego przepływu środowiskowego, w dłuższym okresie czasu przynoszą niekorzystne zmiany, mające wpływ na wyniki monitoringu – redukcja liczebności organizmów, zaburzenia siedlisk roślin.

Dynamiczny charakter ekosystemów rzecznych związany jest z szeregiem procesów zachodzących także w samym korycie, które wpływają na jego szerokość, głębokość, ukształtowanie dna i brzegów. Podstawowe znaczenie ma transport rumowiska, a także jego deponowanie jak i dostawa w wyniku procesów erozji bocznej. Prowadzą one do tworzenia się różnorodnych form korytowych, jak: **głębokie i wydłużone rynny o szybkim prądzie, kamieniste lub żwirowe bystrza, płosa o dużej głębokości i spowolnionym przepływie, głębokie kotły poniżej kaskad lub wodospadów w górach, rafy zbudowane z głazów i kamieni o dużej średnicy, żwirowo-kamieniste lub piaszczyste odsypy środkokorytowe (łachy) przykasy, odsypy brzegowe, zastoiska i namuliska o zróżnicowanej powierzchni i głębokości, często z wyraźnym wstecznym prądem, podcięte brzegi**. Ta różnorodność form, powiązana ze zróżnicowaną granulacją osadów dennych oraz zmienną prędkością przepływu i głębokością wody tworzy zróżnicowanie siedlisk w korycie rzeki i jest podstawą do wyróżnienia jednostek hydromorfologicznych (mezohabitatów). Naturalne rzeki charakteryzują się dużą ich różnorodnością, zapewniającą heterogeniczność warunków siedliskowych dla rozmaitych organizmów wodnych. Ponadto przegłębienia koryta są ostoją dla większych osobników ryb podczas niżówek.

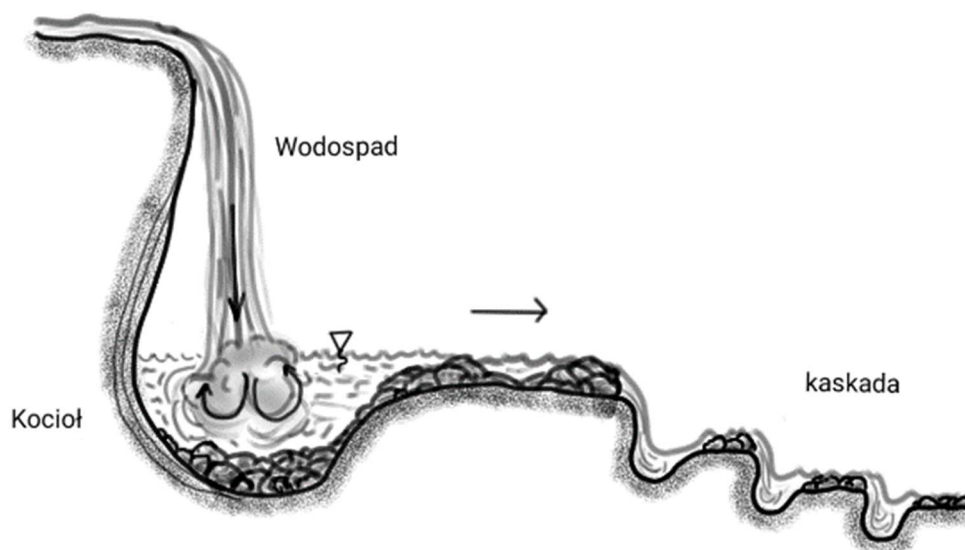
W rzekach i potokach górskich równowaga dynamiczna koryta zależy od trzech głównych czynników: jego spadku podłużnego, wielkości i dynamiki przepływów oraz ciągłej dostawy rumowiska (Rys. 29). W źródłowych odcinakach wysokogórskich potoków, mogą występować koryta koluwalne, gdzie następuje grawitacyjne przemieszczenie rumowiska. Poniżej, przy spadkach 50-200‰, tworzą się aluwialne koryta kaskadowe. Przy spadkach 20-100‰ można zaobserwować istnienie koryt typu prógkociół, a jeszcze niżej, gdy spadek wynosi 5-40‰, tworzą się koryta roztokowe lub występuje jednokorytowe koryto z płaskim dnem. Przy jeszcze mniejszych spadkach podłużnych <20‰, tworzą się koryta meandrujące, charakterystyczne dla obszarów nizinnych.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 29. Typy morfologiczne koryt rzek i potoków górskich

Źródło: Buffington (2012)



Rysunek 30. Profil podłużny koryta kaskadowego oraz typu próg-kocioł w potoku górskim

Autor: J. Urbaniak

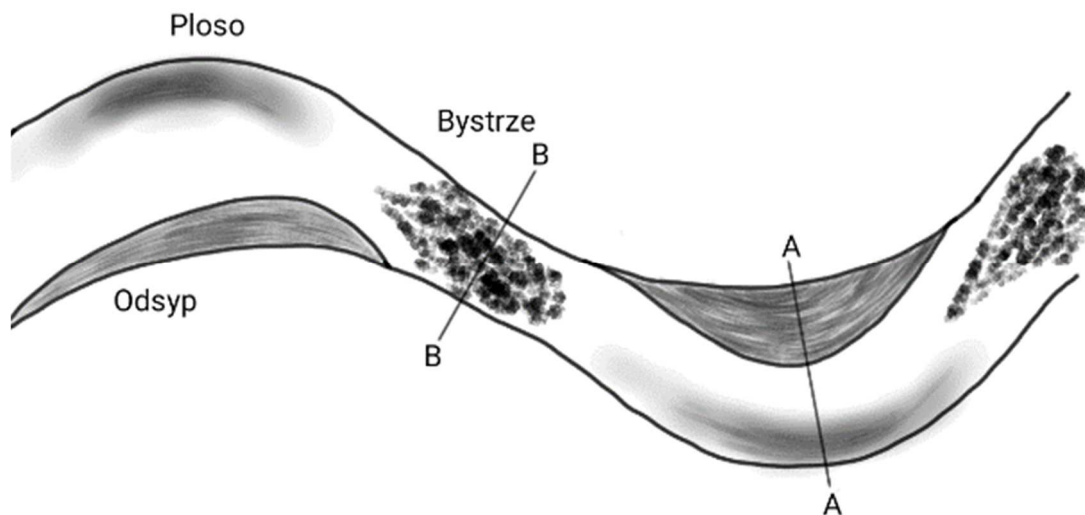
W korytach meandrujących o spadkach podłużnych $>1\%$ naturalnym stanem równowagi dynamicznej są powtarzające się **sekwencje bystrzy** (wypłyceń) i **płos** (przegłębień). W takich rzekach kluczowym elementem siedliskotwórczym jest **żwir rzeczny** budujący bystrza – drobny w korytach

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

piaszczystodennych i gruby w korytach żwirowodennych. W obrębie bystrzy następuje lokalne zwiększenie prędkości przepływu, powodujące wzrost turbulencji i wymywanie drobnoziarnistych cząstek. Z kolei w obrębie plos następuje spadek prędkości nurtu i sedymentacja rumowiska. Powoduje to, że korony bystrzy budowane są przez najgrubszy materiał, a dno plos – przez materiał stosunkowo drobny (Rys. 31-33).

Wyrównane (wyprofilowane) koryta regulacyjne nie nawiązujące do tej naturalnej struktury są więc w konsekwencji nietrwałe. Przy braku uzupełniania rumowiska koryta takie mogą stać się równie ubogimi, co kanały, bowiem brak jest w nich różnorodności form morfologicznych. Zmiany tego typu obserwować można w wielu rzekach na Pomorzu, gdzie mimo spadków właściwych dla układów bystrze ploso, brak jest korytowych form żwirowo-kamiennych w związku z działalnością człowieka – dawniejszego kształtowania koryt dla spławu drewna, pozyskiwania budulca z koryt rzek. W efekcie, fizjonomicznie „naturalne” cieki utraciły znaczną część swych funkcji ekologicznych.

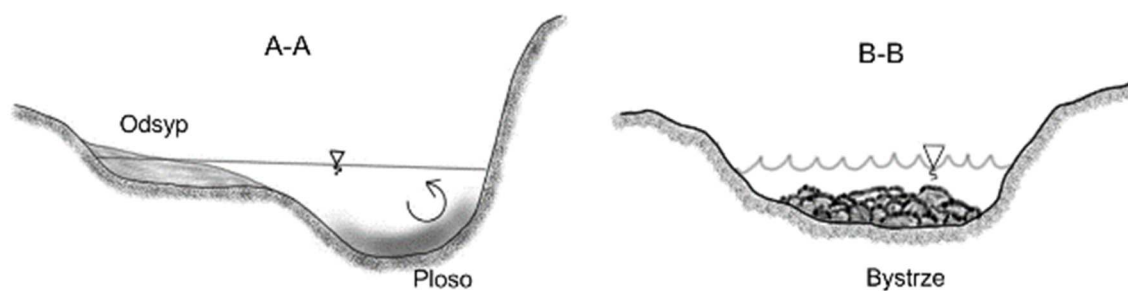
Dno w rzekach żwirowych i kamienistych ma tendencję do naturalnej stabilizacji. Mechanizmami tej stabilizacji jest wykształcanie się tzw. obrukowania dna (warstwa otoczków i kamieni o większym niż przeciętnie ziarnie, wykształcająca się przez wypłukanie ziaren drobniejszych). Występują też zjawiska wykształcania się tzw. skupień otoczków i tzw. imbrykacji, czyli dachówkowatego, stabilnego układu kamieni i ziaren żwiru. Te struktury stabilizujące dno łatwo jednak zniszczyć, np. przez przemieszczanie żwirów, ich wydobywanie, albo choćby tylko przez przejazd po osadach dennych koparką lub spycharką, doprowadzając do zerwania obrukowania i uruchomienia rumowiska rzeczno-jeziornego już przy niewielkim wzroście energii przepływu. Ważnym elementem koryt są także żwirowe odsypiska brzegowe i śródkorytowe, przynajmniej okresowo znajdujące się powyżej poziomu wody, stanowią one miejsca rozwoju specyficznych ekosystemów, stanowiących chronione typy siedlisk przyrodniczych (por. rozdz. 2.2). Dodatkową rolę siedliskotwórczą w korytach rzek górskich i wyżynnych pełnią elementy naturalne, jak głazy i wychodnie skalne.



Rysunek 31. Rzut pionowy meandrującego koryta rzeki o spadku podłużnym >1‰ z wykształconą sekwencją bystrze-płoso.

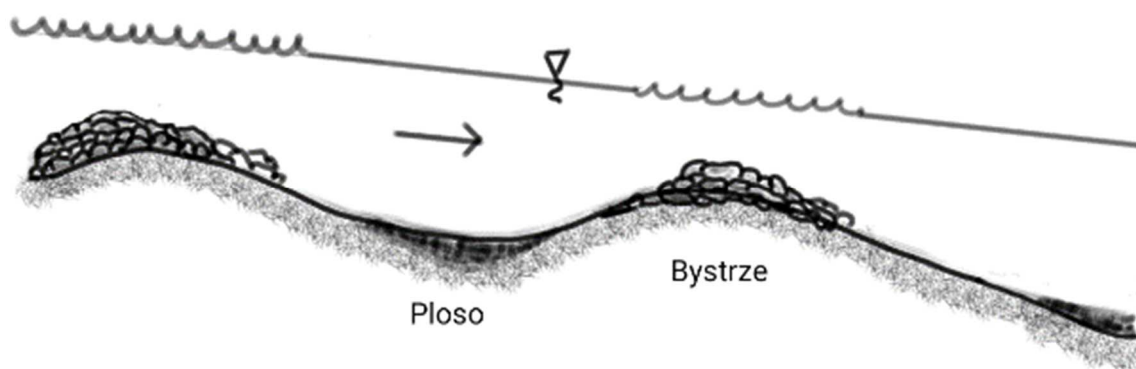
Autor: J. Urbaniak

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 32. Przekroje poprzeczne koryta w miejscach plosa (AA) oraz bystrza (BB).

Autor: J. Urbaniak



Rysunek 33. Profil podłużny koryta rzeki z wykształconą sekwencją bystrze-ploso.

Autor: J. Urbaniak

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 11. Żwirowy odsyp brzegowy

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)



Fotografia 12. Wyspa otoczona przez piaszczyste odsypy śródkorytowe.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 13. Wyrwy wyerodowane przez płynącą wodę w brzegach (podcięcia brzegowe) to ważne źródło rumowiska rzecznego oraz specyficzne mikrosiedliska dla organizmów.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

Wyrwy wyerodowane przez płynącą wodę w brzegach to po pierwsze - źródło rumowiska rzecznego, ważnego dla innych procesów korytowych, a po drugie - także specyficzne mikrosiedliska dla związanych z rzeką organizmów.

W niemal wszystkich typach rzek ważną rolę odgrywają **nadbrzeżne drzewa** – stabilizując skarpy brzegowe, stwarzając dogodne kryjówki dla zwierząt między podmytymi korzeniami oraz ocieniając lustro wody, co ma zasadnicze znaczenie dla termiki wód i natlenienia wody, a przez to jest istotne dla rozwoju makrofitów i glonów, funkcjonowania organizmów tlenowych, przebiegu procesu samooczyszczania się wody.

Uschnięte, powalone przez wiatry lub podmyte drzewa dostarczają do rzeki **rumoszu drzewnego**. Drobne frakcje rumoszu i opadłe liście drzew stanowią – zwłaszcza w górnych i środkowych odcinkach rzek – główne źródło materii organicznej. Tzw. gruby rumosz drzewny, czyli drzewa przewrócone w koryto rzeki, albo fragmenty martwych drzew znajdujące się w korycie, to według współczesnej wiedzy ekologicznej kluczowy element ekosystemu rzecznego (Wyżga i in. 2003, Wyżga 2007, Kail i Hering 2005, Kail i in. 2007, Radecki-Pawlik 2010, Pawlaczyk 2017b, Prus i in. 2018 i lit. tam cyt.). W rzekach nizinnych leśnej strefy geograficznej jest on uważany za element wręcz podstawowy (Harmon i in. 1986). Wokół powalonych drzew występują modyfikacje przepływu, których konsekwencją jest rozwój zróżnicowania mikrosiedlisk w korycie. Pnie i konary drzew inicjują rozwój odsypów. Rumosz drzewny jest czynnikiem inicjującym i modyfikującym meandrowanie rzek (por. np. Malik 2004). Martwe drzewa w rzece są siedliskiem unikatowych gatunków bezkręgowców wodnych i grzybów. Mikrosiedliska tworzone przez rumosz drzewny mają kluczowe znaczenie dla wielu gatunków ryb.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 14. Rumosz drzewny w naturalnej rzece – ważny element jej ekosystemu.

Fot. P. Pawlaczyk

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 15. Naturalne cechy hydromorfologiczne rzek wynikające z obecności drzew w strefie przybrzeżnej.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

Wyżej wymienione elementy zwiększają tzw. szorstkość koryta, tj. opory przepływu, a w konsekwencji przyczyniają się do opóźnienia przepływu – retencji wody, oraz do rozproszenia energii wody. Jeśli ich zabraknie, to skutkiem będzie szybki spływ wody, niekorzystny zwłaszcza w okresach suchych, a w okresach wezbrań zwiększający także ryzyko powodziowe poniżej, a niekiedy także niekorzystne wzmożenie transportu rumowiska, ze wszystkimi tego negatywnymi skutkami: z jednej strony

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

pogłębieniem wcięcia koryta w wyższym biegu rzeki, z drugiej zaś – nadmiernym gromadzeniem się osadów w biegu dolnym.

Na zakończenie należy podkreślić, że każda rzeka funkcjonuje w kontekście swojej zlewni i podlega jej wpływom. Od charakteru zlewni zależy odpływ wody, ale także dostawa do rzeki rumowiska i innych substancji. Szczególną rolę w funkcjonowaniu ekosystemu rzeki mają jej **strefy brzegowe** – ich roślinność stanowi „otulinę” rzeki, częściowo izolując ją od negatywnych wpływów zewnętrznych, np. nadmiernej dostawy rumowiska (zwłaszcza drobnocząsteczkowego) i biogenów. Takie funkcjonowanie stref brzegowych jest najskuteczniejsze, gdy buduje je roślinność o złożonej strukturze (z udziałem drzew, krzewów i roślin zielnych), albo gdy są to ekosystemy mokradłowe (np. torfowiska).

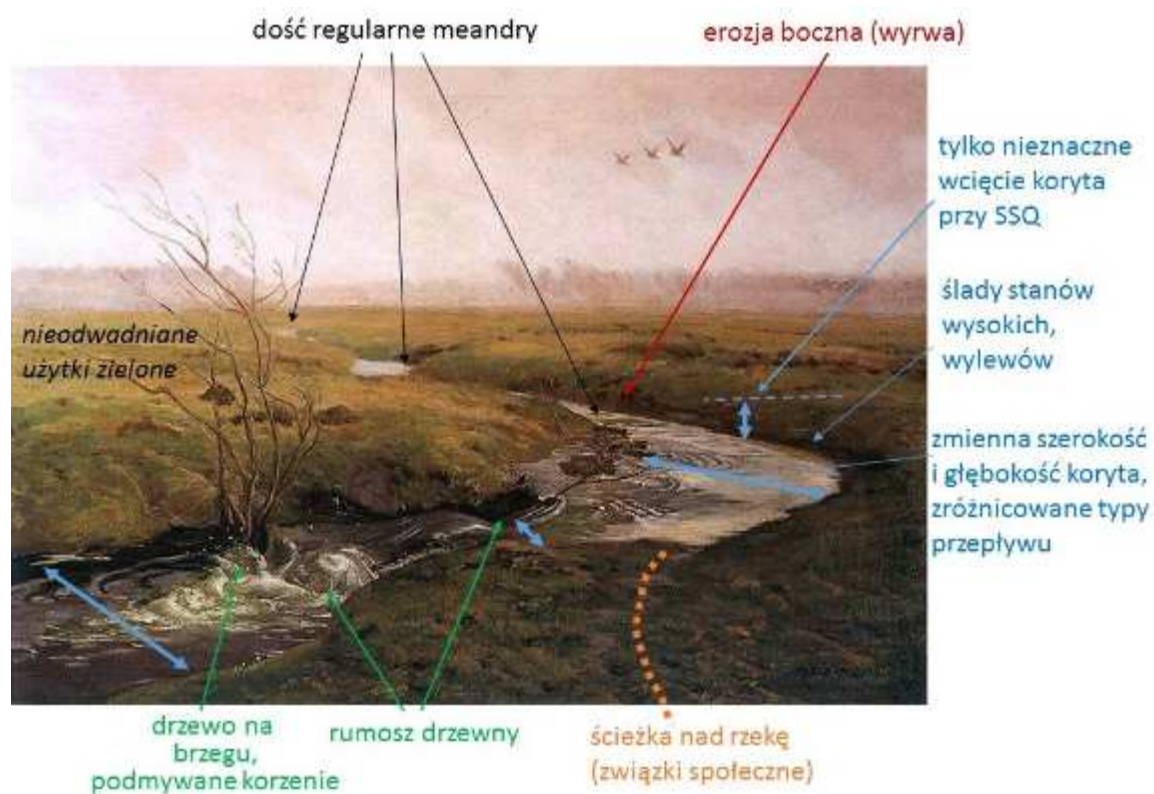
Więcej informacji →

- Prus P., Popek Z., Pawlaczyk P. 2018. Dobre praktyki utrzymywania rzek. Wyd. 2. WWF Polska.
- Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo.
- Jeleński J., Mikuś P. 2019. Rewitalizacja koryt żwirowodennych przez przywracanie sekwencji bystrza-płosa, ich rola środowiskowa i zastosowanie. W: Czerniawski R., Bilski P. (red.) Funkcjonowanie i ochrona wód płynących. Uniwersytet Szczeciński i Drawieński Park Narodowy, Szczecin.
- Wiśniewolski W. 2002 Czynniki sprzyjające i szkodliwe dla rozwoju i utrzymania populacji ryb w wodach płynących. Supplementa ad Acta Hydrobiologica, 3: 1-28.
- Pawlaczyk P. 2017. Martwe drewno jako element ekosystemu rzeczno. Przegląd Przyrodniczy 28, 4: 62-92.
- Szoszkiewicz K., Jusik S., Adynkiewicz-Piragas M., Gebler D., Achtenberg K., Radecki-Pawlik A., Okruszko T., Giełczewski M., Pietruczuk K., Przesmycki M., Nawrocki P. 2017. Podręcznik oceny wód płynących w oparciu o Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 34. J. Chełmoński – Wiosna (1902).



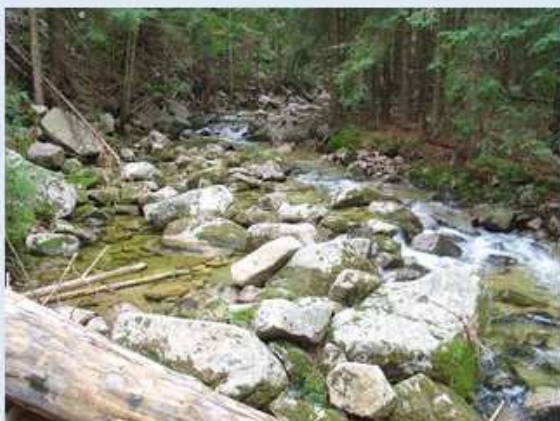
Rysunek 35. Ważne elementy rzeki z obrazu J. Chełmońskiego – Wiosna.

Obliczony na podstawie tego obrazu wskaźnik jakości hydromorfologicznej wynosi 0,681, co oznacza dolną strefę wartości dobrego stanu hydromorfologicznego. W dłuższej perspektywie czasowej problemem może być ubóstwo zadrzewień, co może skutkować zbyt małą, z ekologicznego punktu widzenia, dostawą do rzeki rumoszu drzewnego.

Źródło: oprac. własne

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Duża krętość rzek potencjalnie meandrujących (spadki <20‰) lub wielokorytowość (koryta roztokowe, anastomozujące).
- Duża heterogeniczność warunków panujących w rzece – szerokości, głębokości, przekroju poprzecznego, spadku podłużnego, materiału brzegów i dna oraz typu nurtu.
- Duża aktywność morfodynamiczna rzeki i świadczące o tym różnorodne jednostki hydromorfologiczne i formy korytowe.
- Występowanie drzew i krzewów w strefie przybrzeżnej i wynikające z tego zacienienie koryta, korzenie stabilizujące skarpy i rumosz drzewny w korycie.
- Zachowana łączność rzeki z doliną.



Rysunek 36. Cechy naturalnych hydromorfologiczne koryt rzecznych

Oprac. Sz. Jusik

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Mała krętość rzek potencjalnie meandrujących (spadki <20‰) i brak wielokorytowości.
- Duża jednorodność warunków panujących w rzece – szerokości, głębokości, przekroju poprzecznego, spadku koryta, materiału brzegów i dna oraz typu nurtu.
- Brak aktywności morfodynamicznej rzeki i wynikający z tego brak form korytowych.
- Brak drzew i krzewów w strefie przybrzeżnej, prowadzący do silnego nasłonecznienia koryta.
- Obecność cech świadczących o regulacji lub pracach utrzymaniowych, np. wykaszanie roślinności, pogłębianie, odmulanie, profilowanie, umacnianie, itp.
- Obecność budowli hydrotechnicznych.



Rysunek 37. Cechy przekształconych hydromorfologicznie koryt rzecznych

Oprac. Sz. Jusik

3.2 Przekształcenia rzek i zakłócenia procesów rzecznych

Podstawowym źródłem współczesnych problemów zarządzania rzekami jest fakt, że rozwój wiedzy z zakresu ekologii rzek i geomorfologii fluwialnej nie nadążył za rozwojem rolnictwa, zabudowy i infrastruktury w dolinach rzek oraz z rozwojem praw własności gruntów. Konsekwencją były próby zarządzania rzekami nie biorące pod uwagę ich dynamiki, a oparte na założeniu dążenia do ich ustabilizowania.

Jeszcze do niedawna nadrzędnym celem zarządzania rzekami była ochrona przed powodzią, polegająca na próbie wyeliminowania przepływów ponadkorytowych. Realizowano to na dwa sposoby: poprzez budowę wałów ograniczających zasięg wylewów, oraz przez próby zwiększania pojemności koryt (regulacja na wysoki przepływ brzegowy, prace utrzymaniowe zmniejszające szorstkość koryta, tj. ułatwiające i przyspieszające odpływ). Obecnie wiadomo, że ograniczanie przepływów ponadkorytowych oznacza zarazem zmniejszanie retencji dolinowej. W konsekwencji, w okresach suchych przegłębienie cieku skutkuje nadmiernym drenażem sąsiednich terenów, pogłębiając oddziaływanie suszy, zaś przepływ w nim spada poniżej przepływu środowiskowego, a w skrajnych przypadkach zupełnie zanika. Natomiast w okresach wezbrań do lokalnych wylewów i przepływu ponadkorytowego wprawdzie dochodzi rzadziej, ale przyspieszony odpływ zwiększa niebezpieczeństwo kumulacji wezbrań w niższych częściach zlewni. Koncentracja wysokich przepływów w nadmiernie uproszczonym korycie oznacza zaś koncentrację energii wody, a tym samym wzrost zagrożenia powodzią powodującą większe zniszczenia w dolnym biegu rzeki. Brak możliwości odłożenia części transportowanego rumowiska na równinie zalewowej sprawia, że osadza się ono niżej w korycie rzeki, generując konieczność powtarzalnych prac utrzymaniowych. Zjawisko może silnie pogorszyć funkcje żeglowną głównych rzek wymuszając interwencje po każdym wezbraniu – przykładem może być sztuczne ujście Iny do dolnego odcinka Odry (Domiąży), zasypujące tor wodny po każdej większej wodzie. Koszty interwencji naprawczych są wysokie, a jednocześnie wzrasta ryzyko wejścia statku na mieliznę.

Dopiero pod koniec XX w. strategia zapobiegania wylewom rzek (ochrony przed powodzią) zastąpiona została przez zarządzanie ryzykiem powodziowym – polegającym na ochronie przed zalewaniem obszarów krytycznych, np. zurbanizowanych i intensywnie zagospodarowanych; co jednak wręcz wymaga wylewów w miejscach, gdzie wyrządzą one mniejsze szkody i nie zagrożą bezpieczeństwu ludzi.

Próby utrzymania koryt rzecznych w niezmienniej postaci, utrzymania rzeki w wąskiej, przynależnej jej działce, prowadziły do uniemożliwiania erozji bocznej, np. przez zabudowę każdej powstającej wyrwy w brzegu. Działania takie, niezależnie od faktu, że często były bardziej kosztowne od wartości chronionego terenu, zakłócają bilans rumowiska, niekiedy skutkując nadmiernym wcinaniem się rzek. Problem ten został pogłębiony przez budowle poprzeczne (zapory przeciwrumowiskowe) oraz wybieranie żwirów z koryt rzecznych. W konsekwencji żwiry zniknęły z wielu odcinków rzek górskich i podgórskich, odsłaniając skaliste dno, a w rzekach wyżynnych i nizinnych ruchome osady piaszczyste (Bojarski i in. 2005, Jeleński i Wyżga 2016). Konsekwencją jest koncentracja energii wody przy wezbraniach i zwiększone zagrożenie powodzią na niżej leżących odcinkach rzeki. Podobne problemy dotyczą także niektórych rzek w krajobrazie młodoglacjalnym, np. na Pomorzu.

Wiele rzek zostało uregulowanych w sposób powodujący skrócenie ich biegu. Wywołało to oczywiście zerwanie równowagi transportu rumowiska i wystąpienie w różnych miejscach profilu podłużnym rzeki problemów nadmiernej erozji dennej i nadmiernego osadzania rumowiska, a także zwiększenie energii wód wezbraniowych.

Użytkowanie rolnicze terenów w dolinach rzecznych wymagało optymalizacji nawodnienia gruntów rolnych z punktu widzenia technologii produkcji, co zostało masowo zrealizowane jako melioracje -

najczęściej odwadniające. Nawet z punktu widzenia rolnictwa, długofalowe skutki nie zawsze były korzystne, bo odwodnienia przynajmniej lokalnie uruchomiły murszenie torfów i spowodowały nadmierne przesuszenie gleby w okresach suszy. Polska stała się jednym z dziesięciu największych na świecie emiterów CO₂ z przesuszonych i murszejących torfowisk (Joosten 2010). Przesuszone torfowisko emituje rocznie od kilku do kilkunastu ton CO₂/ha/rok, a przesuszona natorfowa łąka nawet 20-30 ton CO₂/ha/rok, podczas gdy żywe torfowisko pochłania gazy cieplarniane, zwykle na poziomie ok. 0,5 ton równoważnika CO₂/ha/rok (Pawlaczyk i in. 2020 i lit. tam cyt.). Rzeki zostały włączone w te systemy odwodnienia w roli odbiorników wód z systemów melioracyjnych – co z kolei wymusiło działania na rzecz przyspieszania odpływu i zmniejszania szorstkości koryt rzecznych, ze skutkami opisanymi już wyżej.

Dążenie do użytkowania całej dostępnej przestrzeni sprawiło, że w bardzo wielu przypadkach użytki rolne dochodzą do samych brzegów rzek, nie pozostawiając miejsca na typową dla stref brzegowych roślinność. Skutkuje to dysfunkcjonalnością stref buforowych, a w rezultacie nadmierną dostawą do rzek zawiesiny cząstek mineralnych i biogenów spływających z użytków rolnych, co wzmacnia procesy zamulania i zarastania – a konsekwencją jest konieczność powtarzalnych prac utrzymaniowych.

Korzystanie z wód i próby ich retencjonowania wymagały często piętrzenia wody budowlami poprzecznymi. Przerywają one ciągłość morfologiczną i ekologiczną cieków, wywołując także istotne skutki geomorfologiczne (Tab. 6). Ich negatywne oddziaływanie na warunki migracji ryb (Wiśniewolski i Engel 2006, Błachuta i in. 2010) tylko częściowo można zminimalizować za pomocą urządzeń technicznych (przepławek).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Tabela 6. Ekologiczne skutki przegród poprzecznych na rzekach.

Element ekosystemu rzeki albo zjawisko, na który oddziałuje bariera	Wysokość bariery	Wysokość bariery	Wysokość bariery	Wysokość bariery
	> 5m	1-5 m	0,3-1 m	0,1-0,3 m, np. dno przepustu, próg stabilizujący
Hydromorfologia (procesy i warunki siedliskowe)				
Sedymentacja zawieszin	B. Duża	Duża	Mała	Brak
Erozja dna	B. Duża	Duża	Umiarkowana	Brak
Dynamika przepływu (zmiana)	Istotna	Silna	Średnia	Mała
Warunki morfologiczne poniżej (zmiana)	Istotna	Silna	Średnia	Mała
Warunki morfologiczne powyżej (zmiana)	Istotna	Silna	Średnia	Mała
Ciągłość morfologiczna	Brak ciągłości Wpływ istotny	Brak ciągłości Wpływ istotny	Przepływ rumowiska utrudniony, przy przepływach niskich brak transportu rumowiska, w transporcie dominuje zawieszina, utrudniony transport dużych frakcji. Wpływ od istotnego do umiarkowanego	Bez wpływu na ciągłość
Zmiana termiki wody	Może być znacząca	Może być znacząca lub umiarkowana	Mała/nieznacząca	Brak
Zmiana warunków tlenowych	Może być znacząca	Może być znacząca lub umiarkowana	Mała/nieznacząca	Brak
Ciągłość biologiczna				
Siedlisko przyrodnicze 3260 (rzeki włosienicznikowe)	Fragmentacja siedliska, zanik w zasięgu cofki, zanik poniżej - zasięg oddziaływania uwarunkowany lokalnie	Fragmentacja siedliska, zanik w zasięgu cofki, poniżej wpływ umiarkowany	Fragmentacja siedliska, zanik w zasięgu cofki, poniżej brak oddziaływania	Możliwe okresowe oddziaływanie negatywne przy niskich stanach wód
Zanik tarlisk gatunków litoofilnych w zasięgu cofki	Całkowity	Całkowity	Znaczący	Lokalny
Wpływy na występowanie gatunków: gatunki reofilne i litoofilne	Zanik powyżej w obrębie odcinka podpiętrzonego (zbiornika), fragmentacja populacji	Ograniczenie lub zanik powyżej w obrębie odcinka podpiętrzonego, fragmentacja populacji	Lokalna utrata siedlisk, możliwe ograniczenie łączności populacji	Możliwe ograniczenie łączności populacji gatunków o małych rozmiarach, okresowo przy niskich stanach wód także pozostałych gatunków
Wpływy na występowanie gatunków: gatunki limnofilne i eurytopowe (niecharakterystyczne dla rzek, szczególnie wyżynnych i górskich)	Znaczący wzrost liczebności, możliwa dominacja w zespole ichtiofauny zbiornika i odcinka rzeki powyżej, znaczne obniżenie oceny stanu/potencjału ekologicznego w rzece	Wzrost liczebności, zwiększony udział w zespole ichtiofauny zbiornika i odcinka rzeki powyżej, obniżenie oceny stanu/potencjału ekologicznego w rzece	Lokalny wzrost liczebności, możliwe nieznaczne obniżenie oceny stanu/potencjału ekologicznego w rzece	Brak wpływu

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wpływ na ciągłość biologiczną – gatunki potamodromiczne ryb, makrobezkręgowce (taksony ściśle wodne, bez stadiów lądowych)	Istotny – całkowity brak drożności przy braku sprawnych urządzeń migracyjnych (obejść, innych przepławek itp.),	Istotny - całkowity brak drożności przy braku sprawnych urządzeń migracyjnych (obejść, innych przepławek itp.),	Znaczący -okresowy lub całkowity brak drożności (zależnie od konstrukcji i sposobu użytkowania) przy braku sprawnych urządzeń migracyjnych (obejść, innych przepławek itp.),	Istotny - dla gatunków o małych rozmiarach okresowy lub całkowity brak drożności (zależnie od konstrukcji i sposobu użytkowania), okresowo przy niskich stanach wód także pozostałych gatunków.
Wpływ na ciągłość biologiczną – gatunki ryb wędrownych dwusrodowiskowych	Istotny – całkowity brak drożności przy braku sprawnych urządzeń migracyjnych (przepławek, obejść itp.), obniżenie oceny stanu/potencjału ekologicznego w rzece (wskaźnik D ¹¹)	Istotny - całkowity brak drożności przy braku sprawnych urządzeń migracyjnych (przepławek, obejść itp.), obniżenie oceny stanu/potencjału ekologicznego w rzece (wskaźnik D)	Znaczący -okresowy lub całkowity brak drożności (zależnie od konstrukcji i sposobu użytkowania) przy braku sprawnych urządzeń migracyjnych (przepławek, obejść itp.), możliwe obniżenie oceny stanu/potencjału ekologicznego w rzece (wskaźnik D)	Brak wpływu na gatunki dwusrodowiskowe w większych rzekach, w mniejszych - przy niskich stanach wód możliwe okresowe utrudnienie migracji.

Powyższe oddziaływania, niezależnie od skutków hydrologicznych i geomorfologicznych, wywołują także istotny negatywny wpływ na ekosystemy rzeczne i związaną z nimi różnorodność biologiczną. Uproszczenie morfologii koryt i ograniczenie zróżnicowania siedlisk w korycie rzeki znacznie ogranicza różnorodność i liczebność żyjących w cieku gatunków, przy czym szczególnie wrażliwe są ryby i makrobezkręgowce bentosowe. Brak struktur takich jak piaszczyste lub żwirowe odsypy brzegowe i śródkorytowe, głazy i odsypiska żwirowe, martwe drzewa w rzece, zadrzewienia nadrzeczne, wyrwy w brzegach negatywnie wpływa na kilka gatunków rzadkich ptaków. Ograniczenie wylewów powoduje zanik całych cennych ekosystemów aluwialnych¹² i gatunków korzystających z okresowych rozlewisk wody (por. rozdz. 2.2.). W konsekwencji, nie w pełni realizowana jest rola przyrodnicza rzek jako siedlisk wielu gatunków i dróg ich migracji. Nie w pełni wykorzystany jest też potencjał korzystania z rzek dla celów rekreacji, w tym sportów wodnych i wędkarstwa (bazujących na naturalnym zróżnicowaniu i atrakcyjności krajobrazów rzecznych), jak i możliwości prowadzenia racjonalnej gospodarki rybacko-wędkarskiej w rzekach przez użytkowników rybackich (co wymaga optymalizacji siedlisk ryb).

Do najczęściej występujących przekształceń powodujących zmianę warunków hydromorfologicznych wód płynących należą:

- zmiana reżimu hydrologicznego - antropogeniczne modyfikacje przepływów, skutkujące brakiem korytowego i ponadkorytowego przepływu środowiskowego¹³;
- ograniczenie zalewu wód wezbraniowych i degradacja siedlisk od wód zależnych;
- zaburzenie procesów fluwialnych - przerwanie ciągłości morfologicznej, zaburzenie bilansu rumowiska i erozja/abrazja;

¹¹ Wskaźnik D – wskaźnik diadromiczny; stosunek liczny gatunków dwusrodowiskowych występujących w cieku obecnie i historycznie.

¹² Ekosystemy aluwialne – ekosystemy zależne od okresowego zalewu wodami rzecznyymi, np. lasy łęgowe, łąki i pastwiska zalewowe

¹³ Korytowy przepływ środowiskowy - przepływ warunkujący dobry stan lub potencjał elementów biologicznych stanu wód; ponadkorytowy przepływ środowiskowy - przepływ którego okresowe występowanie warunkuje właściwy stan siedlisk i gatunków zależnych od wód (Grela i in. 2018).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- przerwanie ciągłości biologicznej dla organizmów wodnych, w tym chronionych ryb i minogów;
- zmiany profilu poprzecznego i podłużnego cieku;
- zmiana krętości koryta;
- degradacja struktur, likwidacja mikroform dna;
- ujednolicenie struktury dna i brzegów;
- przerwanie ciągłości doliny;
- fragmentacja lub zniszczenie siedlisk nadrzecznych i dolinnych;
- degradacja i zanik starorzeczy;
- zmiana warunków sedymentacji osadów pozakorytowych i dynamiki przepływu wód wielkich.

Największy wpływ na naturalne warunki hydromorfologiczne wód powierzchniowych i od wód zależnych mają presje:

- wpływające na ciągłość i reżim hydrologiczny: duże budowle hydrotechniczne, stopnie wodne, zapory przeciwrumowiskowe, jazy piętrzące wody, zbiorniki¹⁴;
- wpływające na warunki przepływu i łączność cieku z doliną lub strefą brzegową: wały, nasypy;
- wpływające na warunki morfologiczne koryta : opaski brzegowe, ostrogi, tamy podłużne, umocnienia dna, zabudowa koryt (żłoby, mury oporowe, sekwencje stopni);
- wpływające na procesy morfologiczne: regulacje koryt, stabilizacja dna (gurty), prace utrzymaniowe¹⁵;
- wpływające na wielkość przepływu i jakość wody: melioracja, nadmierny pobór wód, przerzuty wody do innych zlewni, odwodnienia budowlane i górnicze, odprowadzanie ścieków, zrzuty wód z kanalizacji deszczowej.

3.3 Metody renaturyzacji wód płynących

Poniżej przedstawiamy katalog potencjalnych metod renaturyzacji, mających zastosowanie do cieków. Katalog określa paletę dostępnych środków, z której wybiera się i komponuje program renaturyzacji konkretnego cieku. Nie oznacza to absolutnie konieczności wdrażania wszystkich ujętych tu działań w każdym renaturyzowanym obiekcie. Przeciwnie, prawie każde z działań wymienionych w tym katalogu, jeśli zostanie zastosowane w niewłaściwych warunkach, może się okazać wręcz szkodliwe – i to zarówno dla samego geoekosystemu rzeczno-egzogenicznego jak i dla interesów ludzkich związanych z rzeką (zarządzanie ryzykiem powodziowym, korzystanie z wód). Konieczny jest więc staranny wybór działań odpowiednich i potrzebnych w danej sytuacji.

Niektóre z ujętych w katalogu działań mogą służyć także celom innym niż renaturyzacja wód. Wdrożenie takiego działania nie zawsze będzie wówczas renaturyzacją.

¹⁴ Najsilniejsze negatywne oddziaływania dotyczą „wielofunkcyjnych” zbiorników wodnych zbudowanych na ciekach, w tym także zbiorników z dominującą funkcją przeciwpowodziową. Suche zbiorniki przeciwpowodziowe mają mniejsze oddziaływanie, ale i ono nie jest zaniedbywalne. Zależy ono od szczegółowych założeń i rozwiązań zbiornika. Może wystąpić istotny wpływ na reżim, jeśli zbiornik suchy jest napełniany przy przepływach częstszych niż np. woda stuletnia. Może wystąpić wpływ na ciągłość, jeżeli przepływ cieku przez zbiornik został rozwiązany bez zachowania ciągłości. W przypadku zastosowania „łapaczy rumoszu” może wystąpić ograniczenie transportu rumowiska.

¹⁵ Dotyczy zwłaszcza prac polegających na usuwaniu namulów i rumoszu, usuwaniu przeszkód naturalnych, zasypywaniu lub zabudowie wywrw w brzegach.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Przykładowo:

- Nie można uznać za renaturyzację cieku samej realizacji prac utrzymaniowych; choćby była ona zgodna z dobrą praktyką (Ministerstwo Środowiska 2018) i wykonana z największą troską o środowisko. Renaturyzacja zaczyna się wtedy, gdy wykonanie prac utrzymaniowych modyfikuje się lub ogranicza w sposób inicjujący procesy prowadzące do wzrostu różnorodności hydromorfologicznej, np. inicjujący meandryzację cieku, wzrost zadrzewień, rozwój wyrw w brzegach, rozwój zróżnicowania głębokości, powstawanie głębozczków, odsypów, wzrost ilości martwego drewna w cieku;
- Renaturyzacją nie będzie umacnianie nie umocnionego dotąd brzegu, choćby nawet zostało zrealizowane w najbardziej przyjazny dla środowiska sposób i z wykorzystaniem elementów biologicznych;
- Renaturyzacją nie będzie zastosowanie nawet naturalnych deflektorów do kierowania nurtu rzeki już zrenaturyzowanej naturalnie;
- Renaturyzacją nie będzie wprowadzanie struktur ani inicjowanie procesów, które nie są typowe dla odpowiedniej rzeki – np. próba inicjowania meandryzacji rzeki roztokowej; wprowadzanie kamienia do nizinnej rzeki piaszczystej lub gliniastej, wprowadzanie skał wapiennych do rzeki krzemianowej, itp.;
- Usuwanie tam bobrowych nie będzie zazwyczaj renaturyzacją, mimo że ze względu na zastosowanie w wyjątkowych przypadkach ujęto je w katalogu;
- Renaturyzacją nie będzie odbudowa zniszczonych, praktycznie nieistniejących przegród poprzecznych na rzece, nawet gdyby po odbudowaniu zaopatrzyć je w przepławkę;
- Renaturyzacją nie są środki minimalizujące i kompensujące, proponowane i stosowane dla umożliwienia inwestycji w wodach (por. np. Prus i Pchalek 2019) – choć co do meritum mogą one sięgać do arsenału działań renaturyzacyjnych.

Primum non nocere!

Zasada „przede wszystkim nie szkodzić” obowiązuje nie tylko w medycynie. Powinna być także podstawą planowania renaturyzacji wód. Oznacza to w praktyce, że:

- Działania renaturyzacyjne, zastosowane w niewłaściwym miejscu lub w niewłaściwy sposób, mogą być szkodliwe, także z czysto ekologicznego punktu widzenia. Nie można do tego dopuścić.
- Dobrze zaplanowana renaturyzacja weźmie pod uwagę i wykorzysta wszystkie spontaniczne tendencje do unaturalniania się rzeki, jeziora czy brzegu morskiego, a nie powinna niszczyć przejawów renaturyzacji spontanicznej. Przykładowo, błędem byłoby wprowadzanie deflektorów mających zawęzić nurt i zainicjować meandryzację w rzece z elementami naturalnego koryta roztokowego, albo usuwanie tam bobrowych poza wyjątkowymi sytuacjami.
- Działania renaturyzacyjne nie mogą szkodzić środowisku; w tym przyrodzie, siedliskom ani gatunkom chronionym.
- Działania renaturyzacyjne powinny w możliwie jak najmniejszym stopniu szkodzić społecznym związkom między społecznościami ludzkimi a wodami, np. znacząco zmieniać tradycyjnych sposobów korzystania z wód takich jak miejsca rekreacji, kąpieli (choć czasami poważna zmiana jest nieunikniona), niszczyć istotnych elementów dziedzictwa kulturowego.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Katalog ułożony jest w kolejności od metod najprostszych (modyfikacje prac utrzymaniowych - U), przez mniej intensywne działania dodatkowe (D), do najintensywniejszych środków technicznych (T), przedstawia też skrótowo grupę działań w zlewni (Z) oraz niezbędne niekiedy działania pomocnicze (P).

Tabela 7. Katalog działań renaturyzacyjnych dla rzek.

KOD	GRUPA	DZIAŁANIE
U0	Modyfikacje renaturyzujące w ramach prac utrzymaniowych	Pozostawienie procesom naturalnym
U1		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja wykaszania roślin z brzegów śródlądowych wód powierzchniowych
U2		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja wykaszania roślin z dna śródlądowych wód powierzchniowych
U3		Zaniechanie, modyfikacja lub ograniczenie usuwania roślin pływających i korzeniących się w dnie śródlądowych wód powierzchniowych,
U4		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania drzew i krzewów porastających dno oraz brzegi śródlądowych wód powierzchniowych
U5		Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód naturalnych
U6		Usuwanie ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód wynikających z działalności człowieka
U7		Punktowe zasypania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych spowodowanych przez obiekty antropogeniczne
U8		Wprowadzanie substratu mineralnego w celu spowodowania spontanicznego zasypania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych
U9		Zaniechanie lub ograniczenie zasypywania wyrw w brzegach śródlądowych wód powierzchniowych
U10		Zaniechanie lub ograniczenie usuwania namulów i osadów piaszczystych
U11		Zaniechanie usuwania żwirowych osadów dennych
U12		Korekta niewłaściwie wykonanego odmulania - likwidacja brzegowych nasypów uformowanych z usuniętych osadów dennych
U13		Zaniechanie usuwania tam bobrowych
U14		Modyfikacja lub usuwanie tam bobrowych
D1	Działania dodatkowe w ramach zwykłego zarządzania wodami	Nasadzanie drzew i krzewów w strefie brzegowej
D2		Kształtowanie roślinności w strefie zalewowej i na brzegach wód
D3		Bariery denitryfikacyjne
D4		Wprowadzanie elementów kluczowych dla zróżnicowania siedliskowego w korycie
D5		Wprowadzanie pryzm żwirowo-kamiennych naśladujących układy bystrzy i plos lub kierujących przepływ
D6		Wprowadzanie naturalnych deflektorów
D7		Modyfikacje zarządzania wodą, w celu eliminacji antropogenicznych zniekształceń przepływu
T1	Działania techniczne	Inicjacja erozji bocznej koryta
T2		Kształtowanie nowego lub odtwarzanie dawnego koryta o postaci optymalnej ekologicznie
T3		Obniżanie fragmentów terenu przyrzecznego
T4		Odnawianie starorzeczy
T5		Tworzenie quasi-starorzeczy
T6		Odtwarzanie rzędnej dna wraz z przywróceniem równowagi bilansu rumowiska

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

T7		Likwidacja umocnień brzegów
T8		Zastępowanie umocnień brzegów przez umocnienia śpiące na granicach wyznaczonego korytarza swobodnej migracji rzeki
T9		Przebudowa umocnień brzegów na bardziej naturalne
T10		Unaturalnianie profilu brzegu
T11		Odtwarzanie wysokich skarp brzegowych
T12		Budowle lub struktury kierujące nurt w celu inicjacji renaturyzujących procesów korytowych
T13		Likwidacja lub odsuwanie wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych
T14		Usuwanie lub przekopywanie nasypów brzegowych lub meandrowych
T15		Likwidacja lub przebudowa zabudowy dna
T16		Likwidacja lub udrażnianie przegród poprzecznych
T17		Przebudowa przepustów
T18		Usuwanie umocnień i odtwarzanie naturalnych procesów w ujściach rzek
Z1	Działania w zlewni	Renaturyzacja mokradeł w zlewni
Z2		Ograniczanie spływu powierzchniowego
Z3		Inne działania poprawiające retencję zlewni
P1	Działania pomocnicze*	Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji
P2		Weryfikacja drożności barier (funkcjonalności przepławki)
P3		Uzupełnienie rozpoznania procesów dynamiki fluwialnej
P4		Pozyskanie gruntów
P5		Weryfikacja (wznowienie) granic
P6		Zakazy
P7		Informacja

U - Modyfikacje renaturyzujące w ramach prac utrzymaniowych

Utrzymanie wód jest realizowane na podstawie art. 226 ustawy Prawo wodne. Cele utrzymania wód określa art. 227 ust. 2 i są nimi: (1) ochrona przed powodzią lub usuwanie skutków powodzi, (2) ułatwienie spływu lodu oraz przeciwdziałanie powstawaniu niekorzystnych zjawisk lodowych, (3) utrzymanie warunków umożliwiających korzystanie z wód, w tym utrzymywanie zwierciadła wody na poziomie umożliwiającym funkcjonowanie urządzeń wodnych, obiektów mostowych, rurociągów, linii energetycznych, linii telekomunikacyjnych oraz innych urządzeń, (4) utrzymanie warunków eksploatacyjnych śródlądowych dróg wodnych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 42 ust. 4 ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o żegludze śródlądowej oraz (5) zachowanie działania urządzeń wodnych, w szczególności ich odpowiedniego stanu technicznego i funkcjonalnego. Jeżeli jest to konieczne do osiągnięcia tych celów, w ramach utrzymania mogą być realizowane prace wymienione w art. 227 ust 3 tej ustawy.

Ustawa nie stawia renaturyzacji wód wśród celów ich utrzymania. Stanowi tylko (art. 227), że utrzymanie nie powinno uniemożliwić osiągnięcia celów środowiskowych. Ponieważ większość prac utrzymaniowych przy niewłaściwym wykonaniu może negatywnie oddziaływać na ekosystem wodny, opracowano katalog dobrych praktyk utrzymania wód (Ministerstwo Środowiska 2018), którego przestrzeganie ma zapewnić uniknięcie takiego ryzyka. Same typowo rozumiane prace utrzymaniowe, nawet wykonywane zgodnie z tymi dobrymi praktykami, nie stanowią jednak jeszcze renaturyzacji wód.

Niekiedy istnieją jednak możliwości wykonania tych prac tak, aby oprócz osiągnięcia celów utrzymania wyliczonych w art. 227 ust. 2 ustawy, przyczyniły się one równocześnie do poprawy stanu hydromorfologicznego cieku, a w ten sposób do poprawy jego stanu ekologicznego; tj. by posłużyły także realizacji obowiązku właściciela wody określonego w art. 231 pkt 1 ustawy, jakim jest zapewnienie osiągnięcia celów środowiskowych. Taki sposób wykonania prac utrzymaniowych może wówczas być uznany za jeden ze sposobów renaturyzacji cieków. Co więcej, koszt takiego wykonania nie przekracza zazwyczaj typowych kosztów prac utrzymaniowych, a niekiedy może wręcz generować oszczędności. Zmodyfikowanie sposobu wykonania prac utrzymaniowych tak, by oprócz ich podstawowego celu uzyskać dodatkowy efekt renaturyzacji, nie wymaga zwykle dodatkowych zezwoleń, a może wręcz ułatwić akceptację zgłoszenia prac do RDOŚ w wymaganym trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody.

U0 - Pozostawienie procesom naturalnym

Opis: Całkowite, konsekwentne i planowe zaniechanie ingerencji w ciek; pozostawienie cieku do samoistnych przekształceń w wyniku naturalnych procesów hydromorfologicznych ("utrzymanie bierne").

Zastosowanie i korzyści: Cieki w obszarach chronionych, w miejscach przeznaczonych do kształtowania przez naturalne procesy. Cieki wśród nieużytków, terenów leśnych lub gruntów o zarzuconym użytkowaniu. Cieki referencyjne do obserwacji naturalnych procesów. W wyniku zaprzestania ingerencji nastąpi spontaniczna renaturyzacja cieku, ale jej zakres i szybkość mogą być rozmaite. Samorzutna renaturyzacja będzie zazwyczaj szczególnie intensywna w ciekach o wysokiej energii, np. w górskich i podgórskich rzekach żwirowych, a szczególnie przyczyniają się do niej wezbrania i generowane przez nie przekształcenia koryta, w tym przypadki erozji brzegów. W ciekach leśnych zaznaczy się odbudowa zasobów martwych drzew i rumoszu drzewnego w nurcie, a są to elementy kluczowe dla ekosystemu i dodatkowo inicjujące różnicowanie się morfologii koryta (Wyżga 2007, Pawlaczyk 2017b). Zwykle wzrośnie krętość nurtu, pojawią się odsypy brzegowe lub śródkorytowe, ukształtuje się naturalna mozaika roślinności wodnej w korycie. Procesy unaturalniania się wolno płynących cieków nizinnych będą jednak powolne; aż do skrajnego ich spowolnienia gdy w cieku zabraknie wody. Procesy spontaniczne nie odtworzą struktur żwirowych, gdy żwir został z koryta wybrany. Spontaniczna renaturyzacja nie rozwiąże też problemów związanych z nadmiernym wcięciem cieków spowodowanych ich dawniejszą regulacją lub utrzymaniem, ani problemów generowanych przez oddziaływania antropogeniczne (np. nadmierna dostawa biogenów i osadów do cieku). Charakter zrenaturyzowanego w ten sposób koryta nie zawsze będzie odpowiadał stanowi historycznemu. Procesy będą zazwyczaj biec w kierunku zwiększenia szorstkości koryta i oporów przepływu, co jest pozytywne z punktu widzenia retencji, ograniczania skutków suszy i ograniczania ryzyka powodziowego w dole rzeki, ale może generować problemy lokalne (por. niżej).

Więcej informacji →

- Gurnell A. 2016. River self-restoration. <http://tarliskagornejraby.pl/>
- Nawrocki P. 2017. Utrzymanie czynne i bierne - potrzeba nowego podejścia do zarządzania rzekami w krajobrazie rolniczym. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 2017, 3: 108-111.

Ryzyko: Skutkiem zaniechania ingerencji w ciek będzie renaturyzacja nie tylko samego cieku, ale i jego doliny. Choć można przewidzieć ogólny kierunek procesów, to szczegóły nie są przewidywalne. Należy liczyć się z boczną migracją koryta cieku oraz z renaturyzacją warunków wodnych, w tym odtwarzaniem się mokradeł wzdłuż cieku, okresowymi zalewami doliny itp. Może to spowodować konflikty, jeżeli w sąsiedztwie cieku znajdowałaby się zabudowa lub infrastruktura.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Wymaga niekonfliktowego otoczenia ciek, np. w postaci szerokiego pasa terenu we władaniu zarządcy ciek lub innego podmiotu publicznego, któremu zależy na renaturyzacji, albo sąsiedztwa nieużytków lub lasów, w których spontaniczne procesy generowane przez ciek mogą być akceptowane. Nie generuje kosztów.

Przykład: Drawa i Płociczna w Drawieńskim Parku Narodowym od lat 70-tych XX w. zostały pozostawione do spontanicznych i dynamicznych samoistnych przekształceń i dziś uchodzą za wzorce naturalnych rzek, mimo że historycznie zwłaszcza Drawa była wykorzystywana do spławu drewna i żeglugi. W szczególności, obie rzeki stały się obiektami referencyjnymi pod względem roli martwego drewna w ciekach. Niektórzy ekolodzy zwracają jednak uwagę, że mimo wielu cech naturalności, wciąż zaobserwować w nich można deficyt utworów żwirowych, które nie mają się jak odtworzyć.



Fotografia 16. Rzeka Płociczna w Drawieńskim Parku Narodowym – zupełnie unaturalniona po kilkudziesięciu latach biernej ochrony.

Fot. Paweł Pawlaczyk

U1 - Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja wykaszania roślin z brzegów śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Często stosowane działanie utrzymaniowe polega na koszeniu roślinności na brzegach ciek, a dobre praktyki zalecają, by wykonywać to w sposób ograniczony, mozaikowy i niezbyt częsty. Koszenie w strefie brzegowej może stać się elementem renaturyzacji, gdy jest częścią szerszego programu działań stymulujących rozwój roślinności, jako tzw. strefy buforowej ciek (por. opis działania D2). Zwykle wymaga to mozaikowego pozostawiania nie koszonych płatów i pasm roślinności, ale np. w przypadku dążenia do ograniczenia inwazyjnych gatunków obcych – koszenia intensywniejszego niż zwykle. Punktowe wykoszenie zwartych ziołorośli może ułatwić nasadzenia

drzew lub krzewów, a późniejsze zaniechanie koszenia w tych miejscach umożliwi ich rozwój. Optymalna strefa buforowa ma złożoną strukturę, składa się z pasa drzewiastego (nie powinien być koszony), pasa ziołorośli (mozaikowe koszenie co kilka lat) i ewentualnie pasa niskiej, regularnie koszonej roślinności trawiastej.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.

Zastosowanie i korzyści: Tworzenie i optymalizacja funkcjonowania strefy buforowej cieków, dla ograniczenia spływu biogenów i substancji zamulających oraz dla różnorodności biologicznej. Ważne szczególnie przy ciekach, także drobnych, w zlewniach intensywnie użytkowanych rolniczo. Ważne przy ciekach wpływających niżej do jezior (por. działanie JU1 w katalogu działań dla jezior, rozdz. 4.3). Działanie może być elementem szerszych przedsięwzięć kształtowania i renaturyzacji terenów przyrzecznych i stref buforowych - por. opis działania D2 i lit. tam cyt.

Inną potencjalną korzyścią jest ograniczenie odpływu w sezonie wegetacyjnym, przyczyniające się do zmniejszenia skutków suszy. Wskutek lepszego wychwytu biogenów, ograniczenie zarastania roślinnością wodną i zamulania się samego koryta, a tym samym ograniczenie potrzeby prac utrzymaniowych. Utrzymanie płatów nieużytkowanej roślinności jako ostoi różnorodności biologicznej. W przypadku występowania inwazyjnych gatunków obcych może być potrzebne koszenie ukierunkowane na ich eliminację. Pozostawienie niekoszonej roślinności zazwyczaj umożliwia rozwój ziołorośli, potem niekiedy rozwój roślinności krzewiastej i drzewiastej. Minimalizację wykaszania brzegów optymalnie jest stosować w całych systemach cieków i rowów, szczególnie w górnych częściach zlewni. Roślinność mokradeł przyrzecznych powinna być wykaszana tylko wtedy, gdy jest to potrzebne np. utrzymania cennych zbiorowisk roślinnych, gatunków albo dla usunięcia nadmiaru biogenów z doliny. Odstąpienie od wykaszania brzegów należy stosować, gdy użytkowanie rolnicze w dolinie zanikło, a także nad wszystkimi większymi (>10m) ciekami. Por. także działanie D2.

Ryzyko: Zwykle niewielkie. Lokalnie na mniejszych ciekach przy zaniechaniu wykaszania brzegów może występować zwiększenie oporów przepływu w strefie wód wysokich, spowalniające odpływ wody po letnich deszczach nawalnych i jej odbiór z systemów melioracyjnych; w kontekście zagrożenia suszą taki efekt jest jednak raczej pożądany. Nad większymi ciekami oraz na obszarach gdzie rolnictwo zanikło, problemy dla użytkowania terenów sąsiadujących z ciekami nie powinny być znaczące. Należy jednak zachować ostrożność w przypadku wdrożenia na odcinkach małych cieków, poniżej obszarów krytycznych dla ryzyka powodziowego (zabudowa, infrastruktura). W obszarach zurbanizowanych może wystąpić negatywny społeczny odbiór „pozostawiania chaszczy”, co jednak można zminimalizować działaniami informacyjno-edukacyjnymi.

Wymagania i koszty: Wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu cieków lub umowy z właścicielem gruntu. Wykaszanie brzegów wód w okresie 15.03-15.08 wymaga zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeżeli cel i sposób wykonania jest prośrodowiskowy. Koszenie kosztuje od 100 do 500 euro/ha; zaniechanie lub ograniczenie wykaszania nie generuje kosztów, lecz pozwala uzyskać oszczędności.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 17. Mokradłowa strefa buforowa na brzegu ciek, do wyłączenia z wykaszania.

Fot. M. Grygoruk.

U2 - Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja wykaszania roślin z dna śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Często stosowane działanie utrzymaniowe polega na wykaszaniu w okresie letnim roślinności wodnej w cieku, a dobre praktyki zalecają, by wykonywać to w sposób ograniczony, mozaikowy i niezbyt częsty; pozostawiając nie wykaszanej roślinności reofilną (prądolubną). Takie wykaszanie może stać się elementem renaturyzacji, gdy służy takiemu ukształtowaniu nurtu, by zainicjować różnicowanie się sztucznie uproszczonego koryta ciek, tj. oprócz w/w wymogów jest prowadzone krętą linią, z naprzemiennym pozostawieniem płatów roślinności, tak by miejscami zbliżyć nurt do brzegu, a miejscami dać możliwość formowania się odsypu brzegowego (Rys. 38, 39).

Zastosowanie i korzyści: Delikatne inicjowanie procesów erozji i sedymentacji różnicujących koryto, z równoczesnym zachowaniem skupień roślinności jako schronień dla organizmów wodnych. Działanie, realizowane w delikatnym i ograniczonym zakresie, może wyjątkowo być przydatne dla utrzymania linii przepływu ciek przez silnie zwierający się szuwar trzcinowy, pałkowy lub turzycowy. Nie da się zrealizować w najmniejszych, najwęższych ciekach, gdy na krętą linię wykoszenia brakuje miejsca. Na ciekach zarastających tylko roślinnością prądolubną wykaszanie w ogóle nie jest zasadne. Należy podkreślić, że silny rozwój roślinności w korycie może być skutkiem nadmiernej dostawy biogenów lub niedostatecznego zacienienia ciek, tj. może sygnalizować potrzebę działań U1, U4, D1, D2. Działanie nie ma oczywiście zastosowania na ciekach nie zarastających roślinnością, np. kamienisto-żwirowych rzekach i potokach górskich.

Więcej informacji →

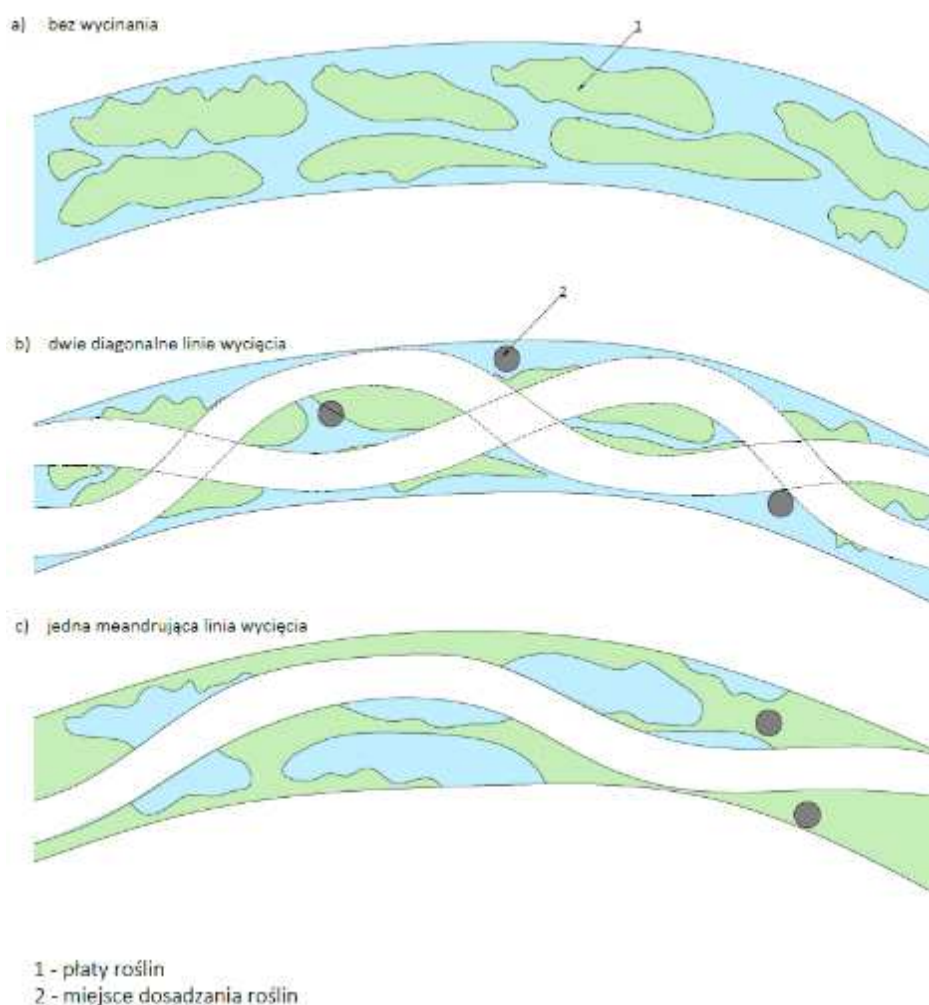
- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Gurnell A. 2014. Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39, 1: 4-25.

Ryzyko: Przy wykaszaniu możliwe naruszenie zakazów ochrony gatunkowej, zwłaszcza w rzekach włosienicznikowych. Zupełne zaniechanie wykaszania na małych ciekach, szczególnie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

zeutrofizowanych, może spowolnić odpływ wody po letnich deszczach nawalnych i jej odbiór z systemów melioracyjnych; w kontekście zagrożenia suszą taki efekt jest jednak pożądany. Nad większymi ciekami oraz na obszarach gdzie rolnictwo zanikło, problemy dla użytkowania terenów sąsiadujących z ciekami nie powinny być znaczące. Wpływ renaturyzujących modyfikacji wykaszania na prędkość przepływu i stany wód przy prawidłowym wykonaniu jest niewielki.

Wymagania i koszty: Wykaszenie roślinności wodnej w okresie 15.03-15.08 wymaga zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeżeli cel i sposób wykonania jest prośrodowiskowy. W przypadku gatunków chronionych (np. włosieniczniki) wymaga dodatkowego zezwolenia RDOŚ. Wykaszenie kosztuje średnio ok. 350 euro/ha; zaniechanie lub ograniczenie wykaszania nie generuje kosztów, a pozwala uzyskać oszczędności.



Rysunek 38. Inicjacja krętości nurtu poprzez określony sposób wykaszania i uzupełniania roślinności wodnej.

Źródło: Ministerstwo Środowiska (2018), opracowano na podstawie: Fjorback i Kronvang (2002).

U3 - Zaniechanie, modyfikacja lub ograniczenie usuwania roślin pływających i korzeniących się w dnie śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Stosowane niekiedy działanie utrzymaniowe polega na usuwaniu (wyrzucaniu w całości) roślin wodnych; a często na wykonywaniu tzw. hakowania i usuwaniu roślin wraz z osadami dennymi. Zwykle

oddziałuje to negatywnie na ekosystem, dobrą praktyką jest więc maksymalna minimalizacja stosowania tego działania (lepiej ograniczyć się tylko do wykaszania). Mimo to, w wyjątkowych przypadkach może być celowe, a nawet może służyć renaturyzacji – gdy wykona się je w sposób inicjujący różnicowanie się sztucznie uproszczonego koryta ciek, a więc nie na całej szerokości ciek, w miarę możliwości krętą linią (Rys. 38, 39) (por. działania U2, U10).

Zastosowanie i korzyści: Wyjątkowo, w celu zainicjowania zróżnicowania koryta ciek i dalszych procesów erozji i sedymentacji pogłębiających to zróżnicowanie; zawsze z równoczesnym zachowaniem przynajmniej niektórych skupień roślinności wodnej. Zawsze należy rozważyć, czy nie wystarczające byłoby tylko odpowiednie wykaszanie (U2). Nadmierny rozwój roślinności w ciek może być skutkiem nadmiernej dostawy biogenów lub niedostatecznego zacienienia ciek, tj. może sygnalizować potrzebę działań U1, U4, D1, D2. Działanie nie ma oczywiście zastosowania na ciekach nie zarastających roślinnością, np. kamienisto-żwirowych rzekach i potokach górskich.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Gurnell A. 2014. Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39, 1: 4-25.

Ryzyko: Usuwanie roślin wodnych ma zwykle silny negatywny wpływ na ekosystem wodny; możliwe jest naruszenie zakazów ochrony gatunkowej, zwłaszcza w rzekach włosienicznikowych. Jeżeli ograniczyć zakres usuwania albo od niego odstąpić, to ograniczony może zostać efekt ułatwienia przepływu, co może prowadzić do okresowych podtopień terenu przy ciek. Dlatego takie modyfikacje należy ostrożnie stosować na odcinkach małych cieków na obszarach krytycznych dla ryzyka powodziowego (zabudowa, infrastruktura) i bezpośrednio poniżej nich. Często jednak możliwe jest częściowe usunięcie roślinności z dna krętą linią, co pozwala uzyskać zarówno ułatwienie przepływu, jak i możliwość zainicjowania renaturyzacji.

Wymagania i koszty: Usuwanie roślinności wodnej w okresie 15.03-15.08, a w obszarach chroniących rzeki włosienicznikowe przez cały rok, wymaga zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeżeli cel i sposób wykonania jest prośrodowiskowy. W przypadku gatunków chronionych (np. włosieniczniki) wymaga dodatkowego zezwolenia RDOŚ. Usuwanie kosztuje średnio ok. 350 euro/ha; zaniechanie lub ograniczenie wykaszania nie generuje kosztów, lecz pozwala uzyskać oszczędności.

U4 - Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania drzew i krzewów porastających dno oraz brzegi śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Usuwanie drzew i krzewów porastających dno oraz brzegi śródlądowych wód powierzchniowych jest realizowane w ramach działań utrzymaniowych. Drzewa są zwykle cennym elementem ekosystemu, korzystnie oddziałującym na wodę (stabilizują brzeg, tworzą ukrycia dla organizmów wodnych, zacieniają wodę hamując jej nadmierne nagrzewanie się¹⁶ oraz nadmierny rozwój roślin wodnych, dostarczają rumoszu drzewnego, stanowią strefę buforową przechwytyjącą spływ biogenów itp.). Owady i ich larwy spadające z liści drzew do wody są źródłem pokarmu dla ryb. Dobra praktyka prac utrzymaniowych polega więc zwykle na minimalizacji usuwania drzew. Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania drzew może przyczyniać się do renaturyzacji ciek, gdy wykonuje się je tak,

¹⁶ Kwestia nagrzewania się wody nabiera szczególnego znaczenia w obliczu zmian klimatu. Podniesienie się temperatury wody (i związany z tym deficyt tlenu) na odcinkach rzek i potoków pozbawionych zacienienia może powodować wysoką śmiertelność ryb, szczególnie gatunków zimnolubnych, takich jak pstrąg potokowy. W okresie wędrówek tarłowych ryb łososiowatych, fragmenty cieków z nagrzaną wodą mogą stanowić barierę migracyjną.

że jednak służy rozwojowi zadrzewień nad ciekami (niekoniecznie wzdłuż całej długości brzegu), wzmożeniu dostawy do cieku rumoszu drzewnego (np. pozostawianie drzew zamierających i martwych), albo służy mozaikowemu kształtowaniu oświetlenia cieku (z jednej strony zapewniając wówczas korzyści ekologiczne z zadrzewień, ale z drugiej umożliwiając rozwój roślin wodnych, np. roślinności włosienicznikowej w rzekach włosienicznikowych). Ścinanie pojedynczych drzew nadbrzeżnych i pozostawianie ich w cieku może służyć zainicjowaniu pożądanych procesów różnicowania się siedlisk w korycie i inicjowaniu rozwoju krętej trasy rzeki, analogicznie do działań być formą renaturyzacji analogiczną do działań D4, D6.

Zastosowanie i korzyści: Optymalizacja funkcjonowania strefy buforowej rozwiniętej w oparciu o roślinność drzewiastą. Stabilizacja brzegów przez roślinność drzewiastą. Zacienienie cieku i zapobieganie jego nagrzewaniu się oraz nadmiernemu rozwojowi roślinności w cieku. Utrzymanie zadrzewień jako ostoi różnorodności biologicznej. Niekiedy aktywne kształtowanie mozaikowych warunków świetlnych w cieku i wzmocnień brzegu przez korzenie drzew (w tym stymulacja krętości nurtu przez rozwój drzew); kształtowanie zadrzewień odcinkowych, grupowych w celu zróżnicowania ocienienia cieku. Odtworzenie obecności rumoszu drzewnego w cieku, jako ważnego elementu hydromorfologicznego; wzbogacenie cieku o martwe drewno, pełniące także rolę naturalnych deflektorów. Troska o spontaniczny rozwój zadrzewień nad ciekami jest potrzebna szczególnie tam gdzie jest ich niewiele, a cieki są narażone na silny wpływ zlewni rolniczej. Troska o możliwość starzenia się i zamierania drzew na brzegach potrzebna jest szczególnie tam, gdzie w cieku brak jest martwego drewna. Por. także działanie D1 w przypadku potrzeby uzupełnienia zadrzewień.

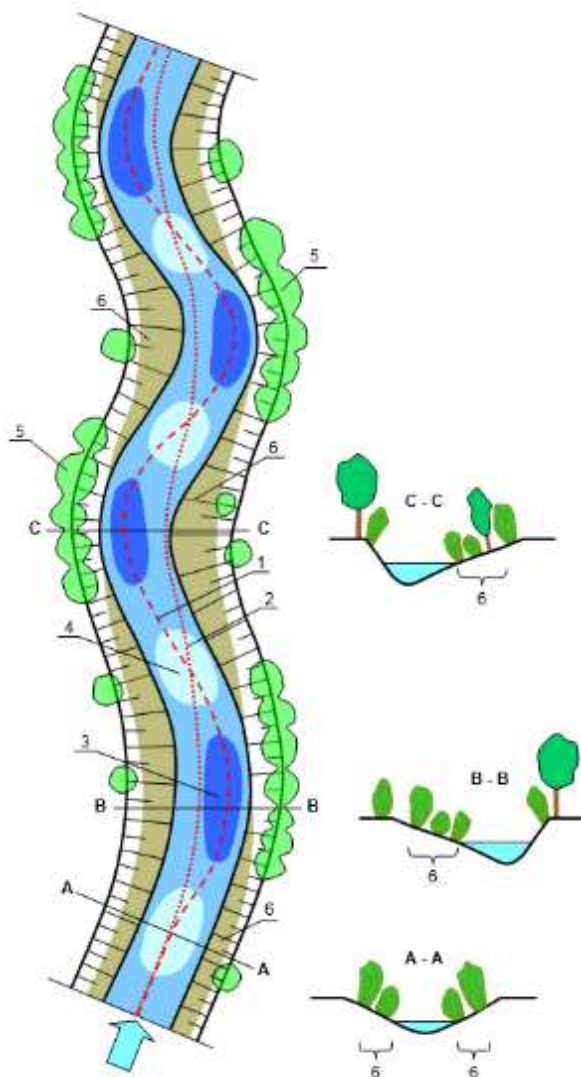
Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- The Woodland Trust 2016. Keeping river cool: A Guidance Manual. Creating riparian shade for climate change adaptation.

Ryzyko: Obecność drzew na brzegach cieku może komplikować wykonanie innych prac utrzymaniowych oraz nieco spowalniać przepływ przy wyższych stanach wód, z reguły jednak korzyści ekologiczne i hydrologiczne z obecności drzew przeważają.

Wymagania i koszty: Usuwanie drzew o obwodzie w nasadzie (na wys. 5 cm) przekraczającym 50 cm (kasztanowca, robinii i platanu 65cm, topól, wierzb, klonu jesionolistnego i srebrzystego 80 cm) wymaga zezwolenia gminy i zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeżeli cel i sposób wykonania jest prośrodowiskowy. W przypadku złomów i wykrotów zezwolenie gminy zastępuje protokół oględzin z udziałem gminy. Koszty są zróżnicowane i zależne od szczegółów pracy. Zaniechanie lub ograniczenie usuwania nie generuje kosztów, lecz pozwala uzyskać oszczędności.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 39. Stymulacja krętości i urozmaicenia koryta za pomocą zróżnicowanego wykaszania i usuwania roślin, w tym usuwania drzew i krzewów, z dna oraz brzegów śródlądowych wód powierzchniowych.

Oznaczenia: 1 – linia nurtu w korycie wód średnich i niskich, 2 – linia nurtu przepływu wód wielkich, 3 – przegłębienie dna koryta na łuku (płoso), 4 – wypłylenie dna koryta na przejściu nurtowym (bystrze), 5 – strefa roślinności stabilizującej skarpę na brzegu wklęsłym, 6 – strefa wykaszania roślinności brzegowej (usuwania drzew i krzewów).

Źródło: Prus i in. (2018)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 18. Pozostawienie zadrzewień w strefie przybrzeżnej skutecznie redukuje nadmierny rozwój makrofitytów w korycie, tym samym zmniejszając potrzebę wykaszania roślinności.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

U5 - Zaniechanie, ograniczenie lub modyfikacja usuwania ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód naturalnych

Opis: Usuwanie z wód „przeszkód naturalnych” jest często realizowane w ramach działań utrzymaniowych, ale jest to działanie silnie negatywnie oddziałujące na ekosystem wodny. „Przeszkody”, które są usuwane – jak np. głazy, wychodnie skalne, martwe drzewa, rumosz drzewny – to właśnie elementy cenne z punktu widzenia hydromorfologii i ekologii cieków. Dobra praktyka prac utrzymaniowych polega na maksymalnym ograniczeniu usuwania takich elementów. Efekt renaturyzacji może być osiągnięty przez całkowite lub częściowe zaniechanie usuwania, tak by umożliwić odbudowę zasobów np. martwego drewna w ciekach. Działaniem renaturyzacyjnym może być także modyfikowanie przeszkód tak, by w zasadniczej swojej części mogły jednak w cieku pozostać – np. przecinanie martwych drzew zamiast ich pełnego usuwania, mocowanie martwych drzew by nie było ryzyka ich spłynięcia przy wyższych stanach wód lub ich przemieszczanie w strefy pozanurtowe i zastoiskowe.

Zastosowanie i korzyści: Wzbogacanie struktury koryta w wyniku stopniowego odtwarzania się obecności martwych drzew i rumoszu drzewnego; inicjowanie spontanicznych procesów. Umożliwianie pozostawiania w korycie elementów, które inaczej zostałyby usunięte.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Pawlaczyk P. 2017. Martwe drewno jako element ekosystemu rzeczny. Przegląd Przyrodniczy 28, 4: 62-92.

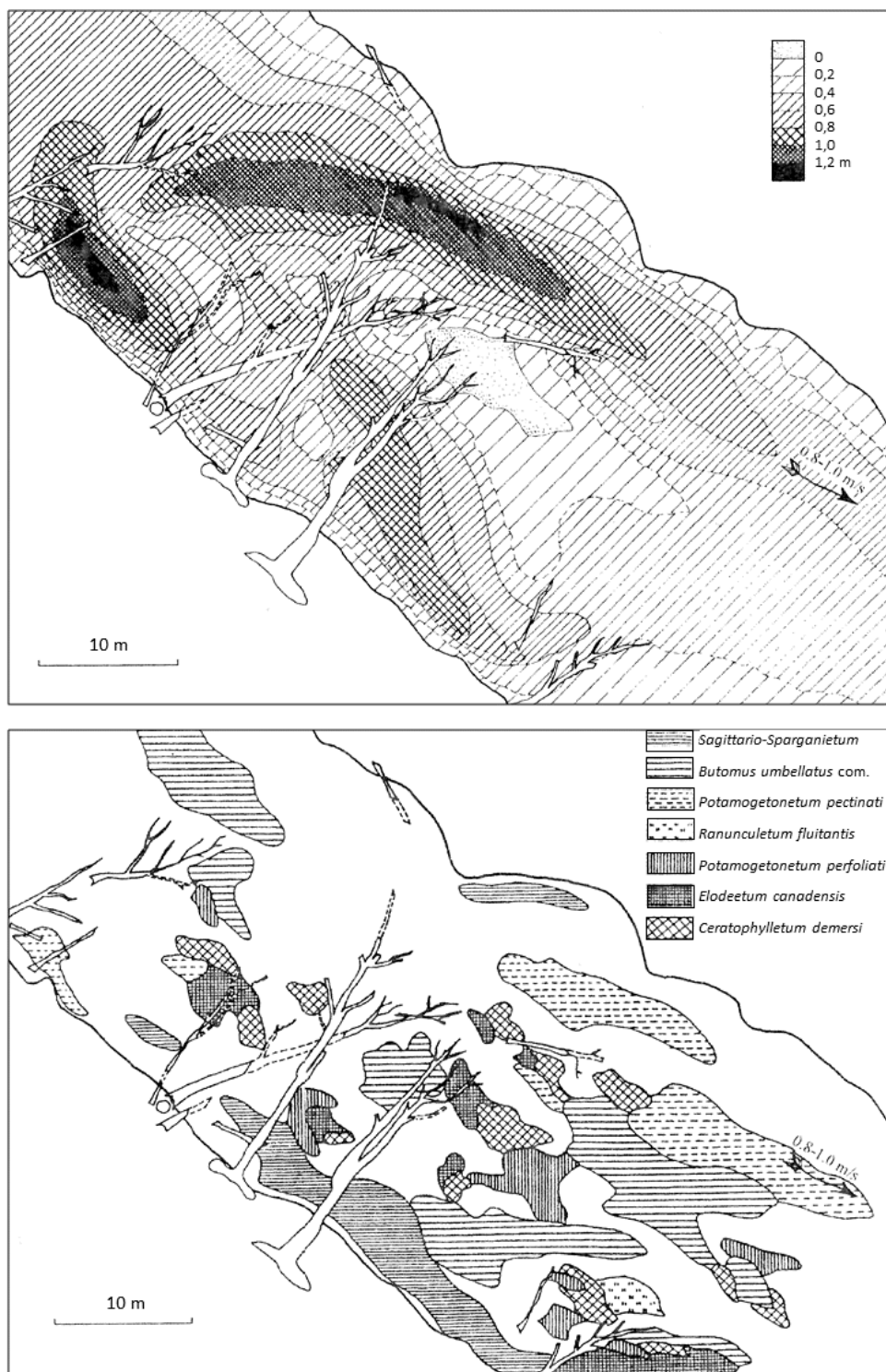
Ryzyko: Pozostawione przeszkody mogą inicjować powstawanie zatorów, a te z kolei mogą powodować lokalne podtopienia, dlatego najbezpieczniej jest wdrażać działanie na odcinkach

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

odległych od zabudowy. Na większych ciekach istnieje ryzyko uruchomienia rumoszu drzewnego przy wezbraniach i tworzenia się zatorów ze znoszonego rumoszu na mostach, przepustach itp. lub wprowadzenia go na drogi wodne – takiemu ryzyku najlepiej zapobiegać stosując kotwienie martwych drzew. Dodatkowo, przy przejściu cieku z odcinka naturalizowanego w odcinek wśród zabudowy lub infrastruktury można zastosować łapacze rumoszu drzewnego. Choć w większości przypadków problemy da się ograniczyć, to niekiedy ryzykowne może być zaniechanie usuwania przeszkód na odcinkach w terenie zurbanizowanym lub poniżej, lub na niektórych ciekach, których przepustowość jest kluczowa dla lokalnej ochrony przeciwpowodziowej. Niezależnie od rzeczywistego ryzyka, działanie może budzić obawy społeczne.

Wymagania i koszty: Usuwanie przeszkód naturalnych wymaga zgłoszenia do RDOS, a w przypadku złomów lub wykrotów drzew dodatkowo protokołu oględzin przez gminę. Zaniechanie lub ograniczenie tego usuwania nie wymaga jednak zezwoleń ani nie generuje kosztów. W przypadku konieczności zamocowania martwych drzew, koszt waha się w granicach 50-500 euro/szt.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 40. Znaczenie martwych drzew powalonych w nurt rzeki dla zróżnicowania głębokości koryta i jego roślinności. Rzeka Dądra.

Źródło: Pawlaczyk (1995).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 19. Martwe drzewo – kluczowy element ekologii ekosystemu rzecznego, jeśli to tylko możliwe, nie powinien być usuwany. Renaturyzacja powinna polegać na otworzeniu się zasobów takich drzew.

Fot. Paweł Pawlaczyk.



Fotografia 20. Zrenaturyzowana rzeka – zasoby martwych drzew odtworzone wskutek konsekwentnego ich nieusuwania. Brda w Borach Tucholskich.

Fot. Paweł Pawlaczyk

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 21. Przed ryzykiem zatykania przepustów przez znoszone przez wodę martwe fragmenty drzew można się zabezpieczyć – łapacz rumoszu drzewnego w Lesie Bregenckim w Austrii. Podobne rozwiązania są możliwe także na dużej skale, jako prewencja zatorów na mostach i in. antropogenicznych zwężeniach koryta.

Fot. Paweł Pawlaczyk

U6 - Usuwanie ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód wynikających z działalności człowieka

Opis: Prośrodowiskowe działanie utrzymaniowe, zbieżne z renaturyzacją. Obejmuje w szczególności usuwanie: naniesionych przez wodę odpadów tworzących skupienia przeszkadzające w przepływie wody oraz wyrzuconych do cieku: odpadów wielkogabarytowych, gruzu, ziemi, żużla; nielegalnych ogrodzeń wchodzących w koryto rzeki, nielegalnych kładek i przegród, elementów stanowiących próby amatorskiego umacniania brzegu przez właścicieli działek sąsiadujących, a zakłócających przepływ; innych konstrukcji niebędących urządzeniami wodnymi, a znajdujących się w strefie, która może być objęta przepływem; usuwanie lub udrażnianie pozostałości zniszczonych, zbędnych urządzeń wodnych.

Zastosowanie i korzyści: Usunięcie elementów antropogenicznych, przywrócenie naturalnych warunków przepływu, w tym usunięcie elementów potencjalnie zatorogennych.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Ryzyko: W przypadku dużych przeszkód, np. pozostałości budowli, samo wprowadzenie sprzętu niezbędnego do ich usunięcia może być negatywną ingerencją w ekosystem. W takich przypadkach należy rozważyć alternatywę, w postaci przekształcenia przeszkody tak, by maksymalnie zmniejszyć jej oddziaływanie na ciek, ale z pozostawianiem jej pozostałości (por. Plesiński i in. 2019).

Wymagania i koszty: Usuwanie przeszkód wymaga zgłoszenia do RDOŚ. Koszt może być bardzo zróżnicowany; zależy od rodzaju przeszkody.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 22. Przykłady odpadów podlegających usuwaniu w ramach działania U6.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017).

U7 - Punktowe zasypania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych spowodowanych przez obiekty antropogeniczne

Opis: Jeden ze sposobów realizacji działania utrzymeniowego - zasypywania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych, polegający na punktowym wprowadzeniu żwiru, kamieni do powstałych wyrw w dnie, wybojów, podmywających obiekty antropogeniczne. Efekt renaturyzacji dotyczy zwłaszcza przypadków, gdy w ten sposób likwiduje się podmycia tworzące bariery dla organizmów wodnych (np. uskoki powstałe wskutek wymycia dna za betonowymi umocnieniami dna). Prawidłowe wykonanie powinno trwale rozwiązać problem, co wymaga użycia gruntu o odpowiedni składzie granulometrycznym, tj. takiego który nie zostanie ponownie wymyty. Dobre rozwiązania, po uprzednim doborze odpowiedniego uziarnienia zapewniającego stabilność dna, polegają najczęściej na uformowaniu bystrza żwirowo-kamiennego lub serii bystrzy w rejonie i poniżej wyrwy, skutkującego podniesieniem poziomu wody i spowolnieniem nurtu w na odcinku rzeki, który uprzednio był intensywnie erodowany.

Zastosowanie i korzyści: Stabilizacja obiektów inżynierskich, uniknięcie głębszych ingerencji, łagodzenie skutków nadmiernej erozji dennej, likwidacja barier dla organizmów wodnych, jakie stanowią podmyte elementy. Wykorzystywany i wprowadzany materiał powinien być odpowiedni dla charakteru danej rzeki; działanie nadaje się więc głównie dla rzek żwirowodennych. Nie należy stosować materiału obcego, np., kruszywa krzemianowego w cieku wapiennym i na odwrót.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymeniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo.
- Jeleński J., Mikuś P. 2019. Rewitalizacja koryt żwirowodennych przez przywracanie sekwencji bystrza-płosa, ich rola środowiskowa i zastosowanie. W: Czerniawski R., Bilski P. (red.) Funkcjonowanie i ochrona wód płynących. Uniwersytet Szczeciński i Drawieński Park Narodowy, Szczecin

Ryzyko: Wykonanie działania z hydrotechnicznego punktu widzenia nie powinno generować dodatkowych problemów, a przeciwnie – może np. zapobiec problemom ze stabilnością budowli.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Likwidowane wyrwy mogą jednak stanowić wtórny, ale istotny element zróżnicowania morfologii koryta, co należy starannie rozważyć.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeśli cel i sposób wykonania jest prośrodowiskowy, chyba że jest wykonywane w ciągu 2 lat od powstania wyrwy. Koszt jest zróżnicowany, zależnie od wielkości rzeki i wyrwy oraz przyjętych szczegółów rozwiązania, a w konsekwencji od ilości potrzebnego materiału.

Przykład: W 2019 r. Towarzystwo Przyjaciół rzeki Tanew wykonało zasypanie żwirem wybojów powstałych poniżej stopnia w rejonie Borowca, formujące serię bystrzy, co doprowadziło do odtworzenia ciągłości rzeki.

U8 - Wprowadzanie substratu mineralnego w celu spowodowania spontanicznego zasypania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Jeden ze sposobów realizacji działania utrzymeniowego - zasypywania wyrw w dnie śródlądowych wód powierzchniowych, czyli umieszczania na dnie rzeki luźnego materiału skalnego o różnym uziarnieniu (od kamieni przez żwiry do piasku; najczęściej jednak żwirów) w celu wypełnienia wyrw, wybojów lub dłuższych odcinków koryt nadmiernie wciętych i pozbawionych naturalnego rumowiska rzeczno. Działanie polega na stymulowaniu naturalnego zasypania wyrw w dnie rumowiskiem transportowanym przez rzekę oraz dodatkowo dostarczonym. Materiał może być także wsypywany do rzeki tak, by w wyniku procesów transportu rumowiska przez rzekę samorzutnie doszło do jego naturalnej akumulacji w odpowiednim miejscu. Może wreszcie być umieszczany tak, by skłonić rzekę do naturalnego zasypania wyrw w dnie, nie tylko rumowiskiem wsypanym, ale także rumowiskiem naturalnie wleczonym.

Jedną z form działania jest tzw. "karmienie rzeki" odpowiednim materiałem mineralnym (piasek, żwir) za przeszkodami poprzecznymi blokującymi transport rumowiska, przy czym wprowadzany materiał może być pobierany przed przegrodą albo ewentualnie pochodzić z zewnątrz. Dostarczenie materiału pochodzącego z zewnątrz może być konieczne szczególnie na odcinkach cieków poniżej budowli piętrzących, gdzie dla zapewnienia stabilności dna będzie potrzebny materiał o uziarnieniu większym niż naturalnie występujący w tym fragmencie cieku.

Formą tego działania jest także kształtowanie w rzekach żwirowodennych (wymagany spadek $> 0,2\%$) bystrzy w formie ramp i pochylni dennych żwirowo-kamiennych, co – o ile istnieje dostawa i transport rumowiska żwirowego z góry - może doprowadzić do podniesienia rzędnych dna koryta, zahamowania jego wcinania się (tj. rozwoju wyrw dennych) i odzyskania równowagi dynamicznej dna. Wymaga to obliczenia odpowiednich parametrów bystrzy, do czego stosuje się tzw. równania równowagi Hey'a-Thorne'a (Jeleński i Wyżga 2016, por. szersze uwagi w opisie działania D5). Wprowadzany materiał może być pozostawiany jako luźny, bądź w pewnym stopniu zagęszczany (np. zagęszczanie przez przejazd sprzętem budowlanym na ogumowanych kołach; stosuje się niekiedy przy tworzeniu kamienno-żwirowych koron bystrzy). Działanie to może być sklasyfikowane jako utrzymeniowe, gdy stosowane jest w cieku wcinającym się w dno, tj. w warunkach powstawania wyrw w dnie. Podobne przedsięwzięcia stosowane w innych warunkach, także profilaktycznie, opisano jako działanie D5.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymeniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Jeleński J., Mikuś P. 2019. Rewitalizacja koryt żwirowych przez przywracanie sekwencji bystrza-płosa, ich rola środowiskowa i zastosowanie. W: Czerniawski R., Bilski P. (red.) Funkcjonowanie i ochrona wód płynących. Uniwersytet Szczeciński i Drawieński Park Narodowy, Szczecin

Zastosowanie i korzyści: Głównie odtwarzanie stabilnych parametrów żwirowych koryt rzecznych, (potencjalnie również stabilizacja dna na silnie erodowanych odcinkach rzek o korytach piaszczystych, bezpośrednio poniżej budowli piętrzących); przerwanie procesu nadmiernego wcinania się rzeki w dno spowodowanego przez niedostateczną dostawę i transport rumowiska rzeczno-żwirowego lub przez wydobywanie żwirów z koryta. Minimalizacja negatywnego oddziaływania budowli hydrotechnicznych na transport rumowiska rzeczno-żwirowego przez powtarzalne „karmienie rzeki” poniżej takich budowli. Działanie nie powinno być pretekstem do likwidowania przegłębień w dnie; a powinno być stosowane tylko w przypadku wyraźnej antropogenicznej genezy przegłębienia i po starannym rozważeniu wszystkich aspektów środowiskowych.

Ryzyko: Negatywne oddziaływania są mało prawdopodobne. Działanie może nieco zwiększać częstotliwość przepływów ponadkorytowych, ale równocześnie ogranicza nadmierną energię wody w przegłębionych korytach, co sumarycznie jest korzystne dla ograniczenia ryzyka powodziowego. Zapobieganie nadmiernemu wcinaniu się koryt ogranicza także skutki suszy.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody, chyba że dotyczy zasypywania wyrw nie starszych niż 2 lata. Koszt zależy od parametrów cieku i rozmiarów wyrw w dnie.

Przykład: Takie rozwiązanie zastosowano w projekcie „Tarliska Górnej Raby” realizowanego w latach 2012-2016. Na podstawie analizy przekroju koryta rzeki górskiej i jego położenia w dolinie wskazywano czy, gdzie i kiedy należy uzupełnić ilość rumowiska dennego celem zachowania przekroju koryta w równowadze. Udało się w ten sposób zahamować podmywanie przez Rabę niektórych budowli, w tym ważnego dla lokalnej komunikacji mostu.



Fotografia 23. Podniesienie i odtworzenie korony bystrza przez wprowadzenie kamieni – wywołało samorzutne zasypanie przez rzekę wyrwy w dnie, podmywającej stopień położony powyżej. Projekt „Tarliska Górnej Raby”.

Fot. I. Biedroń

U9 - Zaniechanie lub ograniczenie zasypywania wyrw w brzegach śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Zasypywanie wyrw w brzegach to działanie utrzymaniowe polegające na wypełnianiu erozyjnych podcięć brzegu materiałem mineralnym, najczęściej w formie żwiru lub kamienia, w celu wypełnienia miejsc wyerodowanych przez nurt cieku i zapobieżeniu dalszej erozji. Niekiedy stosowana jest także tzw. zabudowa biologiczna wyrw, za pomocą układania darni, obsiewu, sadzenia sadzonek, zrzesów, sztoprów, układania faszyny lub tzw. kieszki gałęziowej ze świeżo ściętych, żywych gałęzi wierzby, itp. Z punktu widzenia ekologii i hydromorfologii cieku taka likwidacja wyrw jest niekorzystna, gdyż ogranicza dostawę do rzeki rumowiska pochodzącego z erozji bocznej, zaburzając równowagę dynamiczną cieku poniżej, a także eliminuje cenne siedliska roślin i zwierząt. Dobra praktyka realizacji działania utrzymaniowego polega więc na minimalizacji zakresu działania i pozostawieniu przynajmniej niektórych niezabudowanych wyrw.

Dotyczy to także wyrw powstałych jako „szkody powodziowe”, tj. po wezbraniach, niekiedy w powiązaniu ze zniszczeniem umocnień brzegowych. Jeśli wyrwy nie zagrażają istotnym elementom zagospodarowania zlewni, to można rozważać ich pozostawienie; traktując wówczas „szkody powodziowe” jako element naturalnej i bezkosztowej renaturyzacji rzeki.

O renaturyzacyjnej modyfikacji działania można mówić przede wszystkim wtedy, wtedy, gdy pozwala się na dalszy spontaniczny rozwój przynajmniej niektórych wyrw, a tym samym na naturalny rozwój trasy koryta cieku. Natomiast wyrwy, których likwidacja będzie jednak konieczna, należy zabudować z wykorzystaniem elementów charakterystycznych dla danego cieku (nie wprowadzając np. kamienia na rzekach piaszczystych), np. z wykorzystaniem rumoszu drzewnego: pni, karpiny i tarcz korzeniowych drzew (Rys. 41), ponieważ w ten sposób osiąga się przynajmniej częściowy efekt renaturyzacji w postaci przywrócenia obecności martwego drewna w korycie rzeki. Są też sytuacje, kiedy intensywna erozja brzegowa na danym odcinku cieku o naturalnym charakterze koryta jest wynikiem nadmiernej dynamiki przepływów, będącej skutkiem regulacji (wyprostowania) koryta cieku powyżej. Renaturyzacja tego uregulowanego odcinka cieku (spowolnienie przepływów) może skutkować znaczącym ograniczeniem potrzeby zasypywania wyrw na naturalnym odcinku poniżej.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Zaniechanie lub ograniczenie likwidacji wyrw to środek pozwalający na przynajmniej częściowe przywrócenie procesów erozji bocznej i migracji koryta, a w konsekwencji dostawy rumowiska do rzeki i zróżnicowania morfologicznego koryta. Umożliwia także zachowanie dynamicznie kształtującego się zasobu siedlisk dla gatunków korzystających z wyrw (w tym zimorodek, brzegówka). Środek ten jest uzupełnieniem działań T1, T7, T8, gdy zostaną zastosowane. Akceptacja rozwoju wyrw w ramach szerzej wyznaczonego tzw. "korytarza swobodnej migracji rzeki" ((Bojarski i in. 2005, Piégay i in. 2005, Nieznański i in. 2008, Biron i in. 2014, Buffin-Belander 2015, REFORM 2015 i lit. tam cyt.; por. także opis działania T8) jest optymalnym rozwiązaniem. Z drugiej strony, dopuszczenie swobodnego rozwoju wyrw ograniczone jest często zagospodarowaniem terenu i powstawaniem zagrożenia dla zabudowy lub infrastruktury. Działanie nie znajduje więc zastosowania na terenach zurbanizowanych i silnie zainwestowanych. Przestanki ekologiczne przemawiające za dopuszczeniem swobodnej migracji rzeki mogą natomiast przeważać nad interesem ochrony nieużytków, użytków zielonych i lasów.

Ryzyko: Normalnym skutkiem rozwoju wyrw jest zabieranie terenu przez rzekę. Wezbrania mogą spowodować skokowy rozwój wyrw; należy więc zachować dużą ostrożność zwłaszcza w przypadku sąsiedztwa zabudowy i infrastruktury. Zaniechanie likwidacji wyrw jest ryzykowne na rzekach

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

obwałowanych, zwłaszcza z wąskim międzywalem, ze względu na zagrożenie dla trwałości i funkcjonalności wałów – celowe jest wówczas umocnienie stopy wału, aby zatrzymać w tym miejscu boczną migrację koryta rzeki.

Wymagania i koszty: działanie możliwe w sytuacji, gdy właściciel wody dysponuje także szerokim pasmem terenu, w ramach którego rzeka może migrować. Wówczas rozwój wyrw w granicach takiego pasa nie powinna generować konfliktów. Inna jednak jest sytuacja, gdy erozja boczna rzeki wyjdzie na działki innych właścicieli. Art. 222 ust. 1 ustawy Prawo wodne przewiduje, że jeżeli śródlądowe wody płynące zajmą trwale, w sposób naturalny, grunt niestanowiący własności właściciela wód, grunt ten z chwilą zajęcia staje się z mocy prawa własnością właściciela wód. Dotychczasowemu właścicielowi gruntu przysługuje odszkodowanie od właściciela wód, ale roszczenie o nie przedawnia się po upływie dwóch lat od zajęcia gruntu. Na właścicielu wody ciąży koszt przygotowania projektu wyznaczenia nowej linii brzegu i rozgraniczenia gruntów. Odszkodowania mogą być jednak niższe, niż koszty zapobiegania erozji bocznej przez zasypywanie i zabudowę wyrw. Zasypywanie lub zabudowa wyrw wymaga zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody, chyba że dotyczy zasypywania wyrw nie starszych niż 2 lata. Zaniechanie lub ograniczenie ingerencji w wyrwy nie wymaga żadnych zezwoleń.

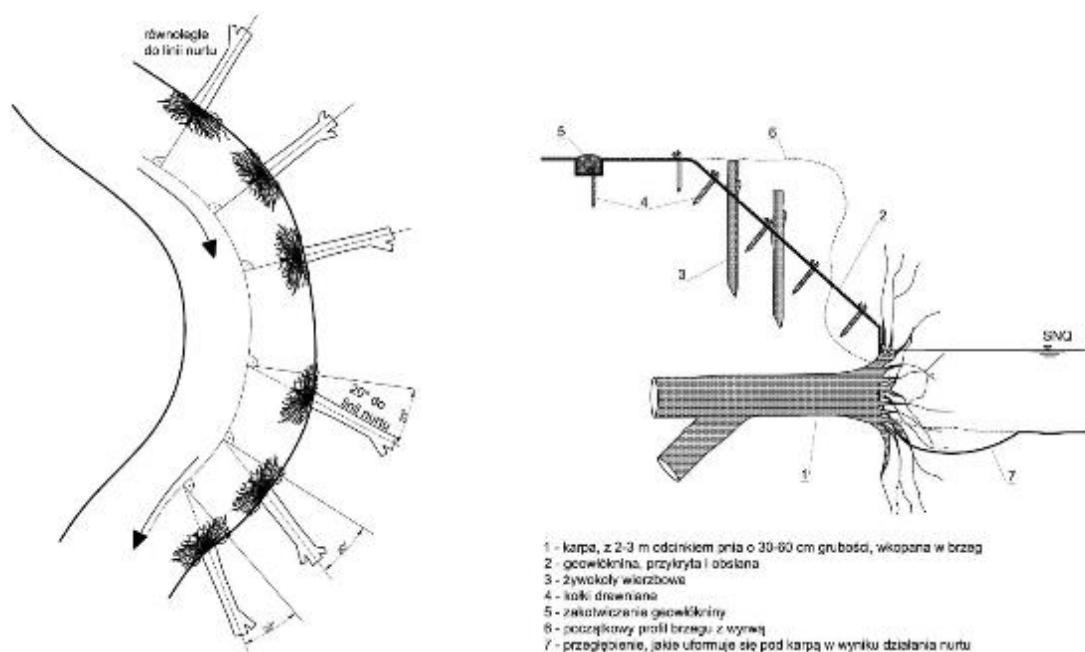
Przykład: W ramach projektu „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” zakończonego w 2014 r., wyznaczano korytarz swobodnej migracji rzeki Białej Tarnowskiej. Wytypowanie fragmenty w dolinie rzeki o słabym zagospodarowaniu terenów nadrzecznych, w których dopuszczono swobodną migrację koryta rzeki w obszarze zalewowym. Podczas typowania, wzięto pod uwagę potencjał cieku do erozji bocznej. W miejscach, których erozja brzegowa powinna być zatrzymana, zastosowano umocnienia biotechniczne.



Fotografia 24. Wyrwa w krajobrazie leśnym, której należy pozwolić się spontanicznie rozwijać. Rzeka Korytnica.

Fot. Paweł Pawlaczyk.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 41. Przykład zabudowy wyrwy w brzegu, która nie może być pozostawiona, za pomocą karp drzew. Ministerstwo Środowiska (2018), opracowano na podstawie koncepcji z River Restoration Centre (2013)



Fotografia 25. Wyrwy wyerodowane w brzegach to ważne źródło rumowiska rzecznego, dlatego powinny być pozostawione tam, gdzie jest to możliwe. Dopuszczenie rozwoju wyrw to jedna z możliwych form renaturyzacji.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

U10 - Zaniechanie lub ograniczenie usuwania namulów i osadów piaszczystych

Opis: Popularne działanie utrzymaniowe polega na tzw. odmulaniu cieków, tj. usuwaniu z koryta namulów, a w praktyce także osadów piaszczystych. Jest to działanie silnie oddziałujące na ekosystem wodny, dobra praktyka robót utrzymaniowych polega więc na jego minimalizacji. Zaniechanie lub ograniczenie odmulenia staje się środkiem renaturyzacji wtedy, gdy skutkuje rozwojem odsypów śródkorytowych i brzegowych, stanowiących naturalne struktury w korycie cieku, pożądane z ekologicznego punktu widzenia. Efekt renaturyzacji osiągnąć można także usuwając osady nie z całej szerokości koryta, ale krętą linią w korycie, stymulując w ten sposób rozwój krętej linii głównego nurtu i zainicjowanie meandryzacji całego koryta cieku lub przynajmniej w obrębie koryta dwudzielnego (na ciekach tak uregulowanych) kształtowanie się części prowadzącej wody niskie tak, by miała morfologię zbliżoną do naturalnej.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Pozostawienie namulów w całości lub części umożliwia odtworzenie się zbliżonej do naturalnej morfologii cieku. Zaniechanie usuwania namulów powinno dotyczyć wszystkich cieków sąsiadujących z mokradłami, nieużytkami, lasami, a także ekstensywnie użytkowanymi łąkami. Szczególnie wskazane jest w ciekach, w których stwierdzono obecność larw minogów występowanie kozy lub piskorza, zimowanie zagrzebanych w mule płazów (gatunki chronione!). Usuwanie osadów krętą, nierównomierną linią dla zainicjowania renaturyzacji ma sens w przede wszystkim w ciekach o antropogenicznie uproszczonym, wyprostowanym korycie. Usuwanie osadów krętą linią może być potrzebne na ciekach wymagających jakiegoś pogłębienia koryta w reakcji na wypłytenia cieku wskutek nadmiernej dostawy drobnocząsteczkowych osadów ze zlewni¹⁷, zwłaszcza tam, gdzie wcześniej prowadzono prace utrzymaniowe skutkujące uproszczeniem morfologii koryta, a strefy buforowe na brzegach cieku nie funkcjonują prawidłowo. Działanie nie ma oczywiście zastosowania tam, gdzie nie ma namulów ani osadów piaszczystych, np. na kamienisto-żwirowych rzekach i potokach górskich.

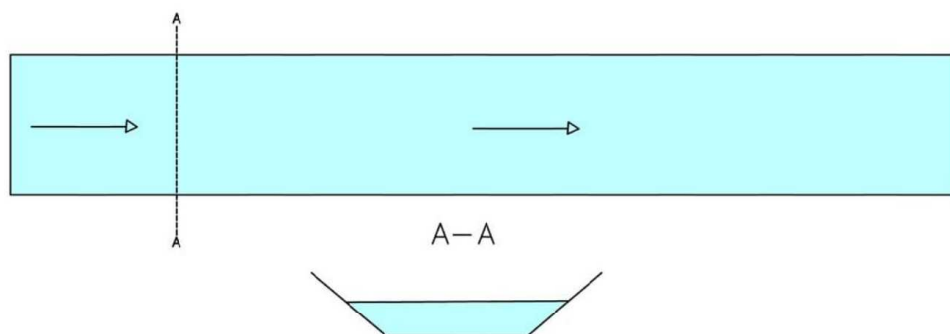
Ryzyko: W przypadku zupełnego zaniechania usuwania namulów, na mniejszych ciekach może wystąpić spowolnienie odpływu wody i ryzyko lokalnych, punktowych podtopień terenów sąsiednich. Dlatego działanie najlepiej wdrażać w sąsiedztwie i poniżej mokradeł przyrzecznych, nieużytków, terenów o zarzuconym użytkowaniu rolniczym, lasów, łąk. Z ostrożnością należy natomiast podchodzić do odcinków cieków na terenach zabudowanych i poniżej nich. Zarazem jednak opóźnienie odpływu łagodzi skutki suszy oraz zmniejsza ryzyko powodziowe na odcinku w dole rzeki. Modyfikacje usuwania namulów, przy prawidłowym zaplanowaniu i wykonaniu, mogą w mniejszym stopniu oddziaływać negatywnie. Jednak, ryzykowne może być zaniechanie odmulania na odcinkach w terenie zurbanizowanym lub poniżej, lub na niektórych ciekach, których przepustowość jest kluczowa dla lokalnej ochrony przeciwpowodziowej.

Wymagania i koszty: Usuwanie osadów wymaga zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody, a gdy obejmuje odcinek dłuższy niż 1 km – także oceny wodnoprawnej, nawet jeżeli cel i sposób wykonania jest prośrodowiskowy. Zaniechanie usuwania nie wymaga żadnych zezwoleń. Koszty wykonania zabiegu w ograniczony, a inicjujący renaturyzację sposób zależą od cieku, średnio jednak są rzędu ok. 400 euro/km cieku.

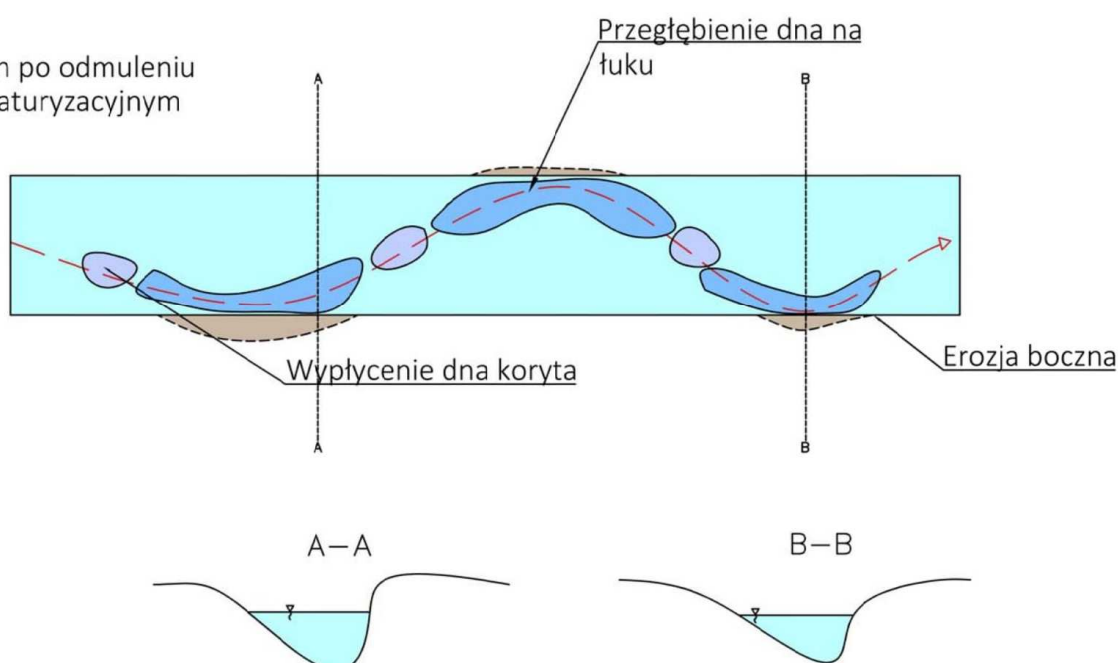
¹⁷ Może to mieć miejsce np. w zlewniach, w których na szeroką skalę zastąpiono użytki zielone uprawą kukurydzy.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Stan początkowy



Stan po odmuleniu
renaturyzacyjnym



Rysunek 42. Stymulacja rozwoju krętości koryta (pierwotnie uproszczonego) przez odpowiednie usuwanie namulów
Źródło: Oprac. własne.

U11 - Zaniechanie usuwania żwirowych osadów dennych

Opis: Jednym z typów prac utrzymaniowych jest usuwanie z koryt cieków rumoszu mineralnego. Jednak, w związku ze znaczeniem transportowanego rumowiska dennego dla funkcjonowania ekosystemu rzeki i z niekorzystnymi konsekwencjami hydraulicznymi deficytu takiego rumowiska, udrażnianie cieków przez usuwanie drobnoziarnistego rumoszu mineralnego powinno mieć miejsce co najwyżej wyjątkowo i zwykle punktowo, a żwirów (frakcja >2mm średnicy ziarna) nie powinno się w ogóle usuwać z rzeki. Usuwanie żwiru jest ryzykowne, ponieważ w wyniku rozwoju tzw. obrukowania dna (klinujące się wzajemnie grubsze frakcje materiału żwirowo-kamienistego) koryta rzek żwirowych zachowują równowagę dynamiczną, a próby usuwania lub przemieszczania żwirów zrywają tę równowagę, co wywołuje erozję wgłębnią dna. W razie konieczności np. zapobieżenia

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

przerzucenia się (awulsji) głównego nurtu do odnog koryta zagrażających infrastrukturze lub zabudowie, można najwyżej wyjątkowo dopuścić przemieszczenia żwirów w obrębie koryta, zdając sobie sprawę z negatywnych skutków naruszenia obrukowania.

Zaniechanie usuwania żwirów poza koryto może być środkiem renaturyzacji, jeżeli prowadzi do rozwoju żwirowych odsypisk brzegowych i śródkorytowych i do rozwoju naturalnego układu dna (w tym obrukowania). Jest to możliwe, gdy w rzece istnieją procesy dostawy i transportu tej frakcji rumowiska, ewentualnie gdy procesy takie zostaną odtworzone (mogą być równoległe potrzebne działania U8, U9, T1, T7).

Dotyczy to także „zażwiowań” koryt powstałych po wezbraniach, będących przejawem dążenia rzeki do odzyskania równowagi koryta i transportu rumowiska. Najlepiej jest takie żwirowiska pozostawić bez ingerencji, traktując ich pojawienie się jako przejaw naturalnej, bezkosztowej renaturyzacji rzeki.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Radecki-Pawlik A. 2010. O niektórych bliskich naturze rozwiązaniach utrzymania koryt rzek i potoków górskich. Gospodarka Wodna 2010, 2: 78-85.
- Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo

Zastosowanie i korzyści: Wszystkie rzeki żwirowe.

Ryzyko: Mogą wystąpić punktowe problemy, jeżeli odsypiska żwirowe kierują nurt w taki sposób, że powstaje zagrożenie erozją brzegów w pobliżu infrastruktury i zabudowy. Można im ewentualnie zapobiegać za pomocą punktowych przemieszczeń żwirów w korycie, zachowując jednak odpowiednio roztokowy lub meandrowy charakter rzeki. Generalnie jednak rzeki górskie i podgórskie z dobrze rozwiniętymi żwirowiskami cechują się niższym ryzykiem powodziowym niż rzeki pozbawione takich struktur. Stwarzają wprawdzie większe prawdopodobieństwo przepływów ponadkorytowych, ale jednocześnie zmniejszają energię wód powodziowych.

Wymagania i koszty: Zaniechanie usuwania żwirów nie wymaga żadnych zezwoleń. Ewentualne ograniczone przemieszczanie żwirów wymaga zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody, a gdyby obejmowało odcinek dłuższy niż 1 km – także oceny wodnoprawnej.

Przykład: Skrupulatną ochronę osadów żwirowych zastosowano w przedsięwzięciu „Dynamiczny system rzeki Lech”, projekt LIFE15 NAT/AT/000167 na alpejskiej rzece Lech w Austrii. Pobór żwiru przyczynił się do erozji dennej i pogłębienia koryta rzeki, czego rezultatem było obniżenie zwierciadła wody. W konsekwencji zanikło regularne zalewanie lasów nadrzecznych. Dodatkowo zmiany w dostępności rumowiska wpłynęły niekorzystnie na wiele gatunków związanych ze żwirowymi brzegami. Celem projektu jest przywrócenie naturalnej dynamiki procesów transportu rumowiska, które przyczynią się np. do odtworzenia łąk żwirowych. Wyeliminowanie poboru rumowiska ma pomóc w osiągnięciu tego celu.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 26. Przywrócenie naturalnej dynamiki rzeki Lech na odcinku Stanzach-Vorderhornbach

Źródło: strona internetowa projektu LIFE15 NAT/AT/000167 (<https://www.life-lech.at/>)

U12 - Korekta niewłaściwie wykonanego odmulania - likwidacja brzegowych nasypów uformowanych z usuniętych osadów dennych

Opis: Złą praktyką przy wykonywaniu prac utrzymaniowych polegających na usuwaniu osadów dennych z cieków (odmulaniu) jest odkładanie tych osadów ciągłym niewielkim nasypem kilkudziesięciocentymetrowej wysokości wzdłuż brzegu cieku. Nasyp taki, choć niewysoki, znacząco ogranicza łączność rzeki z jej równią zalewową, ograniczając rozlewanie się wysokich wód, ale także ograniczając możliwość spływu do rzeki wód już rozlanych, a oba te efekty są hydrologicznie i ekologicznie niekorzystne. Nawet po próbach rozplantowania odkładów, często pozostaje przynajmniej kilkunastocentymetrowe, ciągłe wyniesienie terenu wzdłuż cieku. W takich przypadkach wykonanie odmuleń wymaga korekty, poprzez przerwanie ciągłości takich wałów, tak by nie utrudniały ani rozlewania się, ani spływu wody. Równomierne rozplantowanie poprzecznie do linii cieku nie jest zwykle skuteczne, nasyp należy na niektórych odcinkach usunąć zupełnie, ewentualnie dopuszczając jego pozostawienie w formie nieciągłej. O ile istnienia takich nasypów wzdłuż brzegów rzeki nie można powiązać ze współczesnymi działaniami utrzymaniowymi, a są one pozostałością dawnych prac regulacyjnych lub utrzymaniowych, to analogiczne działanie polegające na przerwaniu ich ciągłości ujęto jako działanie T14.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Wszędzie tam, gdzie po współczesnych pracach utrzymaniowych pozostają nasypy wydobytych osadów odłożone wzdłuż brzegu rzeki.

Ryzyko: Zamierzonym skutkiem działania będzie łatwiejsze rozlewanie się wód wielkich na grunty sąsiednie, ale i łatwiejszy spływ wody po ustąpieniu wezbrania. Może to jednak powodować pretensje ze strony niektórych właścicieli tych gruntów.

Wymagania i koszty: Działanie nie wymaga odrębnego zezwolenia, gdyż należy je rozumieć jako korektę niewłaściwego wykonania pracy utrzymaniowej polegającej na usuwaniu namulów i rumoszu, wymagającej wcześniejszego zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody. Koszty zależą od sposobu zagospodarowania materiału z usuwanego nasypu. Są stosunkowo niskie, gdy przerwanie ciągłości nasypu wykonuje się tylko w sposób odcinkowy, albo gdy można odłożyć materiał w nasypach poprzecznych do rzeki; wzrastają znacznie gdy materiał trzeba przetransportować na dalszą odległość.

U13 - Zaniechanie usuwania tam bobrowych

Opis: Mimo kontrowersji co do oddziaływania tam bobrowych na ekosystemy wodne (por. działanie U14), oddziaływanie bobrów ma z ekologicznego i hydrologicznego punktu widzenia wiele pozytywnów (Pawlaczyk 2017a). Rozlewiska bobrowe są znaczącym elementem naturalnej retencji, przyczyniając się w ten sposób do ograniczania ryzyka powodziowego i ryzyka skutków suszy. W skali przestrzennej całych zlewni istnienie tam i rozlewisk bobrowych może wywierać pozytywny efekt na ekosystemy rzeczne i przyrzeczne, w tym na ichtiofaunę, a nawet na ryby łososiowate – dzięki poprawie reżimu hydrologicznego, jakości wody i bazy żerowej (Collen i Gibson 2001, Janiszewski i in. 2014, Campbell-Palmer i in. 2016). Rozlewiska bobrowe są ważnymi biotopami roślin i zwierząt chronionych (płazy, żółw błotny, wydra, żalotka – por. Janiszewski i in. 2014). Negatywne oddziaływanie bobrów na cieki niekiedy okazuje się nie tak poważne, jak mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka: niekiedy tamy bobrowe okazują się tylko tymczasowymi barierami, gdyż są niszczone lub rozszczelniane przez wezbrania (Kukuła i in. 2008). Dlatego akceptacja dla budowy tam przez bobry, w wyniku której dochodzi do rozwoju systemów takich przetamowań, może być potencjalnym środkiem renaturyzacji, także w stosunku do wód powierzchniowych.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Tsydel M., Tończyk G. 2012. Bóbr – przyjaciel czy wróg? Naturalna mała retencja odpowiedzią na niekorzystny bilans wodny Polski, Kosmos 61, 2: 251-260.
- Czech A. 2005. Analiza dotychczasowych rodzajów i rozmiaru szkód wyrządzanych przez bobry oraz stosowanie metod rozwiązywania sytuacji konfliktowych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

Zastosowanie i korzyści: Wszystkie sytuacje, w których konflikty z innymi celami środowiskowymi lub z użytkowaniem terenu nie przybierają ostrego charakteru. Jeżeli zaakceptowanie rozlewisk bobrowych jest zupełnie niemożliwe, należy w pierwszej kolejności rozważyć zastosowanie urządzeń technicznych łagodzących konflikt (por. modyfikacje tam bobrowych, działanie U14).

Ryzyko: Zgodnie z intencją bobrów, tamy powodują powstawanie rozlewisk wody, spowolnienie i utrudnienie przepływu w tamowanym cieku, zalewanie i podtapianie gruntów sąsiednich, co może rodzić konflikty z ich właścicielami, a w szczególnych przypadkach – stwarzać zagrożenie dla zabudowy lub infrastruktury. Niektóre z tych konfliktów są możliwe do złagodzenia lub rozwiązania za pomocą odpowiednich środków technicznych (por. działanie U14), przy pozostawieniu samej tamy.

Wymagania i koszty: Zaniechanie usuwania tam bobrowych nie wymaga żadnych zezwoleń ani nie ociąża za sobą kosztów. Ewentualne odszkodowania za straty spowodowane przez bobry wypłaci Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska, zgodnie z przepisami ustawy o ochronie przyrody.

U14 - Modyfikacja lub usuwanie tam bobrowych

Opis: Mimo generalnie pozytywnego oddziaływania tam bobrowych na środowisko, w tym na retencję zlewni i różnorodność biologiczną związaną z ekosystemami hydrogenicznymi, w szczególnych sytuacjach tamy bobrowe mogą stanowić bariery dla migracji ryb, a powstające za nimi rozlewiska zmieniają charakter cieku w wodę stojącą, z konsekwencjami w postaci osadzania się namulów i zaniku fragmentów zwirowego dna (Kesminas i in. 2013, Domagała i in. 2013). Podtapianie przez bobry może powodować lokalne zniszczenia sąsiadujących z rzeką ekosystemów, także cennych przyrodniczo, jak łągi, ziołorośla nadrzeczne, łąki nadrzeczne i torfowiska. Choć roboty utrzymaniowe polegające na usuwaniu tam bobrowych są w większości przypadków niekorzystne dla środowiska, to w wyjątkowych, szczególnych sytuacjach mogą stanowić element szerszego programu działań

nakierowanych na renaturyzację koryta cieków (np. w celu odtworzenia tarlisk ryb łososiowatych na uregulowanym cieku). Działanie ma ograniczoną skuteczność, gdyż usunięte tamy są często odbudowywane.

W sytuacji ostrych konfliktów między interesami bobrów i ludzi, sposobem umożliwiającym choć częściowe utrzymanie renaturacyjnego efektu tam bobrowych może być modyfikowanie tam przez instalowanie w nich urządzeń przelewowych stabilizujących poziom wody i ograniczających podtopienia. Typowo stosuje się tzw. urządzenie z Clemson – przechodząca przez tamę rura, której wlot i wylot oddalone są o co najmniej 6m od tamy, wlot rury zabezpieczony jest drucianą kłatką, a wylot metalową kratą (jest to konieczne by bobry nie rozpoznały miejsca ucieczki wody i nie zatamowały go). Inne szczegółowe rozwiązania są opisane w literaturze przedmiotu (np. Czech 2005, Hawley-Yan 2016).

Więcej informacji →

- Czech A. 2005. Analiza dotychczasowych rodzajów i rozmiaru szkód wyrządzanych przez bobry oraz stosowanie metod rozwiązywania sytuacji konfliktowych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Hawley-Yan E. 2016. Techniques for mitigating human/beaver conflicts in urban and suburban environments. Animal Protection Party of Canada, Animal Alliance of Canada.

Zastosowanie i korzyści: Usuwanie tam bobrowych tylko w absolutnie wyjątkowych przypadkach może być uważane za środek renaturyzacji wód; może być jednak konieczne gdy negatywne efekty środowiskowe tam wyraźnie przeważają nad pozytywnymi, np. w ciekach tarliskowych ryb łososiowatych. Modyfikacje tam i instalacja urządzeń przelewowych powinny znaleźć powszechne zastosowanie jako alternatywa do usuwania tam, by umożliwić przynajmniej częściowe wykorzystanie renaturacyjnych konsekwencji działalności bobrów.

Ryzyko: Usuwanie tam bobrowych spowoduje utratę efektu retencyjnego osiąganego na tych tamach.

Wymagania i koszty: Każda ingerencja w tamy bobrowe wymaga zezwolenia na odstępowanie od ochrony gatunkowej, które może mieć formę odrębnej decyzji, elementu decyzji z art. 118a lub zarządzenia RDOŚ - aktu prawa miejscowego.

D - Działania dodatkowe w ramach zwykłego zarządzania wodami

Zarządzanie rzekami realizujące obowiązki z art. 231 pkt. 1-4 ustawy – Prawo wodne, w tym osiągnięcie celów utrzymania wód wymienionych w art. 227 ust. 2 cyt. ustawy, może wymagać od właściciela wód także innych działań o charakterze podobnym do działań utrzymaniowych, tj. nie będących korzystaniem z wód ani budownictwem wodnym (nie prowadzącym do powstania, przebudowy ani rozbiórki urządzeń wodnych). W ślad za opracowaniem „Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania” (Ministerstwo Środowiska 2018), określamy je tu jako działania dodatkowe.

D1 - Nasadzenie drzew i krzewów w strefie brzegowej

Opis: Sadzenie roślin drzewiastych na brzegach cieków. Najczęściej stosowane są gatunki typowe dla dolin rzecznych (wierzby, olsze, dęby, wiązy itp., na górskich i podgórskich rzekach żwirowych także wrzesnia pobrażna, wierzba siwa); należy unikać gatunków obcych (szczególnie klonu jesionolistnego). Mogą być formowane większe, zwarte zadrzewienia o różnym kształcie, ciągłe szpalery drzew, zadrzewienia naprzemienne na przeciwnych brzegach (np. aby uzyskać skuteczne zacienienie koryta cieków bez konieczności zalesienia obu brzegów), zadrzewienia ażurowe, punktowe. Niekiedy, dla pozostawienia dostępu do koryta rzeki np. dla prac utrzymaniowych, nasadzenie drzew

bywa realizowane tylko na jednym brzegu lub naprzemiennie. Technika wprowadzenia drzew może być różna, np. sadzonki z zakrytym lub odkrytym systemem korzeniowym, ale także odkłady, sztabry, żywokły, żywe elementy faszynowe itp. W niektórych sytuacjach konieczne jest zabezpieczenie przed zgryzaniem przez zwierzęta. Konieczna jest weryfikacja przeżywalności i w razie potrzeby uzupełnienie nasadzeń.

Zastosowanie i korzyści: Działanie pożądane szczególnie na ciekach zupełnie pozbawionych zadrzewień lub z bardzo niewielką ich ilością. Celowe dla umocnienia brzegów przez systemy korzeniowe drzew; w przypadku nasadzeń naprzemiennych może spowodować urozmaicenie linii nurtu, stymulować jego krętość. Zadrzewienia na krawędzi „korytarza swobodnej migracji rzeki” mogą zabezpieczać przed dalszą erozją boczną po dojściu koryta rzecznego do takiej krawędzi. Zacienienie lustra wody (ciągłe lub mozaikowe, w zależności od potrzeb ochrony siedlisk i gatunków) może poprawić warunki bytowania niektórych gatunków ryb i zmniejszyć parowanie w okresach posusznych, a także ograniczyć nadmierny rozrost roślinności, eliminując potrzebę jej usuwania i wykaszania. Ograniczony jest wzrost roślinności zielnej pod zadrzewieniami i potrzeba jej wykaszania, a niekiedy także powrót usuwanych gatunków obcych. Zadrzewienia są elementem stref buforowych zapobiegających spływowi biogenów i zawiesin z terenów rolniczych do wód. W przyszłości zapewnią odtworzenie potencjalnych źródeł dostawy rumoszu drzewnego do cieku, a korzenie drzew stworzą ukrycia dla organizmów wodnych. Zadrzewienia są strukturami cennymi przyrodniczo, w miarę starzenia się są cennymi siedliskami dla wielu gatunków ptaków, nietoperzy, owadów, mchów i porostów związanych z drzewami. Działanie powinno być stosowane łącznie z U4 jako kompleksowy program zarządzania zadrzewieniem cieku. Osiągnięcie pełnego efektu wymaga czasu na wzrost i zestarzenie się drzew.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- The Woodland Trust 2016. Keeping river cool: A Guidance Manual. Creating riparian shade for climate change adaptation.
- Kujawa A. i in. 2019. Zadrzewienia na terenach wiejskich – dobre praktyki i rekomendacje. Fundacja EkoRozwoju, Wrocław.

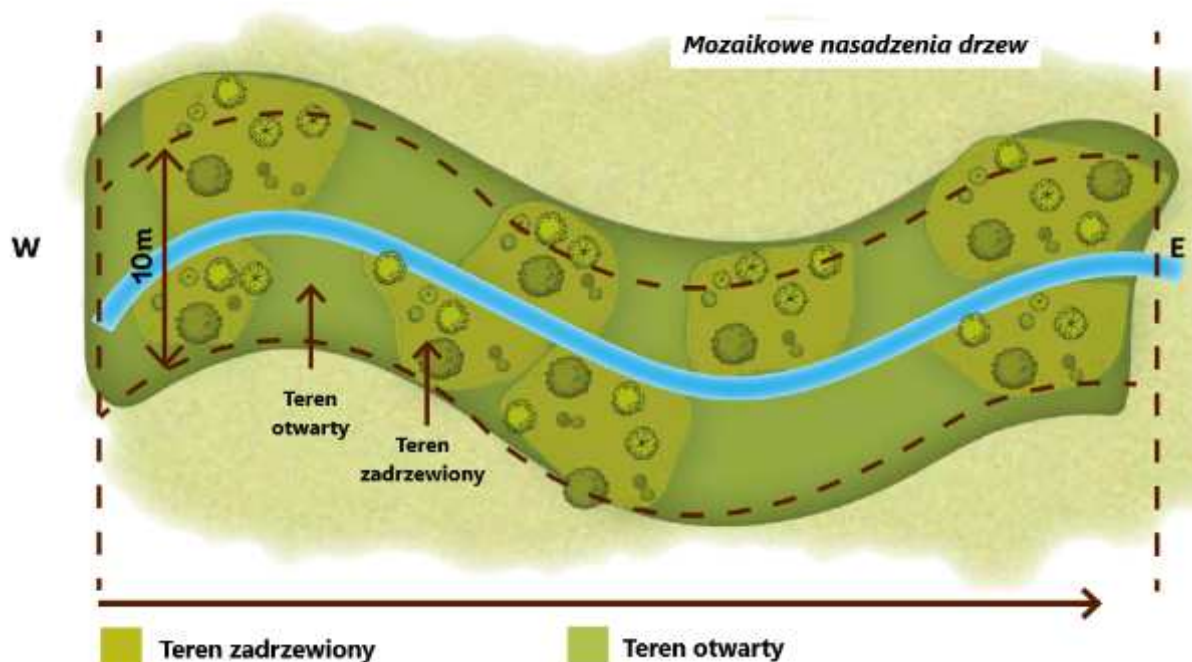
Ryzyko: Drzewa w miarę wzrostu mogą zagrażać obiektom technicznym, szczególnie wałom przeciwpowodziowym. Nie należy ich wprowadzać na wałach przeciwpowodziowych i w odległości do 3 m od stopy wału. Zadrzewienia na brzegach mogą spowalniać przepływ wód pełno- i ponadkorytowych, co ma zwykle sumaryczny pozytywny wpływ na ryzyko powodziowe, ale lokalnie może nieco zwiększać prawdopodobieństwo zalewu; w sąsiedztwie infrastruktury i zabudowy działanie należy wdrażać z dużą ostrożnością. Niewielkie ryzyko może być związane z potencjalną dostawą rumoszu drzewnego do cieku (por. działanie U4, U5), zwykle jednak jest możliwe do minimalizacji, a korzyści ekologiczne z obecności rumoszu są przeważające. Ograniczenie dostępu do koryta przez drzewa może powodować skutki pośrednie (pozytywne lub negatywne) związane z ograniczeniem prac utrzymaniowych.

Wymagania i koszty: Wymaga własności pasa terenu odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu cieku lub umowy z posiadaczem takiego gruntu. W przypadku wąskich działek cieków do realizacji działania może być konieczne pozyskanie gruntu. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Koszty zależą od liczby sadzonych drzew, formy sadzonek, zastosowanych technik, zwykle od niemal zerowych (przesadzane siewki z odnowienia naturalnego przez wolontariuszy) do 50 tys. zł/ha, 50 tys. zł/km cieku.

Przykład: W ramach projektu LIFE „Niebieski korytarz Iny” wdrażanego przez ówczesny Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w partnerstwie z RDOŚ w Szczecinie,

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

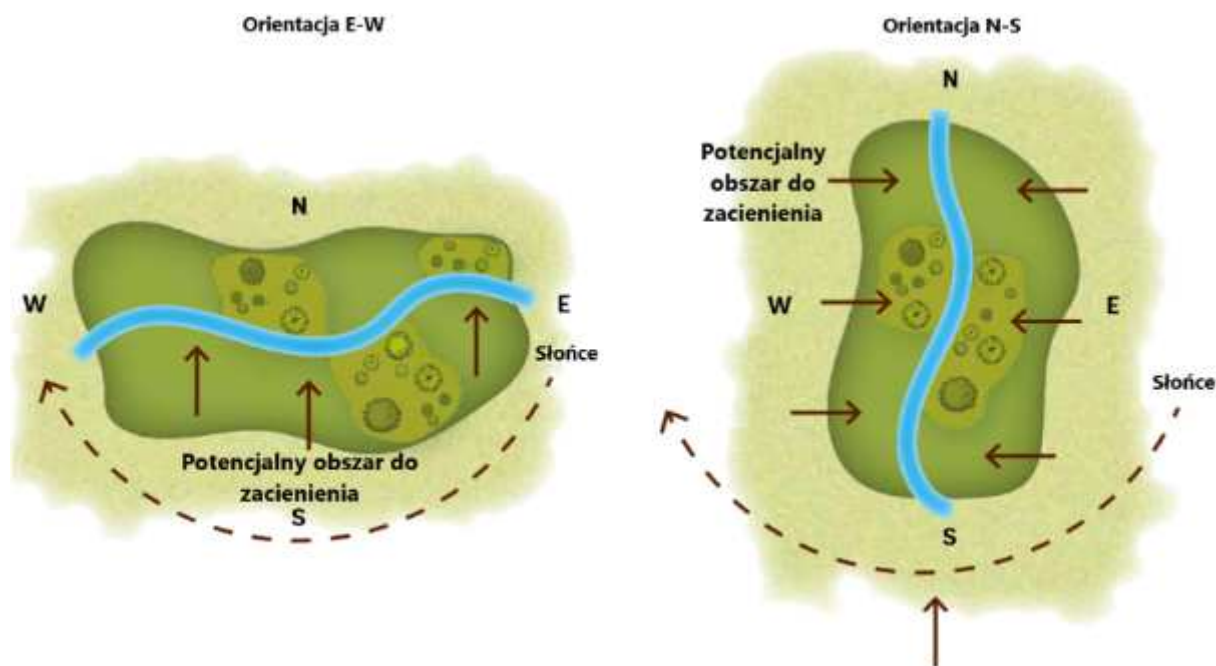
zadrzewiono o ok. 23 km brzegów rzek w dorzeczu Iny (zachodniopomorskie). Choć postać zadrzewień nie zawsze była optymalna, wystąpiły problemy z przeżywalnością nasadzeń (niekiedy niszczone przy wykazaniu roślinności), a pełen efekt nie został jeszcze osiągnięty, oczekuje się korzystnego wpływu na ichtiofaunę. W ramach działań w dorzeczu Dolnej Raby (małopolskie), w tym projekcie „Tarliska Górnej Raby” nasadzono ok. 20 tys. drzew i krzewów (w tym ponad 800 sadzonek rzadkiej wrześni pobrażnej), głównie niskokosztowymi metodami – przesadzając siewki z odnowienia naturalnego.



Rysunek 43. Schemat mozaikowego nasadzenia drzew wzdłuż cieku.

Źródło: the Woodland Trust 2016

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 44. Schemat lokalizacji nasadzeń w zależności od orientacji cieku względem stron świata. Dobra lokalizacja nasadzeń umożliwia skuteczne zacienienie cieku.

Źródło: the Woodland Trust 2016

D2 - Kształtowanie roślinności w strefie zalewowej i na brzegach wód

Opis: Działania wykraczające przestrzennie poza „brzegi wód”, a dotyczące szerszego pasa terenu wzdłuż cieku, a mające na celu odpowiednie uformowanie stref buforowych wzdłuż cieków, absorbujących spływ biogenów, oraz uformowanie roślinności terasy zalewowej odpowiedniej do przeprowadzenia przepływów ponadkorytowych. Tu zaliczyć trzeba także działania na samych brzegach, ale wykraczające poza koszenie i usuwanie drzew. Działanie obejmuje z jednej strony wprowadzanie roślinności, także zielnej i krzewiastej (siew, sadzenie), a z drugiej strony – w razie potrzeby – kształtowanie roślinności już istniejącej, np. przez koszenie lub wypas. Wpływ roślinności terasy na stany wody przy przepływach ponadkorytowych dobrze daje się odwzorować i obliczyć w modelach hydraulicznych, co można uwzględnić przy planowaniu działania, pamiętając jednocześnie o konieczności zachowania chronionych ekosystemów, np. łęgów i zadrzewień łęgowych, welonów pnączy, ziołorośli.

Elementem działania jest możliwie maksymalne (stosownie do charakteru cieku, charakteru porostu brzegów i warunków lokalnych) zachowanie roślinności na samych brzegach cieku, często polegające na ograniczeniu lub zaniechaniu jej regularnego wykaszania (por. działanie U1). Działanie jest też często wdrażane w powiązaniu z maksymalnym oszczędzaniem istniejącej roślinności drzewiastej (por. działanie U4) lub wprowadzaniem nowych zadrzewień na brzegach (por. działanie D1).

Komponentem działania może być w razie potrzeby zwalczanie inwazyjnych gatunków obcych, do czego zwykle potrzebny jest cały arsenał technik, m. in. z zastosowaniem ich wrywania, przykrywania terenu folią, użycia środków chemicznych (doświadczenia i rekomendacje przedstawia obszerna literatura, np. Dajdok i Pawlaczyk 2009, Krzysztofiak i Krzysztofiak 2015).

Z punktu widzenia renaturyzacji wód, kluczowe znaczenie ma kształtowanie, za pomocą tego działania, roślinnej osłony brzegów wód, pełniącej funkcję tzw. strefy buforowej (pasa buforowego), co wymaga pasa terenu szerszego niż same brzegi cieku. Na gruncie mineralnym optymalna jest złożona struktura

takiej strefy, jako układy zadrzewień, skupień krzewów, wysokich ziołorośli i niższej roślinności. Z punktu widzenia zabezpieczania cieków przed spływem biogenów i sedyméntów zalecana szerokość takiej strefy wynosi 10 i więcej metrów w terenie płaskim, a co najmniej 20-30 m w terenie stromym; jeśli taki pas buforowy ma chronić także florę, faunę i ekosystemy typowe dla dolin rzecznych to powinien mieć szerokość 30-100 m (Hawes i Smith 2005, Mayer i in. 2005). Optymalne są także strefy bagienne, tj. stworzone przez jak najszerszy pas roślinności wodno-błotnej, szuwarowej, najlepiej torfotwórczej, przez cały czas lub przez większość roku podtopionej i zabagnionej.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.
- CLEARANCE - CircuLar Economy Approach to River pollution by Agricultural Nutrients with use of Carbon-storing Ecosystem: Kotowski 2018.

Zastosowanie i korzyści: Zapewnienie funkcjonowania stref buforowych jest ważne dla wszystkich cieków, ale szczególnie istotne jest w warunkach narażenia cieków na wzmożony spływ biogenów i osadów, a więc w zlewniach rolniczych. Sumaryczne znaczenie takich stref może być znaczne: Jabłońska i in. (2020) oszacowali na przykładzie zlewni Narwi, że odpowiednio odtworzona roślinność i mokradła na brzegach rzek byłyby w stanie zatrzymać 33%–82% ładunku azotu i 41%–87% ładunku fosforu znoszonego ze zlewni rolniczych. Podobnie zatrzymane mogą być inne rodzaje zanieczyszczeń. Odpowiednie ukształtowanie roślinności terasy zalewowej może być narzędziem zarządzania ryzykiem powodziowym – spowolnić przepływ wód wezbraniowych i wzmocnić wychwytywanie transportowanych przez wody wezbraniowe osadów. Może także przyczyniać się do zapobiegania skutkom suszy – poprawiać właściwości retencyjne doliny i wzmocnić mechanizmy odnawiania się zasobów wód podziemnych.

Ryzyko: Roślinność strefy buforowej może oddziaływać na grunty sąsiednie, np. poprzez zacienienie albo oddziaływanie korzeni, może to być przyczyną mniej lub bardziej uzasadnionych pretensji ich właścicieli. Oddziaływanie roślinności na terasie zalewowej na przepływ wód wezbraniowych może skutkować nieco wyższymi stanami wody powyżej, choć równocześnie spowolnić wezbranie w dole cieków. Złożony wpływ działania na ryzyko powodziowe wymaga starannego zaplanowania jego zastosowania.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga dysponowania szerszym pasem terenu wzdłuż cieków, albo porozumienia z jego właścicielem. Celowy może być wykup gruntów.

Przykład: W ramach projektu „Naturalnej stabilizacji brzegów i tworzenia stref buforowych wzdłuż rzeki Odelouca” w Portugalii, zastosowano środki koncentrujące się na wykorzystaniu technik naturalnych w celu renaturyzacji stref buforowych i brzegów rzek (np. sadzenie na brzegach rodzimych gatunków roślin oraz usuwanie gatunków inwazyjnych). Projekt rozpoczął się w 2011 i nadal trwa.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 27. Nasadzenia wierzb nad rzeką Odelouca (Portugalia).

Źródło: RiverWiki, 2020

D3 – Bariery denitryfikacyjne

Opis: Eksperymentalne działanie polegające na tworzeniu tzw. ścian denitryfikacyjnych w postaci równoległych do akwenu, a poprzecznych do kierunku spływu powierzchniowego i gruntowego, rowów wypełnionych torfem, zrębkami, trocinami sosnowymi, kompostem z liści, słomą, korą drzew lub kruszywem wapiennym, co skutkuje wychwytem związków azotu i fosforu. Wykop (po wykonaniu i wypełnieniu materiałem absorpcyjnym przysypany na wierzchu ziemią i zadarniony) musi sięgać wód gruntowych, najczęściej ma głębokość 1-1,5 m, szerokość 1 m. Teren na powierzchni można normalnie użytkować, jako np. łąkę lub pastwisko.

Więcej informacji → Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.

Zastosowanie i korzyści: Ograniczenie dopływ biogenów w warunkach narażenia cieków na wzmożony ich spływ, zwłaszcza na dostawę azotu, a więc w intensywnie użytkowanych zlewniach rolniczych, zwłaszcza gdy widoczne są objawy eutrofizacji cieków, oraz występują trudności z wykreowaniem skutecznej strefy buforowej z roślinności na brzegu. Ściany denitryfikacyjne stosuje się w sytuacji, gdy bariery biogeochemiczne zbudowane z roślinności nie wystarczają do wychwycenia biogenów.

Ryzyko: Jak dotąd nie ujawniły się istotne niedogodności związane z wdrożeniem działania.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga dysponowania szerszym pasem terenu wzdłuż cieków, albo porozumienia z jego właścicielem.

Przykład: Działanie wdrożone jak dotąd eksperymentalnie nad Zalewem Sulejowskim w ramach projektu LIFE EKOROB LIFE08 ENV/PL/000519 „Ekotony dla redukcji zanieczyszczeń obszarowych”.

D4 - Wprowadzanie elementów kluczowych dla zróżnicowania siedliskowego w korycie

Opis: Działanie obejmuje wprowadzanie do koryta rzecznego głazów, całych drzew lub ich fragmentów, w celu stymulacji rozwoju mikrozróżnicowania struktury koryta. Stosowane są zwykle elementy na tyle duże, by pozostały stabilne nawet przy wezbraniach, a elementy drzewne są często dodatkowo kotwione do podłoża. W wyniku działania nurtu rzeki, wprowadzone elementy modyfikują przepływ i w ten sposób inicjują procesy korytowe. Za „ziarnem ponadwymiarowym” (np. głazem) powstaje mikrostrefa erozji i szersza strefa turbulencji, a w konsekwencji modyfikacje głębokości (Radecki-Pawlik 2010, Bartnik i in. 2015). Można stosować planowe układy głazów i rozmieszczenie kłód – np. układy głazów w regularnej siatce albo łańcuchy głazów rozbijające strugę przepływu, lecz często stosuje się także celowe naśladownictwo układu przypadkowego. Podobne, lecz bardziej skomplikowane efekty hydrauliczne związane są z umieszczeniem w nurcie kłód drewna, zwłaszcza ugałęzionych. Zmiany przepływu i przekształcenia koryta można do pewnego przewidzieć za pomocą modeli przepływu, często jednak wdraża się działanie bez takich szczegółowych obliczeń.

W tym działaniu chodzi głównie o wewnętrzne różnicowanie koryta rzecznego, a nie o inicjację zmian jego przebiegu (por. działanie D6, polegające na wykorzystaniu naturalnych elementów jako deflektorów). Istotne jest oddziaływanie ekologiczne wprowadzonych elementów: powstanie ukryć i siedlisk dla organizmów wodnych, możliwość rozwoju na twardych elementach filmu mikroorganizmów będącego istotnym elementem łańcucha troficznego, w bystrzej płynących ciekach także wpływ na napowietrzanie wody. Skutkiem wzbogacenia rzeki w takie elementy jest większe uodpornienie jej ekosystemu na niskie stany w okresach suszy. Zastosowanie głazów ma sens w rzekach, w których z natury występują wychodnie skalne lub dno jest kamieniste; nie należy natomiast wprowadzać kamienia do nizinnych rzek piaszczystych lub gliniastych, w których takie elementy w naturalnym stanie nie występują. Kłody drewna są natomiast w warunkach Polski materiałem naturalnym dla wszystkich typów cieków.

W przypadku zastosowania głazów, materiał skalny powinien być odpowiedni do charakteru rzeki, np. nie należy wprowadzać materiału krzemianowego do rzek wapiennych i odwrotnie. Układ głazów może być z góry zaplanowany, ale może być i przypadkowy. Ułożenie głazów na poduszce z mieszanek żwirowo-kamiennej ograniczy erozję dna wokół nich, podczas gdy ułożenie bezpośrednio na osadach drobnoziarnistych zwykle spowoduje powstanie wymyć w dnie.

Często stosowanym rozwiązaniem jest wprowadzanie do cieków całych drzew lub kłód drzewa, o ile zasoby martwego drewna w cieku nie odtwarzają się w sposób naturalny (por. działania D4, D5). Literatura na ten temat jest bardzo bogata (Kail i Hering 2005, Kail i in. 2007, Wyżga 2007, Radecki-Pawlik 2010, Pawlaczyk 2017b, Grabowski 2019 i lit. tam cyt.).

Takie same elementy – głazy i kłody – mogą być użyte także jako deflektory w celu wymuszenia krętej linii nurtu i inicjacji bocznego rozwoju koryta, co ujęto tu jako osobne działanie D6.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Radecki-Pawlik A. 2010. O niektórych bliskich naturze rozwiązaniach utrzymania koryt rzek i potoków górskich. *Gospodarka Wodna* 2010, 2: 78-85.
- Bartnik i in. 2015. Warunki przywracania struktury siedlisk dla ryb na odcinku Wisłoki w km 73+200 – 42+600. *Gospodarka Wodna* 5: 147-152.

Zastosowanie i korzyści: Wszystkie cieki o antropogenicznie uproszczonych korytach. Gdy celem jest nie tylko urozmaicenie morfologii, ale także stymulacja meandryzacji koryta, wprowadzane elementy mogą być układane tak, by funkcjonowały jako naturalne deflektory, co opisano dokładniej w działaniu

D6. Umieszczanie w cieku pni drzew lub kłód drewna odzwierciedla ważny czynnik ekologiczny, jakim jest martwe drewno w rzece (por. opis działania U5, rozdz. 3.1, Pawlaczek 2017b).

Ryzyko: Działanie zwiększa szorstkość koryta i opory przepływu, co może prowadzić do nieco utrudnionego odpływu przy wysokich stanach wód; przy dobrym zaprojektowaniu działania wpływ ten powinien być jednak zanedbywalny. Jednak, na małych ciekach pewne ryzyko wystąpi na odcinkach w terenie silniej zabudowanym. Nieco większe ryzyko dotyczy uruchamiania wprowadzonego rumoszu drzewnego, ale jest możliwe do zminimalizowania. Ewentualne ryzyko daje się obliczyć za pomocą modelowania przepływu (por. Bartnik i in. 2015), możliwe jest więc takie zaprojektowanie ułożenia głazów i kłód, które w ogóle nie zwiększy prawdopodobieństwa wylewu. Niezależnie od rzeczywistego ryzyka, działanie może budzić obawy społeczne. Rozważenia wymaga ewentualne ryzyko powstawania na wprowadzonych elementach zatorów z materiału znoszonego z góry cieku; dlatego działanie bezpieczniej jest lokalizować na odcinkach nie sąsiadujących z zabudową i infrastrukturą. Działanie istotnie zwiększa odporność cieku na susze, ponieważ zróżnicowanie koryta sprawi, że nawet przy niskich stanach wód korytowy przepływ środowiskowy będzie jeszcze mógł być zachowany.

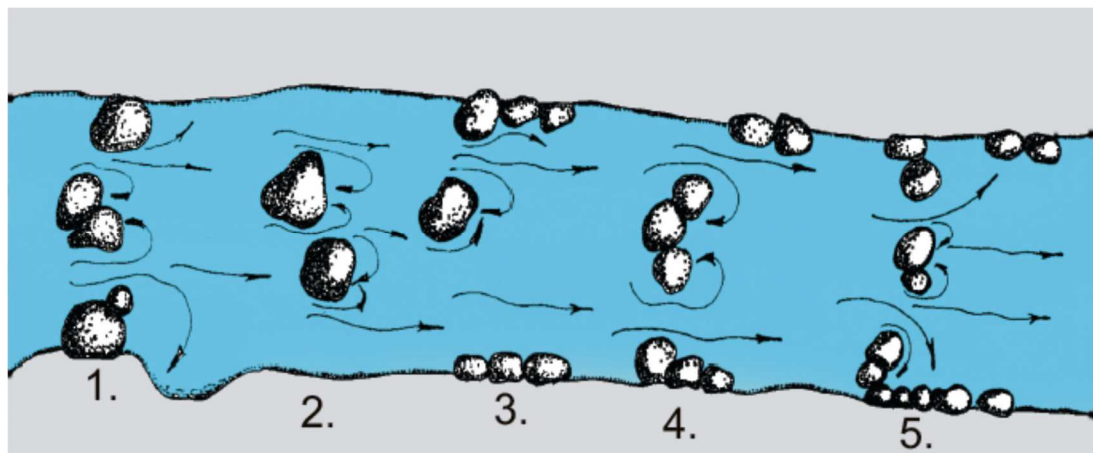
Wymagania i koszty: Działanie wymaga zgłoszenia RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody. Koszt zależy od szczegółów realizacji, rozmiarów cieku i ilości wprowadzanego materiału. Roboczo dzień pracy niezbędnego sprzętu to koszt rzędu 300 EURO.

Przykład: W ramach dotychczasowych działań renaturyzacyjnych skupienia głazów wprowadzono np. do koryta Wisłoki w Mokrczu (Bartnik i in. 2015) i do koryta Bobru w okolicy Wojanowa. Wprowadzanie głazów do koryta rzek jest jedną z najczęstszych metod renaturyzacji rzek w Szwecji, głównie dlatego że naturalne koryta szwedzkich rzek w większości były kamieniste i bogate w głazy, a zostały powszechnie zubożone w te elementy w ramach ich dostosowania do spławu drewna. Na północnej Łotwie, w rezerwacie biosfery North Vidzeme, we współpracy różnych podmiotów (towarzystw wędkarskich, kajakowych, społeczności lokalnych) szeroko realizowana jest inicjatywa „Umieść kamień w rzece” (*Place a stone in a stream*; Urtans i Taube 2018), angażująca wolontariuszy. W ślad za tymi doświadczeniami, umieszczanie w korycie kamieni oraz odpowiednie zarządzanie rumoszem drzewnym zaplanowano na ponad 60 km rzek łotewskich w ramach wdrażanego od 2020 r. zintegrowanego projektu LIFE18 IPE/LV/000014 „Wdrożenie planów gospodarowania wodami w dorzeczu Łotwy ku dobremu stanowi ekologicznemu wód”.

Wprowadzanie kłód drewna do cieków jest pospolitym elementem wielu przedsięwzięć renaturyzacji wód w Europie (Grabowski i in. 2019). Kail i in. (2007) podsumowali dane z 50 takich przedsięwzięć w Niemczech i Austrii, w których po umieszczeniu w rzece całych drzew lub ich fragmentów uzyskiwano zwykle szybką poprawę stanu hydromorfologicznego i pozytywny (choć już nie tak szybki) wpływ na ichtiofaunę.

Umieszczanie w korycie cieków pni drzew oraz wysp kamiennych usypywanych na materacu faszynowym zaproponowali Szoszkiewicz i in. (2014) jako element renaturyzacji Wełny i Flinty w Wielkopolsce.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 45. Instrukcja z łotewskiej ulotki „Włóż kamień do rzeki”, adresowanej do wolontariuszy.

1 – Ułożenie stymulujące erozję i powstanie lokalnego rozszerzenia rzeki; 2 – Duże kamienie w centralnej części rzeki zajmujące nie więcej niż 1/3 jej szerokości, są najbardziej stabilne i wywołują najmniejsze zmiany w szerokości koryta, 3 – Duże kamienie na brzegu rzeki blokują erozję; 4 – Łukowy układ na środku rzeki potencjalnie inicjuje powstanie schronienia dla ryb; 5 – Zaawansowane ułożenia kierujące strumień (por. działanie D6).

Źródło: Urtans i Taube 2018, zmienione.



Fotografia 28. Kamienne wyspy na podkładzie faszynowym wprowadzone w rzecze Kwacza, Park Krajobrazowy Doliny Słupi.

Fot. Szymon Jusik

D5 - Wprowadzanie pryzm żwirowo-kamiennych naśladujących układy bystrzy i płos lub kierujących przepływ

Opis: Planowe formowanie naturopodobnych, żwirowo-kamiennych bystrzy w sekwencji odpowiedniej dla ciek, poprzez wprowadzanie do koryta i zagęszczanie kamieni i żwirów formujące

korony bystrzy (w postaci ramp i pochylni dennych na całej szerokości koryta), albo wprowadzanie bocznych w stosunku do osi cieku pryzm żwirowo-kamiennych kierujących nurt. Prawidłowe wykonanie działania wymaga uprzednio prostych pomiarów terenowych, a następnie obliczenia odpowiednich parametrów pryzm, do czego stosuje się tzw. równania równowagi Hey'a-Thorne'a (Jeleński i Wyźga 2016), oraz dobrania odpowiedniego do mocy strumienia uziarnienia wprowadzanego materiału. Często stosuje się mieszankę o uziarnieniu ciągłym, z ziarnem frakcji dominującej według obliczeń, ale z pewnym udziałem frakcji kamienistej. Niewłaściwy dobór uziarnienia wprowadzanego materiału może skutkować nietrwałością efektów działania. W trakcie wykonania samych działań renaturyzacyjnych ważnym elementem jest nadzór, w tym bieżące kontrole stosowanych przez wykonawców mieszanek. Uziarnienie takiej mieszanki można sprawdzić prostą, choć nieco czasochłonną metodą pomiaru próby przypadkowych ziaren. Metodyka doboru i kontroli uziarnienia mieszanek szczegółowo opisana jest w opracowaniach projektu „Tarliska Górnej Raby” (Jeleński i Wyźga 2016).

Dość często napotykanym błędem w przypadku wykonywania działania w celu poprawy warunków tarliskowych ryb łososiowatych, jest wprowadzanie materiału o uziarnieniu „literaturowym” pod wskazania przez ichtologów najwyższych efektywności wylęgu. Niestety, nawet w ciekach o stosunkowo niewielkich spadkach, rzędu 0,2-0,3‰ pryzmy wykonane z tak dobranych mieszanek okazują się nietrwałe. Przyczyna tkwi w pominięciu kluczowego dla metodyki wprowadzania mieszanek żwirowo- kamiennych parametru – mocy jednostkowej strumienia. Planując tego typu działania w pierwszej kolejności należy pamiętać o energetyce cieku, dopiero później o rybach. Dla dopasowania uziarnienia jak najbliżej zalecanego w literaturze, stosuje się rozwiązanie polegające na użyciu dwóch rodzajów uziarnienia: drobniejszego na zapleczu pryzmy, tj. od strony napływu, ze znacznym udziałem frakcji „tarłowej”, zaś od korony pryzmy w dół, na spadku - uziarnienia grubszego, dobrego tak, by było odporne na prędkości rozmywające. Dla skutecznego wykonania różnicowania morfologii cieku z zastosowaniem mieszanek, obok właściwego doboru uziarnienia, równie ważny jest kształt pryzmy, oraz pokrycie dna mieszanką na całej szerokości koryta cieku, jeśli nie mamy zamiaru inicjowania procesów erozji bocznej. By uniknąć spadków ponad 2-3% na skłonie, konieczne jest stosowanie zmiennych kształtów pryzm, co jest możliwe dla sekwencji kilku pryzm i plos, rzadko dla pojedynczej. W takich układach można pryzmy położone wyżej w biegu cieku urządzać głównie jako celowe tarliska, a najniżej położoną budować z grubszego uziarnienia, jako element podtrzymujący całą sekwencję.

Rezultatem działania może być odtworzenie sekwencji bystrze-płoso, typowej dla naturalnych rzek żwirowych, zapobieganie nadmiernej erozji dennej, zapobieganie powstawaniu nadmiernej mocy strumienia i jej niepożądanych skutków, w tym nadmiernej erozji dennej, przywracanie zbliżonego do naturalnego poziomu samooczyszczania oraz zróżnicowanie siedlisk flory, fauny bezkręgowej i ichtiofauny właściwych dla cieków żwirodennych. Można oczekiwać zróżnicowania i poprawy siedlisk ryb, w tym szczególnie umożliwiania tarła gatunków wymagających żwirowego dna. Działanie jest często realizowane właśnie jako odtwarzanie tarlisk dla ryb łososiowatych. Interwencje mogą służyć także ułożeniu głównego nurtu poprzez zmianę przekroju koron pryzm, ewentualnie dosypanie żwiru w strefach brzegowych dla ograniczania ucieczki koryta poza działkę rzeki. Por. także podobne działanie utrzymaniowe U8, realizowane jako zasypywanie wyrw w dnie.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Jeleński J., Wyźga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Jeleński J., Mikuś P. 2019. Rewitalizacja koryt żwirowych przez przywracanie sekwencji bystrza-płosa, ich rola środowiskowa i zastosowanie. W: Czerniawski R., Bilski P. (red.) Funkcjonowanie i ochrona wód płynących. Uniwersytet Szczeciński i Drawieński Park Narodowy, Szczecin

Zastosowanie i korzyści: Rzeki żwirowe lub przynajmniej historycznie żwirowe, o spadku $>0,2\%$, zwykle w krajobrazach podgórskich, wyżynnych lub młodoglacjalnych, gdy istnieje potrzeba odtworzenia utraconych w wyniku dawniejszych regulacji struktur żwirowych, tarłisk dla ryb łososiowatych, albo gdy dla utrzymania cieku w dynamicznej równowadze celowe jest odtworzenie sekwencji bystrzy i płos.

Ryzyko: Przy punktowym działaniu ryzyko jest zanedbywalne, ponieważ wpływ na przepływy i stany wód jest nieznaczny. W przypadku wykonania całych serii bystrzy, nieco wzrasta prawdopodobieństwo przepływów ponadkorytowych, ale mniejsza jest energia strumienia wód wezbraniowych; w konsekwencji sumaryczne działanie zwykle obniża ryzyko powodziowe.

Wymagania i koszty: Wymagane zgłoszenie do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody.

Przykład: W ramach projektu renaturyzacji rzeki Dever (Wielka Brytania) wykonanego w 2016 r. utworzono sekwencję bystrzy i płos poprzez odpowiednie wprowadzenie i zagęszczenie żwiru. Rzeka na danym odcinku była wyprostowana i miała tendencję do ciągłego zamulania. Utworzone struktury razem z innymi działaniami (wprowadzenie deflektorów, usunięcie umocnień, obniżenie brzegów) poprawiły różnorodność siedlisk i możliwości tarła dla pstrąga.



Fotografia 29. Bystrza żwirowo-kamienne uformowane na rzece Bóbr w Wojanowie.

Fot. P. Nawrocki.

D6 - Wprowadzanie naturalnych deflektorów

Opis: Podobnie jak opisane wyżej działanie D4, to działanie polega na wprowadzaniu do koryta rzeczno- głazów lub kłód drewna, ale w tym przypadku w taki sposób, by funkcjonowały one jako deflektory, wymuszając w cieku zmianę przebiegu nurtu. Zazwyczaj chodzi o wymuszenie rozwoju krętej linii nurtu w cieku antropogenicznie wyprostowanym, ale takim deflektorem można także odsunąć nurt od zbyt szybko rozwijającej się wyrwy lub zabezpieczyć odcinek brzegu, którego erozja nie byłaby pożądana. Stosowane są zwykle elementy na tyle duże, by pozostały stabilne nawet przy wezbraniach, a elementy drewnne są często dodatkowo kotwione do podłoża. Oprócz kształtowania linii nurtu, istotne jest oddziaływanie ekologiczne wprowadzonych elementów: powstanie ukryć i siedlisk dla organizmów wodnych, możliwość rozwoju na twardych elementach filmu mikroorganizmów będącego istotnym elementem łańcucha troficznego, w bystrzej płynących ciekach także wpływ na napowietrzanie wody. Skutkiem wzbogacenia rzeki w takie elementy jest większe uodpornienie jej ekosystemu na niskie stany w okresach suszy.

Zastosowanie głazów ma sens w rzekach, w których z natury występują wychodnie skalne lub dno jest kamieniste; nie należy natomiast wprowadzać kamienia do nizinnych rzek piaszczystych lub gliniastych, w których takie elementy w naturalnym stanie nie występują. Kłody drewna są natomiast w warunkach Polski materiałem naturalnym dla wszystkich typów cieków. W przypadku zastosowania głazów, materiał skalny powinien być odpowiedni do charakteru rzeki, np. nie należy wprowadzać materiału krzemianowego do rzek wapiennych i odwrotnie. Układ głazów może być z góry zaplanowany, ale może być i przypadkowy. Bardzo często stosowanym rozwiązaniem jest stosowanie w roli deflektorów kłód drewna bądź całych martwych, ściętych lub powalonych w nurt drzew. Literatura na ten temat jest bogata (Kail i Hering 2005, Kail i in. 2007, Pawlaczek 2017b, Grabowski 2019 i lit. tam cyt.).

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Cieki dawniej uregulowane, o prostolinijnej trasie, potrzebujące zróżnicowania morfologicznego koryta. Działanie nie ma sensu na ciekach o charakterze naturalnym, ani na ciekach które już same się zrenaturyzowały. Nie powinno być stosowane wbrew naturalnej dynamice rzeki, tj. nie należy w ten sposób próbować menadryzować rzeki roztokowej. Niekiedy naturalne deflektory znajdują zastosowanie nie tylko w celu renaturyzacji, ale także w innych celach zarządzania rzeką, np. w celu odepchnięcia nurtu od miejsc stwarzających ryzyko erozyjne; w ten sposób można niekiedy uniknąć potrzeby umacniania brzegów.

Ryzyko: Przy prawidłowym wykonaniu zazwyczaj niewielkie, jeżeli nie brać pod uwagę nieuchronnych konsekwencji działania w postaci stymulacji erozji bocznej. Przy błędnej lokalizacji jest jednak ryzyko nasilenia erozji w miejscu niepożądanym i np. zagrożenia infrastruktury lub zabudowy. Ewentualne wdrażanie działania na cieku w obszarze siniej zurbanizowanym musi być bardzo ostrożne i jest możliwe tylko wtedy, gdy dysponuje się szerszym pasem terenu, który może być przeznaczony na „korytarz swobodnej migracji rzeki” (por. działanie T8).

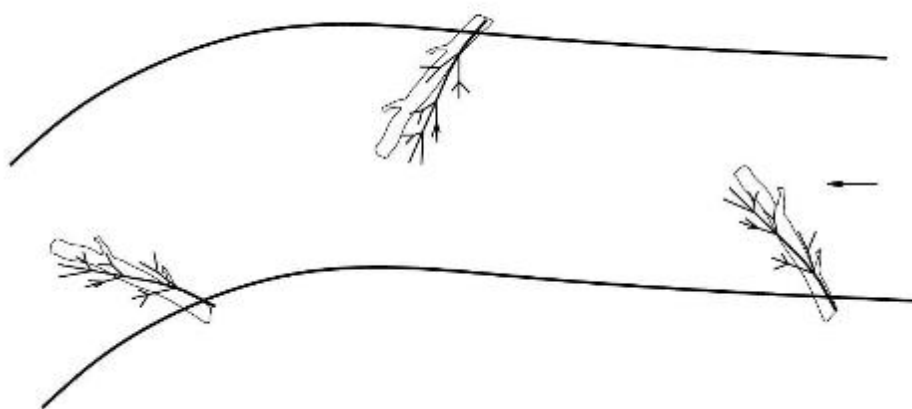
Wymagania i koszty: Przy typowym zastosowaniu działanie będzie stymulować erozję boczną i docelowo migrację koryta cieku (meandryzację). Konieczne jest albo dysponowanie odpowiednio szerokim pasem terenu, albo akceptacja właściciela terenu sąsiedniego dla ewentualnego zabrania gruntu przez cieki. Koszty działania są zróżnicowane zależnie od szczegółów rozwiązania, ale średni koszt oszacowano na poziomie ok. 140 EUR za pojedynczy element.

Przykład: W ramach renaturyzacji cieku Pow Burn (Szkocja) wykonanej w 2016 r., w koryto cieku wprowadzono pnie drzew, które miały pełnić funkcje naturalnych deflektorów. Struktury wprowadzono w celu poprawy elementów hydromorfologicznych i utworzenia nowych siedlisk dla łososia atlantyckiego i skójki perłorodnej. Po zakończeniu prac zaobserwowano tarło pstrąga.

W latach 90-tych XX w. na wcześniej uregulowanych rzekach Wda i Trzebiocha, dla odtworzenia dobrych warunków tarła unikatowej formy troci jeziorowej *Samo trutta morpha lacustris* z jeziora

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wdzydze, w latach 90-tych XX w. powalono do wody pod kątem 45° do nurtu rzeki ugałęzione pnie drzew. Intencją była renaturyzacja hydromorfologiczna; zakładano, że drzewa będą działać jako deflektory inicjujące erozję brzegu przeciwnego i zarazem tworzenie się płycizn bezpośrednio za nimi, dogodnych dla narybku i młodzieży troci (Radtke 1994, Świergocka i Połowski 1996). Był to jeden z pierwszych w Europie przykładów świadomego wykorzystania martwych drzew dla poprawy siedlisk w korycie rzeczonym.



Rysunek 46. Drzewa nadbrzeżne ścięte w nurt rzeki i pozostawione jako deflektory inicjujące zwiększenie krętości nurtu i różnicowanie morfologii koryta. Jedno z pierwszych europejskich przedsięwzięć tego typu zrealizowane w Polsce, na rzece Trzebiecho.

Źródło: Ministerstwo Środowiska (2018), opracowano na podstawie: Radtke (1994).



Fotografia 30. Naturalne deflektory wykonane z gałęzi olszyny i wikliny. Oprócz funkcji hydromorfologicznych zapewniają również funkcje siedliskowe. Struktury wprowadzone w ramach projektu renaturyzacji rzeki Dever.

Źródło: Wild Trout Trust, UK (2020).

D7 - Modyfikacje zarządzania wodą, w celu eliminacji antropogenicznych zniekształceń przepływu

Opis: Gospodarowanie wodą na zbiornikach symulujące naturalną zmienność reżimu hydrologicznego (generowanie przepływów ponadkorytowych, unikanie nagłych zrzutów wody w okresach niżówkowych, unikanie zrzutów wód krytycznych dla ryb i ptaków) i zapewnianie przepływów środowiskowych. Utrzymywanie ciągłości ekologicznej rzek przez utrzymywanie otwartych jazów, wrót itp. przegród.

Zastosowanie i korzyści: Odtworzenie hydromorfologicznej roli przepływów wysokich i niskich. Ochrona gatunków korzystających z niskich stanów wód. Przywrócenie drożności cieków dla organizmów wodnych, jeżeli barierą jest przegroda, którą można otworzyć.

Ryzyko: Nie występuje.

Wymagania i koszty: Wdrożenie działania wymaga zazwyczaj trudnego kompromisu z interesami korzystających z wód, ponieważ zazwyczaj przynajmniej częściowo uderza w ich interesy. Jednak, taki kompromis może być jedynym sposobem, by obecny sposób korzystania z wód mógł być utrzymany w obliczu konieczności osiągnięcia celów środowiskowych.

Przykład: W ramach projektu „Przywrócenie ciągłości podłużnej i siedlisk ryb łososiowatych w rzece Mörrumsån” (Szwecja) zakończono w 2012 r., wdrożono zmianę wartości i sezonowości przepływów środowiskowych. Spowodowało to przywrócenie przepływu w kanale bocznym o charakterze naturalnym i przywrócenie ciągłości pomiędzy stopniami wodnymi. Działaniem dodatkowym było wprowadzenie rekompensaty za zmniejszoną produkcję prądu elektrycznego. W wyniku realizacji projektu zachowano funkcje silnie zmienionej części wód - produkcja energii elektrycznej oraz poprawiono warunki migracyjne i siedliskowe dla ryb.

W Stanach Zjednoczonych rzeka Colorado, powyżej Wielkiego Kanionu, w 1963 r. przegrodzona została zaporą Glen Canyon, co spowodowało poważne problemy geomorfologiczne i ekologiczne (zanik odsypów piaszczystych w kanionie z powodu zatrzymania rumowiska na tamie; negatywny wpływ na ichtiofaunę). Dla zapobiegania tym zagrożeniom, od lat 90. XX w. przeprowadzane są „kontrolowane powodzie”, z dokładnym monitoringiem ich skutków i adaptatywnym zarządzaniem ich natężeniem i częstotliwością (Patten i in. 2001, Cook 2013).

T – Działania techniczne

Ta grupa obejmuje działania mające w większości charakter robót budowlanych, wykraczające poza zakres bieżącego zarządzania ciekami w ramach obowiązków jego właściciela, a wkraczające już w sferę celowego kształtowania przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta cieków. Realizacja tych działań zwykle wymaga uzyskania całego pakietu odpowiednich decyzji administracyjnych.

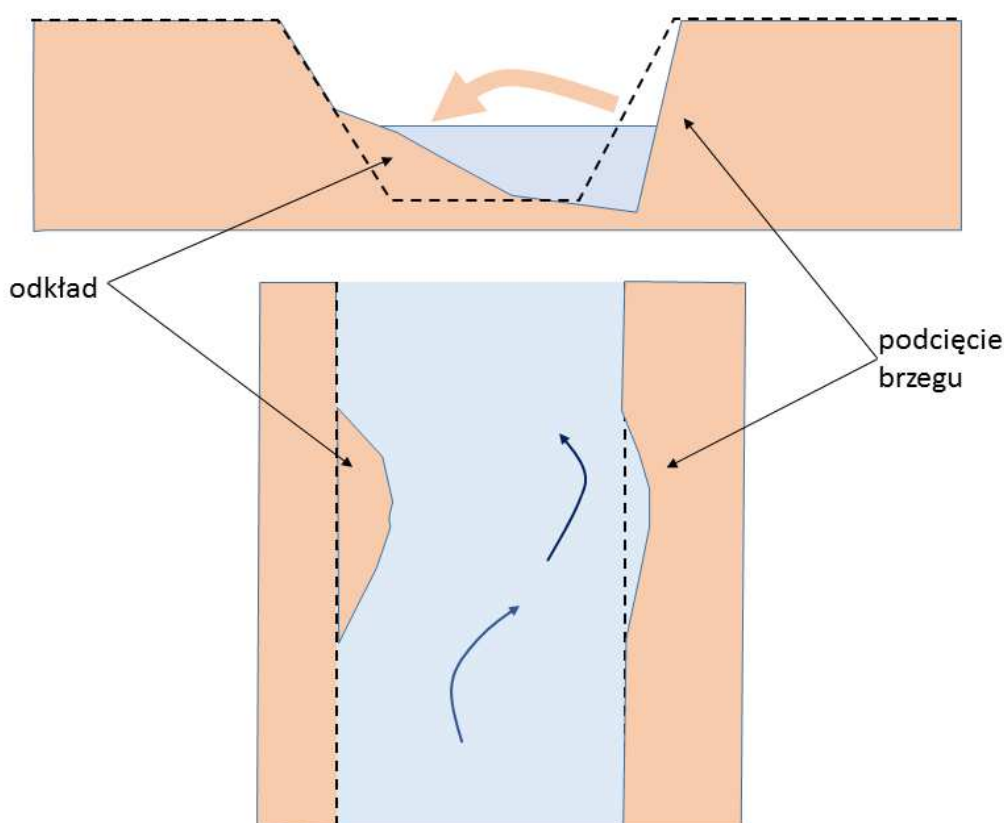
T1 - Inicjacja erozji bocznej koryta

Opis: Prace ziemne inicjujące erozję boczną i docelowo meandryzację cieków, z założeniem że kontynuacja procesu będzie zachodziła samorzutnie, polegające na punktowym naruszeniu brzegu i jego pokrywy roślinnej, w sposób naśladujący powstawanie wyrw w brzegach. Często w powiązaniu z równoczesnym odpowiednim kierowaniem nurtu za pomocą deflektorów z materiałów naturalnych (D6), budowli kierujących nurt (T12) lub pryzm żwirowo-kamiennych (D5). W przypadku istnienia umocnień brzegów, konieczne połączenie z likwidacją takich umocnień (działanie T7, ew. T8).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Działanie celowe do renaturyzacji cieków o skrajnie wyprostowanych, uproszczonych korytach, na których procesy erozji bocznej nie zachodzą samorzutnie ze względu na zbyt niską energię cieku i brak epizodów wezbraniowych, które mogłyby przemodelować koryto. Podejście zasadne szczególnie w przypadku realizacji koncepcji „korytarza swobodnej migracji rzeki” (por. opis działania T8).



Rysunek 47. Przykład inicjacji erozji bocznej i meandryzacji cieku o uproszczonym, trapezowym korycie, za pomocą prac ziemnych.

Źródło: Opracowanie własne.

Ryzyko: Działanie inicjuje procesy, które powinny prowadzić do bocznej migracji koryta cieku tj. do zabierania gruntów sąsiednich. Optymalne jest więc dysponowanie prawami własności do szerokiego pasa gruntu wzdłuż cieku (celowy może być wykup gruntu), albo przyjazna akceptacja właściciela gruntów sąsiednich dla renaturyzacji rzeki kosztem jego własności. Poza tym problemem, działanie w obszarach względnie płaskich nie stwarza jednak szczególnego dodatkowego ryzyka. W terenach górskich, inicjowanie erozji bocznej u podstawy zboczy wymaga rozważenia, czy teren nie ma skłonności osuwiskowych.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga pozwolenia wodnoprawnego oraz zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody. Koszty zależą od kubatury prac; robocizna i sprzęt niezbędny kosztuje ok. 300 euro.

Przykład: W ramach projektu renaturyzacji rzeki Ruhr w miejscowości Binnerfeld (Niemcy), zakończonej w 2012 r., usunięto umocnienia brzegów w celu zainicjowania naturalnych procesów

erozji bocznej. Dodatkowym działaniem było wprowadzenie elementów martwego drewna w celu poprawy stanu siedlisk i uruchomienia procesów hydromorfologicznych w obrębie koryta.

T2 - Kształtowanie nowego lub odtwarzanie dawnego koryta o postaci optymalnej ekologicznie

Opis: Utworzenie, za pomocą prac ziemnych, zupełnie nowego koryta lub odtwarzanie koryta historycznego, zwykle meandrowego lub roztokowego i zróżnicowanego strukturalnie. Obejmuje także ponowne włączanie odciętych meandrów i meandrujących odcinków w bieg rzeki, tworzenie i odtwarzanie alternatywnych koryt przepływu wielkich wód, a także tworzenie krętego, naturopodobnego koryta wód niskich w obrębie sztucznego szerokiego koryta; odtwarzanie wielonurtowości i odtwarzanie wysp. Nowo tworzone koryto projektuje się tak, by było ono maksymalnie zróżnicowane strukturalnie, w sposób nawiązujący do charakteru, typu abiotycznego i charakterystyk hydrologicznych danego cieku. Perfekcyjna realizacja działania polega nie tylko na odpowiednim uformowaniu koryta posiadającego cechy cieku naturalnego, ale także na przewidzeniu, zainicjowaniu i uruchomieniu procesów zapewniających jego dalszy rozwój. Działanie bywa też stosowane do udrażniania przegród poprzecznych (por. T16) poprzez wykonanie obejść naśladujących naturalne koryta.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Polska Zielona Sieć 2006. Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik, Polska Zielona Sieć, Wrocław–Kraków. Zaktualizowana oryginalna wersja angielska: River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques.

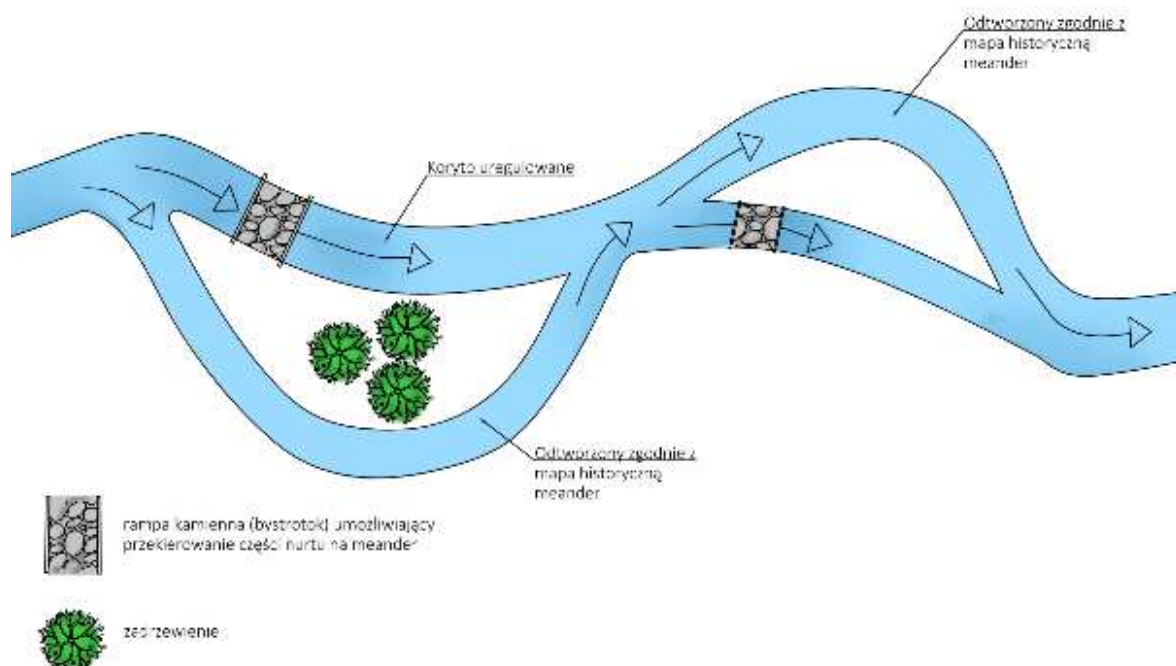
Zastosowanie i korzyści: Sytuacje, gdy aktualne koryto cieku jest tak zniekształcone i uproszczone, że nie ma szans na skuteczną renaturyzację w jego obrębie, a są warunki terenowe umożliwiające wykonanie nowego koryta. Np. gdy istnieją jeszcze zanikające pozostałości dawnych koryt, niekiedy odzwierciedlone wciąż we własności gruntów. Działanie może być szczególnie celowe np. na ciekach w przestrzeni miejskiej, gdy chodzi o stworzenie atrakcyjnych, naturopodobnych terenów rekreacyjnych. Projektowanie nowego koryta umożliwia przy okazji przyczynienie się do minimalizacji ryzyka powodziowego i rozwiązywania innych problemów. Także przypadki udrażniania przegród poprzecznych przez budowę ich obejść (por. działanie T16) stwarzają okazje, by obejściom tym nadać cechy cieku naturalnego.

Ryzyko: Działanie wymaga starannego zaprojektowania, które powinno uwzględnić m. in. minimalizację wszelkiego potencjalnego ryzyka. Niezależnie od prośrodowiskowego charakteru, stanowi ono znaczną ingerencję w środowisko, zwłaszcza że np. pozostałości dawnych koryt rzecznych, starorzecza itp. często mają już własne, niekiedy wysokie walory przyrodnicze, które łatwo jest zniszczyć. Niezbędna jest bardzo precyzyjna inwentaryzacja przyrodnicza i szczególnie skrupulatne stosowanie zasady *primum non nocere* (przede wszystkim nie szkodzić).

Wymagania i koszty: Wdrożenie działania wymaga własności lub porozumienia z właścicielem terenu. Często celowy jest wykup gruntu.

Przykład: W Polsce w Puszczy Białowieskiej zrealizowano meandryzację rzeki Narewka poprzez włączenie w jej bieg dotychczasowych starorzeczy. W lubuskim wykonano ok. 600-metrowy naturopodobny odcinek koryta rzeki Łagowy – przedsięwzięcie to zostało wymuszone koniecznością likwidacji dotychczasowego koryta przy okazji budowy autostrady A2, ale nowe koryto wykonano w planie meandrowym i w formie zróżnicowanej strukturalnie. Liczne są przykłady kształtowania nowych koryt rzecznych zrealizowane w ramach wielu przedsięwzięć renaturyzacji rzek w Europie Zachodniej (River Restoration Centre 2013).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 48. Przykład odtworzenia historycznego koryta – schemat ideowy.

Źródło: Oprac. własne.



Fotografia 31. Utworzenie nowego meandrującego koryta rzeki Fyleån (Szwecja)
Zrealizowano w ramach przedsięwzięcia „Przywrócenie do rzek skórk gruboskorupowej - LIFE10 NAT/SE/000046”.
Koryto utworzono za pomocą prac ziemnych.

Źródło: strona internetowa projektu (<http://www.ucforlife.se/>).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 32. Zrenaturyzowane koryto Narewki w Białowieży. Zdjęcia satelitarne z 2014 i 2018r.

Źródło: Zoom.Earth

T3 - Obniżanie fragmentów terenu przyrzecznego

Opis: Obustronne lub naprzemienne obniżanie pasa terenu przy korycie ciek. Zwykle ma na celu odtworzenie szerokości przekroju poprzecznego koryta na odcinkach sztucznie zawężonych. Niekiedy realizowane w formie wykształcenia koryta dwudzielnego, mającego szerszy profil do przeprowadzenia wód wysokich. Niekiedy także wdrażane jako obniżanie terenu między meandrami w przypadku rzek silnie wciętych, tak by przynajmniej niektóre fragmenty terenu były zalewane. Celem jest przywracanie warunków dla przynajmniej częściowego przepływu ponadkorytowego. W przypadku usuwania zawężeń: likwidacja przeszkód w przepływie wód wysokich, ograniczenie lokalnego ryzyka powodziowego, poprawa ciągłości ekologicznej i transportu osadów. W przypadku zastosowania na dłuższych odcinkach – działanie służy optymalizacji warunków przepływu wielkich wód, gdy nie można odtworzyć w pełni naturalnych warunków przepływu ponadkorytowego. Powoduje różnicowanie warunków morfologicznych i siedliskowych w strefie równi zalewowej, oraz przywracanie naturalnych warunków sedimentacji pozakorytowej osadów. Może być wykorzystane także do odbudowy form hydromorfologicznych równi zalewowej: basenów powodziowych, zagłębień bezodpływowych. Oprócz celu reanturyzacyjnego, działanie może być wykorzystywane do lokalnego obniżenia ryzyka powodziowego.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Polska Zielona Sieć 2006. Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik, Polska Zielona Sieć, Wrocław–Kraków. Zaktualizowana oryginalna wersja angielska: River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques.

Zastosowanie i korzyści: Zawężone, wcięte koryta o uproszczonej morfologii i braku miejsca na rozlewanie się wyższych wód. Miejsca lokalnych problemów powodziowych.

Ryzyko: Niskie ryzyko wzmożenia problemów powodziowych lub suszowych. Zwykle skutkiem działania jest ograniczenie ryzyka powodziowego, niekiedy znaczące rozwiązanie lokalnych problemów powodziowych. Niezależnie od środowiskowego charakteru, działanie stanowi znaczną ingerencję w środowisko, zwłaszcza że tereny przyrzeczne mają już własne, niekiedy wysokie walory przyrodnicze, które łatwo jest zniszczyć. Niezbędna jest bardzo precyzyjna inwentaryzacja przyrodnicza i szczególnie skrupulatne stosowanie zasady *primum non nocere* (przede wszystkim nie szkodzić).

Wymagania i koszty: Wymaga własności lub porozumienia z właścicielem terenu. Często celowy jest wykup gruntu. Koszty zależne od zakresu i kubatury prac, koszt pracy niezbędnego sprzętu szacuje się na ok. 300 EUR za roboczodzień.

Przykład: W ramach projektu LFIE „Rozwój terenów zalewowych - Rozwój przyrody w górnych obszarach zalewowych obszaru Natura 2000 rzeki Ijssel” (Niemcy) zakończono w 2019 r., usunięto umocnienia brzegów oraz mechanicznie obniżono skarpy w celu umożliwienia przepływu wody na tereny zalewowe (ochrona lasów łęgowych).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 33. Obniżenie tego fragmentu terenu przyczyniłoby się do renaturyzacji rzeki i poprawiłoby bezpieczeństwo powodziowe.

Fot. P. Pawlaczyk

T4 - Odnawianie starorzeczy

Opis: Działanie polega najczęściej na przywracaniu przynajmniej okresowej łączności starorzeczy z rzeką przy wyższych stanach wód, do czego bywa potrzebne przekopanie połączenia, niekiedy także przekopanie nasypu brzegowego odłożonego z osadów usuniętych z rzeki w ramach dawniejszych prac odmuleniowych. Ma to na celu przedłużenie trwania starorzecza i jego roli jako ostoji różnorodności biologicznej. Będzie to skuteczne pod warunkiem, że ciek zachował jeszcze taki reżim hydrologiczny, że starorzecza w ten sposób połączone z rzeką mają szanse przynajmniej okresowo się napełniać. Niekiedy stosuje się bardziej skomplikowane rozwiązania hydrotechniczne; np. przepusty wałowe z klapą zwrotną (musi ona być odpowiednio zaprojektowana, by umożliwić wlew do starorzecza, ale nie zalewający całego zawala), umożliwiające przy wezbraniach rzeki nalewanie się wody do starorzeczy za wałem, ale hamujące jej wypływ. W wyjątkowych przypadkach stosuje się czynną ochronę i odtwarzanie starorzeczy w stadium zaawansowanego zarastania, przez usuwanie z nich namulów (pogłębianie) lub wykaszanie i usuwanie roślinności szuwarowej. Wyniki badań sugerują, że okresowa łączność z rzeką przynajmniej w niektórych przypadkach korzystnie wpływa na zgrupowania makrobentosu, roślinność i jakość wody w starorzeczu (Obolewski i in. 2010, 2016, 2018). O ile łączność starorzecza z rzeką przynajmniej okresowo jest kompletna, tj. umożliwi nie tylko napełnianie starorzecza wodą, ale i migrację organizmów wodnych, starorzecza mogą funkcjonować jako istotnie siedliska niektórych gatunków ryb.

To działanie zakłada, że starorzecza będą docelowo okresowo zasilane wodą rzeczną, ale że pozostaną jednak starorzeczami, tj. akwenami przynajmniej przez większość czasu nieprzepływowymi. Przypadki,

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

w których wykorzystuje się starorzecza jako element odtwarzanego koryta rzecznego, odpowiadają opisowi działania T2.

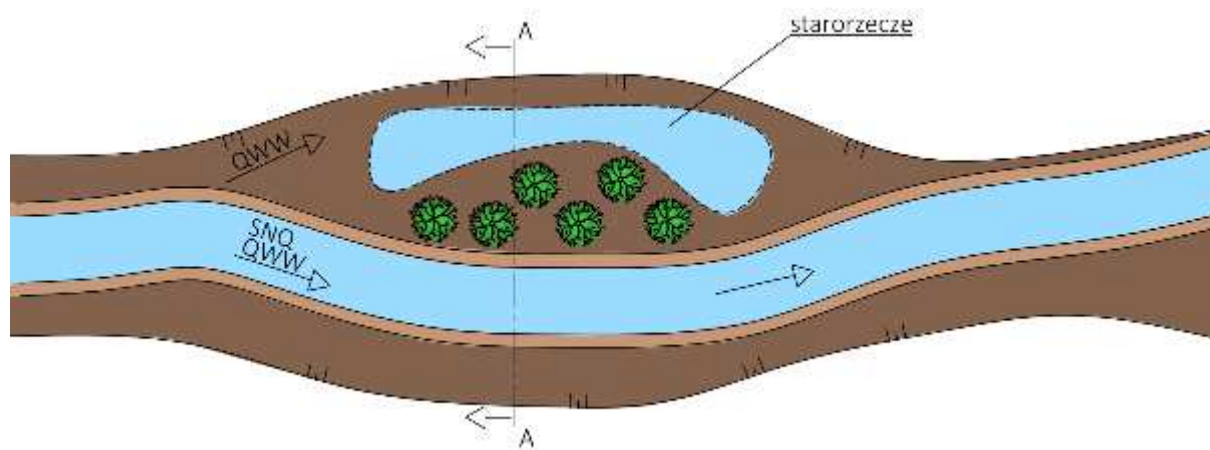
Działanie można nazwać „protezą” naturalnego funkcjonowania równi zalewowej, gdzie dla odnawiania starorzeczy wystarczające są zwykle procesy ich przemywania podczas powtarzających się okresowo wezbrań i wylewów. Tam więc, gdzie to działanie jest potrzebne, należy rozważyć szerszy pakiet działań służących przywróceniu zalewów (np. działania T13, T14, częściowo także T6, D5).

Zastosowanie i korzyści: Kompleksy wyraźnie zarastających, degradujących się, zanikających starorzeczy, odciętych od łączności z macierzystą rzeką nawet przy wysokich stanach wód.

Ryzyko: Nie ma ryzyka wzmożenia problemów powodziowych lub suszowych. Niezależnie od prośrodowiskowego celu, działanie może jednak stanowić znaczną ingerencję w środowisko, zwłaszcza że starorzecza itp. często mają już własne, niekiedy wysokie walory przyrodnicze, które łatwo jest zniszczyć. Niezbędna jest bardzo precyzyjna inwentaryzacja przyrodnicza i szczególnie skrupulatne stosowanie zasady *primum non nocere* (przede wszystkim nie szkodzić). Np. Florek (2008) wskazuje na negatywne skutki udrożnienia starorzeczy w dolinie Słupi, w tym zanik typowo starorzecznej roślinności (osoki aloesowatej); zwraca uwagę także na ryzyko uruchomienia osadów starorzecznych.

Wymagania i koszty: Wymaga zwykle pozwolenia wodnoprawnego i zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ust. ochr. przyr., a w przypadku rozwiązań korzystających z materiałów budowlanych – zależnie od zakresu, także zgłoszenia lub pozwolenia na budowę. Koszt zależy od szczegółowych rozwiązań, najprostsze formy działania kosztują od ok. 450 euro/starorzecze.

Przykład: Renaturyzację trzech starorzeczy w dolinie Słupi i jej ekologiczne konsekwencje wnikliwie zbadał opisał Obolewski i in. (2010, 2016, 2018).



Rysunek 49. Starorzecze włączone w strefę przepływu wód wysokich – schemat ideowy.

Źródło: Oprac. własne.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 34. Przywrócenie połączenia pomiędzy korytem rzeki Emajõgi i starorzeczami (Estonia). Zrealizowano w ramach przedsięwzięcia HAPPYFISH: LIFE + „Ratowanie życia w meandrach i starorzeczach rzeki Emajõgi na obszarze Alam-Pedja NATURA 2000”.

Źródło: strona internetowa projektu (https://www.loodushoid.ee/HAPPYFISH_LIFE_project_Saving__19).

T5 - Tworzenie quasi-starorzeczy

Opis: Wykonanie zagłębień kształtem zbliżonych do starorzeczy, oczek wodnych, małych zbiorników wodnych, okresowo wypełnianych wodą lub tworzących mozaikę siedlisk ziemnowodnych, zwykle w systemach koralikowych w strefie równi zalewowej. Celem jest umożliwienie okresowej wielonurtowości przy przepływie wód wielkich, optymalizacja siedlisk kluczowych dla różnorodności biologicznej, przywracanie naturalnych warunków pozakorytovej sedymentacji osadów. Odbudowa form hydromorfologicznych równi zalewowej: basenów powodziowych, zagłębień bezodpływowych. W miarę zarastania roślinnością, zagłębienia upodabniają się do naturalnych form wklęsłych równi zalewowej.

Zastosowanie i korzyści: Działanie zalecane w dolinach, w których dawne starorzecza zupełnie już zanikły.

Ryzyko: Niskie ryzyko wzmożenia problemów powodziowych lub suszowych. Niezależnie od środowiskowego charakteru, działanie stanowi znaczną ingerencję w środowisko, zwłaszcza że tereny przyrzeczne mają już własne, niekiedy wysokie walory przyrodnicze, które łatwo jest zniszczyć. Niezbędna jest bardzo precyzyjna inwentaryzacja przyrodnicza i szczególnie skrupulatne stosowanie zasady *primum non nocere* (przede wszystkim nie szkodzić).

Wymagania i koszty: Wymaga zwykle pozwolenia wodnoprawnego i zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ust. ochr. przyr. Koszt zależy od szczegółowych rozwiązań, najprostsze formy działania kosztują od ok. 900 euro/obiekt.

T6 - Odtwarzanie rzędnej dna wraz z przywróceniem równowagi bilansu rumowiska

Opis: Działanie kompleksowe, wykorzystujące także elementy działań U8, D5, T15, ale oparte na założeniu istotnej zmiany w stosunku do stanu istniejącego – wymuszenia podniesienia rzędnych dna cieków, tj. generalnym podwyższeniu jego profilu podłużnego. Świadomie zakładanym celem jest tu także podwyższenie stanów wody odpowiadających przepływowi charakterystycznym, a więc zmiana warunków przepływu w cieku tak, by wywołać przepływ ponadkorytowy częściej, przy niższej bezwzględnej wartości przepływu. Dobrze zaplanowane i wykonane działanie powinno zakładać transport rumowiska dennego i ustalenie się warunków równowagi dynamicznej cieków. W praktyce działanie jest zwykle realizowane w rzekach żwirowatych poprzez wybudowanie sekwencji kamienno-żwirowych bystrzy o wcześniej odpowiednio obliczonych parametrach – w tym przypadku powinny one być skonstruowane tak, by nie tylko zapewnić utrzymanie się samej sekwencji bystrzy (jak w działaniu D5), ale by zapewnić stale, odpowiednio obliczone rzędne ich koron. Na rzekach nizinnych, o spadkach $< 0,2\text{‰}$, w których kamień i żwir nie są substratami typowymi dla cieków, działanie jest rzadziej stosowane, ponieważ tu rzadziej mamy do czynienia z problemem nadmiernego wcięcia rzeki i koniecznością podniesienia jej profilu. Jednak, gdy działanie mimo to jest potrzebne, realizuje się je np. za pomocą progów dennych z kłód drzewa.

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo
- Jeleński J., Mikuś P. 2019. Rewitalizacja koryt żwirowatych przez przywracanie sekwencji bystrza-płosa, ich rola środowiskowa i zastosowanie. W: Czerniawski R., Bilski P. (red.) Funkcjonowanie i ochrona wód płynących. Uniwersytet Szczeciński i Drawieński Park Narodowy, Szczecin

Zastosowanie i korzyści: Działanie właściwe w szczególnych sytuacjach, gdy źródłem problemów jest nadmierne wcięcie cieków. Przywracanie warunków równowagi. Zapobieganie nadmiernej erozji dennej i nadmiernemu wcinaniu się koryt cieków. Przywrócenie przepływów ponadkorytowych, zwiększenie retencji dolinowej ze względu na zarządzanie ryzykiem powodziowym i łagodzenie skutków suszy. Odtworzenie warunków wodnych dla mokradeł przyrzecznych; ograniczenie drenażu mokradeł. Przywracanie łączności cieków głównego z dopływami. Sygnałem potrzeby wdrożenia działania jest np. cel środowiskowy dla cieków, wymagający zapewnienia określonego, np. $>50\%$, prawdopodobieństwa wystąpienia przepływu ponadkorytowego w ciągu roku (co wynika zwykle z potrzeb siedlisk przyrodniczych w obszarach chronionych). W związku ze znaczącym i złożonym wpływem działania na ryzyko powodziowe (zwiększenie prawdopodobieństwa wylewów lokalnych, ale również spłaszczenie fali i zmniejszenie energii wód wielkich w dole rzeki), typowe miejsca wdrażania to odcinki cieków wśród terenów co najwyżej ekstensywnie zagospodarowanych i odpornych na zalew, powyżej odcinków dolin nasyconych infrastrukturą i zabudową. W pewnych przypadkach działanie może sprzyjać poprawie zabezpieczenia w wodę systemów nawadniających, bez potrzeby stosowania zastawek i jazów w korycie cieków.

Szczególnym miejscem mogącym wymagać zastopowania działania mogą być ujścia dopływów do cieków głównych – zaburzone przez dawne umocnienia lub nadmierne wcięcie tego ostatniego, przez co może dochodzić do przerwania ciągłości ekologicznej i morfologicznej. Skutkiem działania w takich przypadkach jest przywrócenie zróżnicowania naturalnych struktur morfologicznych dna, jakie występuje w miejscu połączenia dwóch cieków.

Ryzyko: Działanie świadomie i planowo zwiększa prawdopodobieństwo lokalnego występowania rzeki z koryta, tj. lokalnych wylewów; zwiększa częstotliwość przepływu ponadkorytowego. Jest to jego

zamierzony cel, wynikający z roli ekologicznej okresowych naturalnych wylewów, albo z potrzeby zmniejszenia w ten sposób ryzyka powodziowego na terenach położonych w dole rzeki.

Wymagania i koszty: Zwykle wymagane pozwolenie wodnoprawne i zgłoszenie RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody, a w przypadku rozbiórki, przebudowy lub budowy obiektów budowlanych (wykorzystania materiałów budowlanych) - pozwolenie na budowę. Koszty są zależne od kubatury prac i skali przedsięwzięcia.

Przykład: W ramach projektu renaturyzacji rzeki Grote Nete (dorzecze Skaldy, Belgia), zakończonego w 2015 r., podwyższono rzędną dna koryta ciek w celu polepszenia możliwości wylania wody na tereny doliny; miejsca, w których uzupełniony został materiał denny, spełniają jednocześnie funkcję tarlisk.

T7 - Likwidacja umocnień brzegów

Opis: Likwidacja opasek brzegowych betonowych i kamiennych, szczelnych okładzin kamiennych, murów oporowych itp. Rozbiórka żłobów kamiennych, betonowych. Najczęściej realizowane w formie rozbiórki resztek umocnień zniszczonych lub naruszonych np. przez powódź, choć może być zastosowane także w stosunku do budowli w dobrym stanie, lecz uznanych za zbędne. Celem tego działania może być po prostu usunięcie zbędnego elementu antropogenicznego i umożliwienie wytworzenia się naturalnej, względnie stabilnej strefy brzegu, ale może być także umożliwienie erozji brzegu, a tym samym uwolnienie możliwości bocznej migracji koryta ciek i w ten sposób zainicjowanie samorzutnej renaturyzacji jego koryta, oraz uzyskanie źródła potencjalnej dostawy rumowiska do ciek. W tym drugim przypadku, potencjalne przekształcenia brzegu mogą mieć charakter skokowy, powiązany z epizodami wysokich przepływów. Działanie bywa wręcz łączone z działaniami przyspieszającymi erozję boczną (T1, D6, T12) i z akceptacją dla rozwoju wyrw w brzegach (U9). Działanie często stosowane w powiązaniu z zaplanowaniem ochrony krawędzi „korytarza swobodnej migracji rzeki” zamiast ochrony aktualnych brzegów koryta, co omówiono dalej jako działanie T8.

Likwidacji umocnień brzegów niekiedy dokonuje sama rzeka, zwłaszcza przy epizodach wezbraniowych. Takie „szkody powodziowe” polegające na zniszczeniu umocnień brzegowych warto weryfikować pod kątem sensu odbudowy umocnień. Jeżeli nie chronią one istotnych elementów zagospodarowania terenu, to z geoeologicznego punktu widzenia najkorzystniejsze może być ich nieodbudowywanie, a potraktowanie „szkod powodziowych” jako przejawów samorzutnej i bezkosztowej renaturyzacji rzeki.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Działanie stosowane tam, gdzie techniczna ochrona brzegu została uznana za zbędną. Stosowane jest tam, gdzie celem jest umożliwienie erozji bocznej i samorzutnej renaturyzacji koryta, a typowymi miejscami są rzeki o większym potencjale erozji bocznej, meandrowania lub roztokowości w sąsiedztwie z nieużytkami lub gruntami tylko ekstensywnie zagospodarowanymi. Jednak, na odcinkach brzegów mniej narażonych na erozję, może być też stosowane dla zwykłego usunięcia elementu antropogenicznego, jaki stanowi zabudowa brzegu.

Ryzyko: Potencjalne uruchomienie erozji bocznej i bocznej migracji koryta ciek, co jednak często jest właśnie zamierzonym celem. W terenach górskich, usuwanie umocnień u podstawy zboczy może stwarzać ryzyko osuwisk; zagrożenie osuwiskowe powinno być wcześniej rozważone i sprawdzone.

Wymagania i koszty: Wymaga własności lub porozumienia z właścicielem terenu potencjalnie objętego migracją koryta. Często celowy jest wykup gruntu. W przypadku naturalnego zajęcia przez

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

rzece terenu, możliwe jest przewłaszczenie ustawowe post factum za odszkodowaniem w trybie art. 233 ust. Prawo wodne.

Przykład: W ramach projektu renaturyzacji terenów zalewowych Meinerswijk na rzece Ren (Room for the River - Holandia), zakończono w 2015 r. usunięcie umocnienia brzegów w celu polepszenia przepływu wody kanałem obiegowym podczas wysokich stanów wody. W ramach projektu obniżono również wały letnie i wykonano dodatkowy kanał boczny. W wyniku działań zmniejszono poziom zagrożenia powodziowego i poprawiono stan siedlisk. Innym przykładem, może być wspomniany przy działaniu U11 projekt renaturyzacji rzeki Lech (Austria).



Fotografia 35. Usuwanie umocnień wzdłuż rzeki Lech (Austria) na odcinku Stanzach-Vorderhornbach

Źródło: strona internetowa projektu LIFE15 NAT/AT/000167 (<https://www.life-lech.at/>).

T8 - Zastępowanie umocnień brzegów przez umocnienia śpiące na granicach wyznaczonego korytarza swobodnej migracji rzeki

Opis: Likwidacja umocnień brzegów cieku (jak zadanie T7), ale w powiązaniu z równoległym zaplanowaniem i wykonaniem bardziej oddalonej od cieku linii obrony przed erozją boczną. Działanie opiera się na koncepcji "korytarza swobodnej migracji rzeki" ((Bojarski i in. 2005, Piégay i in. 2005, Nieznański i in. 2008, Biron i in. 2014, Buffin-Belander 2015, REFORM 2015 i lit. tam cyt.) – polegającym na planistycznym wyznaczeniu przestrzeni do naturalnego rozwoju koryta rzeczno: pasa terenu, w którym toleruje się naturalny rozwój i migrację koryta cieku, ale jednocześnie na krawędziach którego przeciwdziałano wychodzeniu koryta poza ten pas.

Potencjalna ochrona krawędzi korytarza swobodnej migracji może być zawczasu przygotowana przez wykonanie tzw. „umocnień śpiących”. Rolę taką może pełnić już zwykłe pasmo zadrzewień, zawczasu nasadzonych na odpowiedniej linii, tak by po kilkunastu latach stabilizowało teren, do którego zbliży się erozja boczna cieku. Większy stopień ochrony zapewnią tzw. „opaski śpiące”, wykonywane w pewnej odległości od aktualnego brzegu cieku, jako konstrukcje zagłębione w gruncie – wykonywane w różnych formach, podobnie jak zwykłe opaski brzegowe. Najprostszą formą jest narzut kamienny wypełniający wykop. Możliwe jest jednak użycie pełnej palety umocnień brzegowych, z tym że wykonywanych nie na brzegu cieku, ale w wykopach na krawędzi „korytarza swobodnej migracji cieku”. Odpowiednio do lokalnych uwarunkowań, mogą to być budowle wykonane z materiałów naturalnych (głazy kamienne, tłuczeń, faszyna, drewno, włókna naturalne, itp.) lub technicznych (beton, materiały stalowe, materiały z tworzyw sztucznych, itp.). Gdy erozja boczna dojdzie do takiej opaski, stanowi ona zabezpieczenie przed dalszym zabieraniem terenu, pozwalając jednocześnie na naturalne kształtowanie się biegu cieku i jego brzegów w obrębie korytarza.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Rzeki o większym potencjale erozji bocznej, meandrowania lub roztokowości; wszędzie gdzie aktualne zagospodarowanie pozwala na wyznaczenie "korytarza swobodnej migracji cieku", ale jednocześnie w większym oddaleniu od cieku występuje infrastruktura lub zabudowa wymagająca skutecznej ochrony przed potencjalną erozją boczną.

Ryzyko: Poza zabieraniem przez rzekę gruntów w pasmie „korytarz swobodnej migracji”, co jest właśnie zamierzonym skutkiem, działanie nie wiąże się z większym ryzykiem, a przeciwnie – podnosi poziom ochrony zabudowy i infrastruktury. Samo wdrożenie koncepcji „korytarza swobodnej migracji” na odcinku cieku zwykle zmniejsza ryzyko powodziowe stwarzane przez ten ciek poniżej.

Wymagania i koszty: z wyjątkiem realizacji ograniczonej do nasadzenia drzew, wymagane jest pozwolenie wodnoprawne i decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach (umocnienie brzegu jest urządzeniem wodnym). W przypadku rozbiórki lub przebudowy obiektów budowlanych oraz budowy wykorzystującej materiały budowlane, może być konieczne pozwolenie na budowę. Koszty podobne do budowli chroniących brzeg, wykonywanych typowo na istniejącym brzegu.

Przykład: Działanie wdrożono nad Rabą w ramach przedsięwzięcia „Tarliska Górnej Raby”. Sprzyjał mu fakt, że w zarządzie RZGW w Krakowie znajdowała się cała kilkusetmetrowej szerokości działka gruntu z rzeką. Cały pas terenu w zarządzie RZGW uznano za potencjalny „korytarz swobodnej migracji”, usunięto resztki i tak zniszczonych przez wezbrania umocnień na brzegu Raby, a wykonano nasadzenia drzew oraz narzut kamienny w wykopie na granicy działki rzeki. Rozwój koryta Raby został udokumentowany w pracy naukowej Mikuś i in. (2019).

Śpiące zabezpieczenia zostały zastosowane również w ramach przedsięwzięcia „Przywrócenie ciągłości ekologicznej i realizacja działań poprawiających funkcjonowanie korytarza swobodnej migracji rzeki Białej Tarnowskiej (2014-2020).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 50. „Śpiące” umocnienia brzegowe rzeki Izary w Monachium

Źródło: Bańkowska i in. (2010).

T9 - Przebudowa umocnień brzegów na bardziej naturalne

Opis: Zastępowanie umocnień technicznych brzegu (betonowych, kamiennych) przez umocnienia biotechniczne i biologiczne, wykorzystujące elementy drewniane i faszynowe. W przeciwieństwie do działania T7, założeniem jest utrzymanie ochrony brzegu, ale zminimalizowanie jej negatywnego oddziaływania na środowisko. Celem działania jest poprawa siedlisk dla organizmów wodnych przy zachowaniu funkcji umocnienia brzegu. Istotną rolę jest wprowadzanie do cieku substratu drzewnego., częściowo zastępującego rolę ekologiczną martwych drzew (por. Pawlaczyk 2017b).

Umocnienia bioinżynieryjne wykorzystują naturalne komponenty podlegające biodegradacji, takie jak np.: pnie, karpki i gałęzie drzew oraz krzewów, płotki z pędów i siatki z włókien naturalnych, w połączeniu z żywą roślinnością – drzewami, krzewami, roślinnością szuwarową lub trawą. Umocnienie bioinżynieryjne obejmują takie działania jak:

- nasadzenia krzewów i drzew na brzegach cieków, głównie wierzb, topól, olsz i jesionu wyniosłego;
- pokrycie brzegu siatką z włókien naturalnych (np. juty, kokosa lub konopi), w której oczkach sadzi się rośliny szuwarowe;
- obsiew mieszkanką traw, darniowanie (pokrycie skarp fragmentami darni) i hydroobsiew (wtryskiwanie na powierzchnię skarp mieszanki ziarna, nawozów i wody);
- mulczowanie, towarzyszące siewowi nasion, polegające na rozścieleniu na powierzchni skarp brzegowych warstwy mulczu z długiej słomy lub innych naturalnych materiałów włóknistych;
- zabezpieczenie brzegów za pomocą tzw. karp, tzn. ugałęzionych pni drzew lub systemów korzeniowych wraz z częścią pni;
- kaszyce, czyli umocnienia o konstrukcji drewniano-kamiennej (niekiedy dodatkowo ziemnej), w której belki drewniane pełnią funkcje konstrukcyjną, a wypełnienie stanowią kamienie lub gleba;
- płotki wierzbowe ze świeżych pędów, przeplecione pomiędzy palikami z drewna;
- stosowanie chrustu z porostem, w postaci dwóch warstw gałęzi, pomiędzy które sadzi się drzewa lub krzewy;
- umocnienia tarasowe, zbudowane z brzegostonu krzyżowego, tzn. naprzemiennych warstw ziemi oraz materiału roślinnego – gałęzi i ukorzenionych roślin.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Duszyński R. 2007. Ekologiczne techniki ochrony brzegów i rewitalizacji rzek. Inżynieria Morska i Geotechnika 6: 341-351.
- Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych 2016. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji.
- River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques.

Zastosowanie i korzyści: Działanie celowe we wszystkich sytuacjach, w których umocnienia biologiczne i biotechniczne mogą zapewnić wystarczający poziom ochrony (Cieki o umocnionych brzegach, gdy nie można zastosować rozwiązań korzystniejszych środowiskowo (T7, T8, T1, T10)).

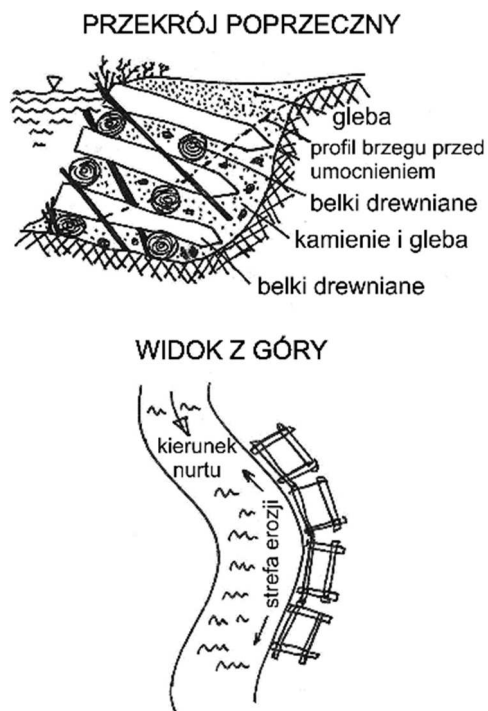
Ryzyko: Przy prawidłowym zaprojektowaniu działanie nie wiąże się z dodatkowym ryzykiem.

Wymagania i koszty: Wymagane pozwolenie wodnoprawne i decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach (budowie regulacyjnej). Koszt zależny od zakresu i szczegółowych rozwiązań, średnio rzędu 3000 euro/km.

Przykład: W ramach projektu „Naturalnej stabilizacji brzegów i tworzenia stref buforowych wzdłuż rzeki Odelouca” w Portugalii, zastosowano środki koncentrujące się na wykorzystaniu technik naturalnych w celu renaturyzacji stref buforowych i brzegów rzek (np. sadzenie na brzegach rodzimych gatunków roślin oraz usuwanie gatunków inwazyjnych). Dodatkowym działaniem było umocnienie brzegów geowłókniną kokosową, aby zapobiec erozji, zatrzymać wilgotność gleby, zapobiec (ponownemu) wzrostowi roślin inwazyjnych oraz stworzyć sprzyjające warunki dla rodzimych gatunków roślin.

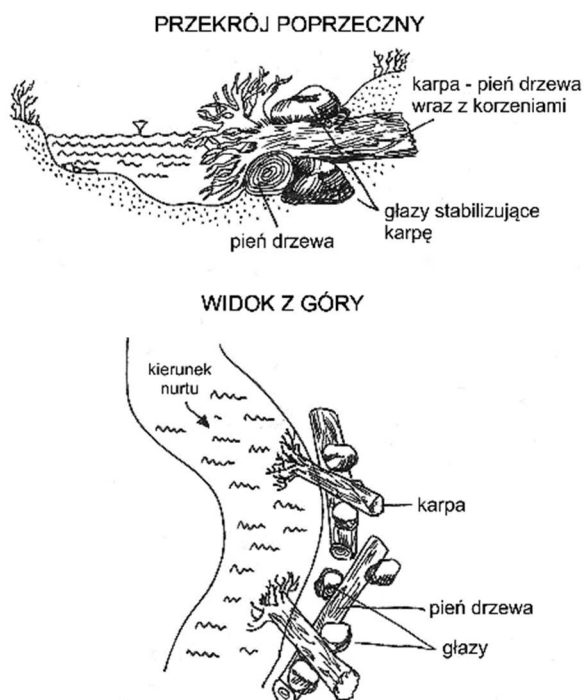
Wiele drobnych wdrożeń na niewielkich ciekach śródlęśnych wykonały Lasy Państwowe, w ramach swoich projektów małej retencji. Opracowane przez Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych (2016) wytyczne stanowią dobry podręcznik możliwych szczegółowych rozwiązań technicznych.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 51. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem kaszyc.

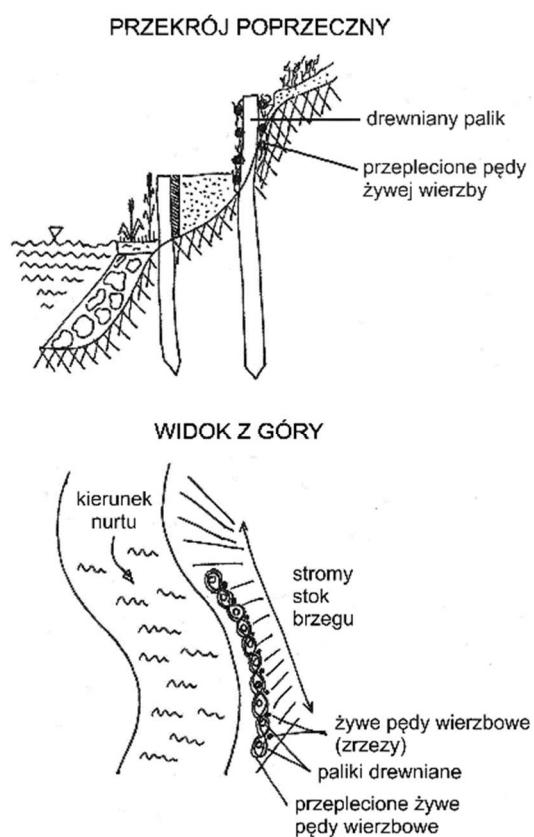
Autor: J. Urbaniak



Rysunek 52. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem karp.

Autor: J. Urbaniak

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

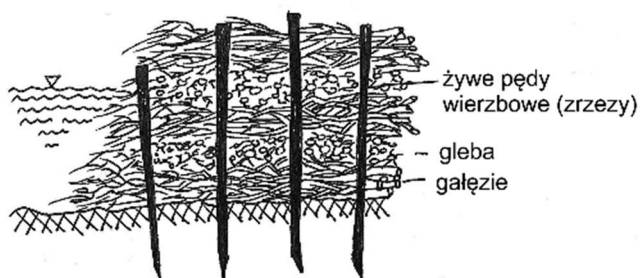


Rysunek 53. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem płotków wierzbowych.

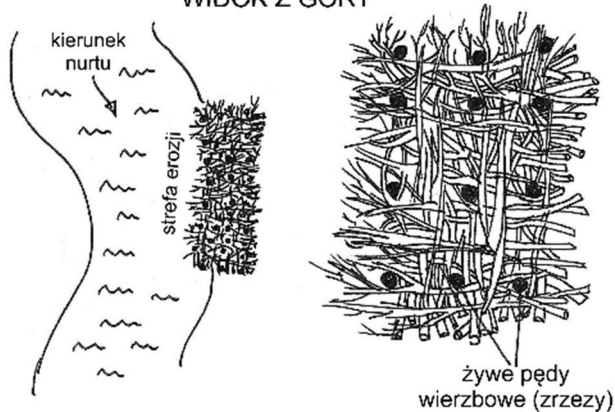
Autor: J. Urbaniak

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

PRZĘKRÓJ POPRZECZNY



WIDOK Z GÓRY



Rysunek 54. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem brzegosłonu krzyżowego.

Autor: J. Urbaniak

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

	
Kaszyce	Faszyna
	
Płotek faszynowy z porostem wierzby	Darniowanie skarpy
	
Narzut kamienny z porostem wierzby	Włóknina naturalna

Fotografia 36. Przykłady przyjaznych naturze umocnień biologicznych i biotechnicznych.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

T10 - Unaturalnianie profilu brzegu

Opis: Odtwarzanie naturalnego charakteru brzegu poprzez wykonanie zatok, stref zastoiskowych, wysp, cypli, zmniejszenie nachylenia skarpy brzegu. Tu należy także profilowanie brzegu w celu umożliwienia dostępu zwierząt i ludzi do cieku. Celem jest poprawa i urozmaicenie siedlisk dla

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

organizmów wodnych i mokradłowych, w tym zapewnienie strefy potencjalnego rozwoju roślinności przybrzeżnej (szuwały, gatunki namuliskowe, wymagające dna i brzegu o niewielkim nachyleniu skarp).

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Polska Zielona Sieć 2006. Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik, Polska Zielona Sieć, Wrocław–Kraków. Zaktualizowana oryginalna wersja angielska: River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques.

Zastosowanie i korzyści: Ciekі o sztucznych, stromych, jednostajnych brzegach.

Ryzyko: Wdrożenie działania nie wiąże się z dodatkowym ryzykiem.

Wymagania i koszty: Wymaga dysponowania szerszym pasem gruntu przy brzegu ciekі, zwykle bowiem musi wiązać się z większym zajęciem terenu. Celowy może być wykup gruntu. Koszt zależy od kubatury robót, roboczodzień pracy niezbędnego sprzętu kosztuje ok. 300 euro.

Przykład: Wyprofilowanie łagodnych brzegów zastosowano w renaturyzacji rzeki Fontenelle (Francja) w ramach przedsięwzięcia „Przywracanie przebiegu rzeki Fontenelle do pierwotnego stanu w Saint-Wandrille-Rançon” (2011 r.). Innym przykładem jest renaturyzacja ciekі Rottal Burn (Szkocja).

Przed - kwiecień 2014

Po - kwiecień 2015



Fotografia 37. Renaturyzacja ciekі Rottal Burn (Szkocja).

Źródło: strona internetowa The River South Esk

T11 - Odtwarzanie wysokich skarp brzegowych

Opis: Tworzenie odsłoniętych skarp, naśladujących podcięcia erozyjne, wyrwy brzegowe. Jest to działanie tworzące biotopy zastępcze, gdy brak jest lub zostały ograniczone naturalne procesy erozji bocznej, podcinającej brzegi. Służy zwykle tworzeniu siedlisk dla gatunków ptaków (zimorodek, brzegówka) lub niektórych gatunków owadów, gdy samo pozostawianie naturalnie powstających i rozwijających się wyrw (działanie U9) nie jest efektywne.

Zastosowanie i korzyści: Typowe miejsca, gdzie działanie znajduje zastosowanie, to zarastające strome skarpy, które stają się nieprzydatne dla ptaków - w przypadku braku możliwości odtworzenia dynamicznego systemu podcięć erozyjnych i wyrw brzegowych kształtowanych przez rzekę.

Ryzyko: Rozważenia wymaga ryzyko osunięcia się gruntu (należy rozważyć, co znajduje się w pobliżu krawędzi skarpy, a także sprawdzić, jakie jest ewentualne niebezpieczeństwo dla ludzi). W terenach górskich, rozważenia i sprawdzenia wymaga także ryzyko osuwiskowe.

Wymagania i koszty: Wymaga własności gruntu lub porozumienia z właścicielem terenu. Średni koszt wykonania to ok. 300 EUR za 100mb skarpy.

T12 - Budowle lub struktury kierujące nurt w celu inicjacji renaturyzujących procesów korytowych

Opis: Budowa budowli regulacyjnych o funkcji deflektorów, wymuszających przebieg nurtu ciekłu, w tym tam podłużnych i ostróg z materiałów naturalnych. Zazwyczaj chodzi o skierowanie nurtu tak, by zapobiec przerzucaniu się nurtu (awulsji) do niepożądanego odnogi rzeki wielokorytowej. Deflektorem można także przekierować nurt od zbyt szybko rozwijającej się wyrwy lub zabezpieczyć odcinek brzegu, którego erozja nie byłaby pożądana. Niekiedy jednak w celu renaturyzacji kieruje się nurt właśnie tak, by powodował lokalną erozję boczną. Najczęściej stosowane są konstrukcje kamienne lub drewniano-kamienne (np. kaszycowe), rzadziej drewniane, a niekiedy rozwiązania biotechniczne, np. z założeniem porostu wikliny. Konstrukcje z materiałów naturalnych (np. kamienne lub drewniano-kamienne, stabilizowane własnym ciężarem) są ekologicznie korzystniejsze od budowli siatkowo-kamiennych (gabionowych), nie mówiąc już o betonowych. Działanie podobne do D6, jednak polegające na wznoszeniu budowli, a nie tylko na umieszczaniu elementów naturalnych w cieklu. Jeżeli celem działania jest lokalna inicjacja erozji bocznej i meandryzacja ciekłu, to zastosowanie może wymagać odpowiedniego usunięcia umocnień brzegu (por. działania T7, T8).

Więcej informacji →

- Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.
- Duszyński R. 2007. Ekologiczne techniki ochrony brzegów i rewitalizacji rzek. Inżynieria Morska i Geotechnika 6: 341-351.
- Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych 2016. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji.
- River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques.

Zastosowanie i korzyści: Tylko wyjątkowo, gdy pożądanego efektu nie da się osiągnąć za pomocą działań bardziej naturalnych; w razie potrzeby ukierunkowania nurtu. Działanie stosowane nie tylko w celu renaturyzacji, ale także w innych celach zarządzania rzeką, np. w celu odepchnięcia nurtu od miejsc stwarzających ryzyko erozyjne; w ten sposób można niekiedy uniknąć potrzeby umacniania brzegów. Typowe problemy, które mogą być w ten sposób rozwiązywane, to zwężenie koryta i wytworzenie oraz utrwalenie nowych brzegów na odcinkach rzek, które są nadmiernie antropogenicznie poszerzone. Zapobieganie awulsji nurtu rzek roztokowych do odnóg stwarzających ryzyko, przy generalnym zachowaniu wielonurtowości.

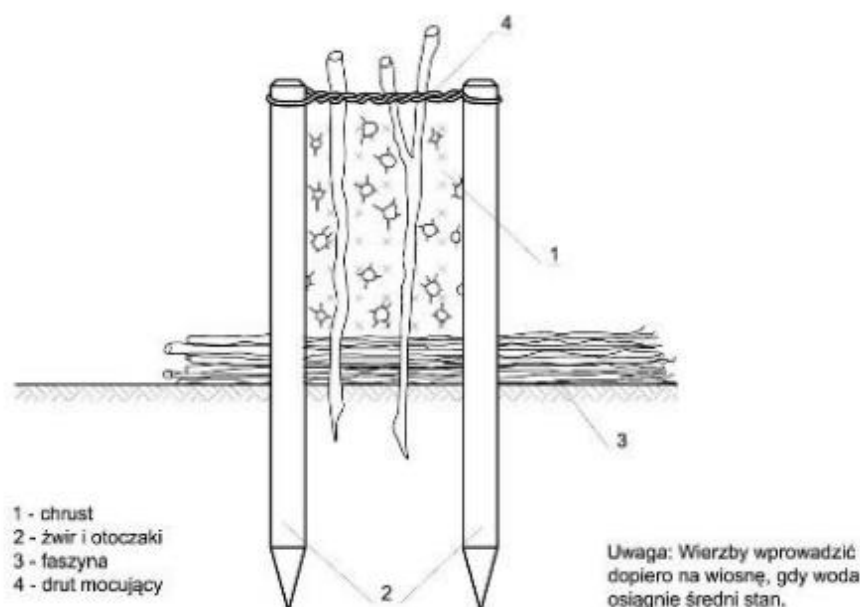
Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Ryzyko: Przy prawidłowym zaprojektowaniu nie wiąże się z dodatkowym ryzykiem, gdyż wszystkie oddziaływania powinny być świadomie zaplanowane.

Wymagania i koszty: Konieczne pozwolenie wodnoprawne i decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach (budowle regulacyjne), a w przypadku wykorzystania materiałów budowlanych – pozwolenie na budowę. Koszty zależne od formy i zakresu prac; średnio rzędu 2200 euro za obiekt.

Przykład: Działanie zastosowano w przedsięwzięciu łagodzenia powodzi i przywracania ciągłości rzeki Méranaise w Gif-sur-Yvette (Francja, 2015 r.). W koryto ciekę wprowadzono trzy ostrogi z możliwością do porostu, w celu zróżnicowania dynamiki przepływu i inicjacji procesów erozji.

Trójkątne deflektory drewniano-kamienne, jako narzędzie inicjujące meandryzację rzek Wełny i Flinty w Wielkopolsce, zaproponowali Szoszkiewicz i in. (2014).



Rysunek 55. Tama szkieletowa z chrustem i sadzonkami wierzbowymi – możliwa do zastosowania jako budowla kierująca nurt.

Źródło: Ministerstwo Środowiska (2018), opracowano na podstawie: Begemann i Schiechl (1999)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 38. Zabudowa ostrogami drewniano-kamiennymi koryta potoku górskiego. Przykład dobrze pokazuje technikę wykonania, ale budzi wątpliwości co do celu - raczej nie stanowi renaturyzacji, a tylko ochronę drogi leśnej przed erozją.

Źródło: Archiwum Lasów Państwowych

T13 - Likwidacja lub „odsuvanie” wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych

Opis: Całkowita lub częściowa rozbiórka wałów przeciwpowodziowych i w konsekwencji umożliwienie szerszych wylewów rzeki. Zachowanie ochrony przeciwpowodziowej terenów zabudowanych i zurbanizowanych, lub gruntów, które z jakichś powodów nie mogą być zalane, może wymagać budowy nowych wałów bardziej oddalonych od rzeki. Spotyka się też zastępowanie obwałowań wzdłuż cieków przez obwałowania okrzęne terenów zabudowanych (zwłaszcza w dolinach dużych rzek oraz w strefie ryzyka powodzi cofkowych od morza). Dolina zalewowa zostaje wówczas w całości udostępniona wezbraniom, a chroniony jest obszar o wysokiej wartości społecznej.

Jest to jedno z fundamentalnych działań renaturyzacyjnych, dotycząc nie tylko cieku, ale i jego doliny. W praktyce, dla oszczędności kosztów, zamiast całkowitego usuwania wałów często wykonywane są tylko odcinkowe przelewy. Rozwiązanie takie również wymaga sprawdzenia modelowaniem numerycznym, dla zapewnienia by wola nie tylko wlewała się na dawne zawale, ale również mogła z niego bez przeszkód spłynąć.

W Europie Zachodniej działaniu towarzyszą często narzędzia finansowe, kompensujące ewentualne straty rolników udostępniających swe grunty na ryzyko zalania.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Skutkiem jest przywrócenie zalewów doliny rzecznej, a tym samym przywrócenie aluwialnych warunków funkcjonowania cennych ekosystemów dolinowych, np. lasów łęgowych. Okresowe zalewy umożliwią także naturalne odnawianie starorzeczy na terenie zalewowym. Niezależnie od renaturyzacji, działanie to ma znaczny potencjał dla zarządzania ryzykiem powodziowym – dodatkowy teren zalewowy znacząco ogranicza ryzyko powodziowe na niżej leżących

odcinakach rzeki. Wpływ na wysokość fali wezbraniowej, w tym zakres możliwego do uzyskania spłaszczenia wezbrania, zależy od pojemności retencyjnej odzyskiwanego terenu zalewowego; efekt działania należy określić modelowaniem numerycznym. Zmniejsza też ryzyko awarii wałów przeciwpowodziowych w czasie wezbrania – wały położone blisko koryta rzeki silnie zwężające terasę zalewową są bardziej narażone na uszkodzenia niż wały oddalone od koryta rzeki. Działanie powinno być rekomendowane wszędzie tam gdzie jest możliwe, tj. wszędzie tam gdzie naturalne warunki topograficzne i obecny stan zagospodarowania gruntów umożliwiają ponowne włączenie fragmentów obecnego zawału do terenu zalewowego. Możliwość taka dotyczy głównie nieużytków, gruntów rolnych o zarzuconym użytkowaniu, użytków zielonych i lasów. Przeciwwskazaniem jest istnienie na rozważanym terenie infrastruktury i zabudowy, a także obiektów które w przypadku zalania mogłyby zanieczyścić wodę.

Działanie ma pełen sens tylko wtedy, gdy reżim hydrologiczny i stan koryta cieku w ogóle umożliwi wezbrania – tj. fale wezbraniowe nie są istotnie spłaszczane przez obiekty hydrotechniczne w górnym biegu, a koryto rzeki nie jest nadmiernie wcięte i przepływ ponadkorytowy ma szansę wystąpić co 1-2 lata. W innych sytuacjach działanie dla uzyskania pełnego efektu renaturyzacyjnego musiałoby być połączone z uprzednim rozwiązaniem innych problemów, np. z działaniami D7, D5, T6. Z punktu widzenia zarządzania ryzykiem powodziowym działanie ma jednak sens praktycznie wszędzie, gdzie jest wykonalne, zwłaszcza w świetle możliwego nasilenia ekstremów hydrologicznych w bliskiej przyszłości.

Ze względu na wysokie koszty działania, do jego wdrożenia zwykle szuka się miejsc, w których byłyby potrzebne możliwie najkrótsze odcinki nowych wałów ograniczających zalew, a relacja odzyskiwanego terenu zalewowego do kosztów całego zadania byłaby jak najkorzystniejsza.

Ryzyko: Oczywiście konsekwencją działania będzie okresowe zalewanie terenów wcześniej chronionych przez likwidowany lub odsunięty wał, są to jednak zawsze konsekwencje przewidywalne i planowane. Odtworzenie dodatkowego terenu zalewowego znacząco przyczynia się do zmniejszenia ryzyka powodziowego w dolnym biegu cieku. Mimo generalnie korzystnych oczekiwanych efektów środowiskowych, działanie oznacza stosunkowo silną ingerencję w środowisko i jego przekształcenie, wymaga więc starannej wcześniejszej analizy pod kątem oddziaływania np. na siedliska przyrodnicze, rośliny, zwierzęta i elementy dziedzictwa kulturowego.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga starannego zaplanowania. Zwykle najpierw ujmowane jest w Planie Zarządzania Ryzykiem Powodziowym bądź w planach ochrony dla obszarów chronionych. Ponieważ działanie powoduje unaturalniającą zmianę warunków wodnych i przywrócenie zalewów terenów w dolinie rzeki, wymaga prawa własności odpowiedniego terenu albo wyraźnej akceptacji jego właściciela dla okresowych zalewów. W przypadku lasów, łąk i pastwisk, możliwe jest ich funkcjonowanie w reżimie okresowego zalewania, a niekiedy może to oznaczać wręcz poprawę warunków wodnych i wzrost produkcji roślinnej. W okresie przejściowym przywrócenia zalewu mogą jednak nastąpić zmiany sukcesyjne w roślinności. Inne użytki zwykle będą wymagać zmiany formy zagospodarowania. Koszty są wysokie, zwykle rzędu 250-2000 euro/m, mogą być określone tylko na podstawie indywidualnego projektu. Znacznie podwyższa je konieczność budowy nowego wału, jeżeli jest konieczny dla utrzymania poziomu ochrony przeciwpowodziowej.

Przykład: Pionierskim przykładem odsuwania wałów powodziowych od rzeki było przedsięwzięcie zrealizowane nad Odrą, w rejonie miejscowości Domaszków-Tarchalice, w ramach którego przywrócono naturalny teren zalewowy o powierzchni ok. 600 ha (por. przykład w rozdz. 2.4). Podobna przebudowa wałów przeciwpowodziowych ze zmianą ich lokalizacji jest prowadzona nad Odrą w rejonie miejscowości Wężyska – Chlebowo. Słowiński Park Narodowy wdraża likwidację wału na odcinku rzeki Łupawy powyżej Smołdzina. Szeroko znane są też przypadki przywracania terenów zalewowych nad łabą w Niemczech, np. w okolicy Lenzen.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 39. Odsunięcie wałów przeciwpowodziowych rzeki Łaby w okolicach Lenzen (Niemcy).

Źródło: <https://www.bfn.de/themen/biologische-vielfalt/nationale-strategie/projekt-des-monats/archiv/lenzener-elbtalaue>.

T14 - Usuwanie lub przekopywanie nasypów brzegowych lub meandrowych

Opis: Na brzegach wielu cieków istnieją kilkunasto- lub kilkudziesięciocentymetrowej wysokości ciągłe nasypy ("wargi brzegowe"), odłożone z osadów wydobytych dawniej z koryta rzeki, a będące pozostałością po dawnych pracach regulacyjnych lub utrzymaniowych, wykonanych niezgodnie z dobrą praktyką¹⁸. Z ekologicznego i hydrologicznego punktu widzenia struktury takie są szkodliwe. Nasyp taki, choć niewysoki, wpływa niekorzystnie na łączność rzeki z jej równią zalewową, ograniczając rozlewanie się wysokich wód, ale także ograniczając możliwość spływu do rzeki wód już rozlanych, a oba te efekty są hydrologicznie i ekologicznie niekorzystne. Działanie renaturyzacyjne polega na przerwaniu ciągłości takich nasypów, tak by nie utrudniały ani rozlewania się, ani spływu wody. Równomierne rozplantowanie poprzecznie do linii cieku nie jest zwykle skuteczne, nasyp należy na niektórych odcinkach usunąć zupełnie, ewentualnie dopuszczając jego pozostawienie w formie nieciągłej. Opisane tu działanie dotyczy struktur istniejących już przez dłuższy czas; analogiczną korektę niewłaściwie wykonanych świeżych odmuleń opisano jako działanie U12.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

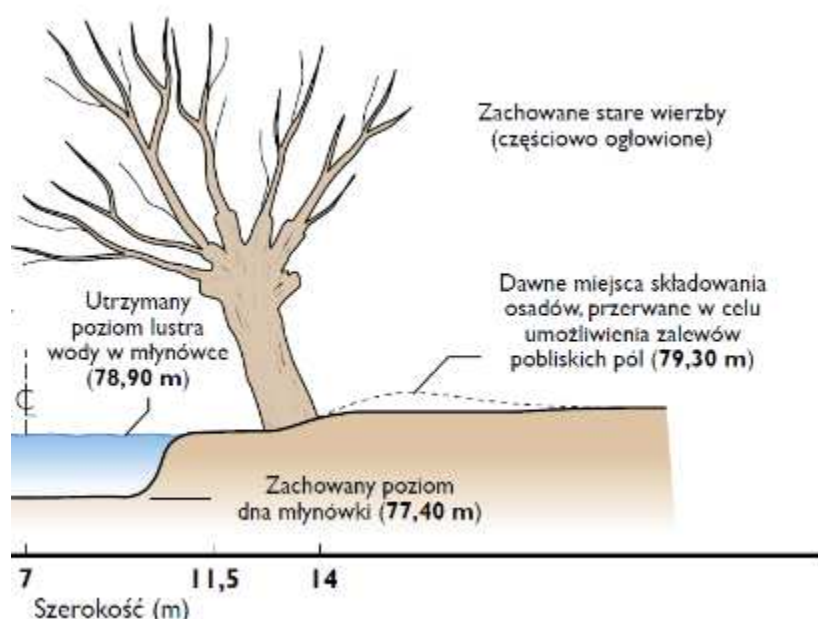
Zastosowanie i korzyści: Wszędzie tam, gdzie po dawnych pracach utrzymaniowych lub regulacyjnych pozostały do dziś istniejące nasypy wydobytych osadów odłożone wzdłuż brzegu rzeki.

¹⁸ Dobra praktyka prac (por. Ministerstwo Środowiska 2018) wymaga, by – jeżeli już wydobywane z koryta osady muszą być pozostawione na brzegu – nie tworzyły one ciągłego nasypu, ale były odkładane jako nasyp przerywany, albo nasypy poprzeczne do osi cieku.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Ryzyko: Zamierzonym skutkiem działania będzie łatwiejsze rozlewanie się wód cieków na grunty sąsiednie, ale i łatwiejszy spływ wody po ustąpieniu wezbrania. Może to jednak powodować pretensje ze strony niektórych właścicieli tych gruntów.

Wymagania i koszty: Wymaga pozwolenia wodnoprawnego, ponieważ stanowi „zmianę ukształtowania terenu na gruntach przylegających do wód, mającą wpływ na warunki przepływu wód”. Jako praca ziemna wpływająca na stosunki wodne wymaga także zgłoszenia do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody. Koszty zależą od sposobu zagospodarowania materiału z usuwanego nasypu. Są stosunkowo niskie, gdy przerwanie ciągłości nasypu wykonuje się tylko w sposób odcinkowy, albo gdy można odłożyć materiał w nasypach poprzecznych do rzeki; wzrastają znacznie gdy materiał trzeba przetransportować na dalszą odległość.



Rysunek 56. Idea usunięcia nasypów z dawnego składowania osadów.

Źródło: Polska Zielona Sieć 2006.

T15 - Likwidacja lub przebudowa zabudowy dna

Opis: Rozbiórka progów dennych, ewentualnie ich przebudowa na bystrotoki, albo w przypadku gurtów lub niewielkich progów – zastąpienie ich przez sekwencję zajmujących całą szerokość koryta żwirowo-kamiennych ramp i pochylni dennych, imitujących naturalne bystrza. Sztuczne elementy zabudowy dna są niekorzystne, ponieważ blokują transport rumowiska, a wskutek wybojów powstających przed i za gurtami dennymi, przy niskich stanach wody stają się dodatkowo barierami dla migracji organizmów wodnych. Celem działania jest przywrócenie optymalnych warunków hydromorfologicznych i siedliskowych w korycie; uruchomienie dotychczas blokowanego zabudową dna transportu rumowiska dennego i przywrócenie jego równowagi. W praktyce, często celem jest zastąpienie sekwencji betonowych progów sekwencją odtworzonych bystrzy żwirowo-kamiennych, naśladujących naturalny profil podłużny rzeki (por. działania D5, T6). Bystrza oraz bystrotoki kształtowane są w sposób zapewniający różnicowanie głębokości i prędkości przepływu na koronach, zapewniające drożność przy każdym stanie wody w korycie cieków. Konstrukcje wymagają stosowania zasad tych samych co dla budowy ramp i pochylni. W szczególnie trudnych przypadkach możliwe jest

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

stosowanie technologii *grouted rock* – mozaiki kamieni ułożonej na betonie z kilkucentymetrowymi „fugami”.

Więcej informacji → Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

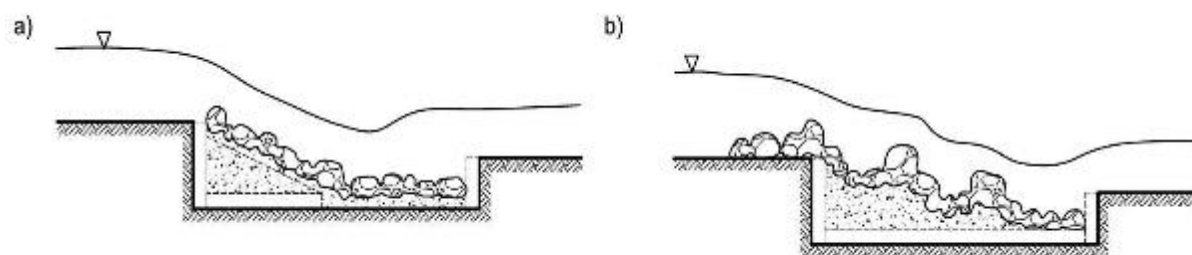
Zastosowanie i korzyści: Głównie rzeki żwirowe, o spadku $> 0,2\%$, w których obecna zabudowa dna lub jej pozostałości, albo powstające w związku z tą zabudową wyboje stwarzają problemy, np. choćby okresowo są przeszkodą dla transportu rumowiska wleczonego i migracji organizmów wodnych. Działanie ma uzasadnienie w kilku przypadkach:

- gdy są szanse na wytworzenie się naturalnej równowagi transportu rumowiska, tj. gdy istnieje wystarczająca dostawa i transport żwirów z góry cieku, a sam ciek ma względnie naturalny plan koryta, tj. jego bieg nie jest istotnie skrócony w wyniku dawniejszych regulacji;
- gdy istniejąca zabudowa utrudnia migrację, ale występuje konieczność zachowania rzędnej dna (zasilanie użytkownika wód, stabilizacja dna na zadanym poziomie);
- gdy istnieją inne przesłanki, np., potrzeba urozmaicenia cieku z powodów społecznych (rekreacja).

Ryzyko: W przypadku całkowitej likwidacji elementów zabudowy, należy starannie rozważyć ryzyko uruchomienia nadmiernej erozji dennej, sprawdzając obliczeniowo spełnienie warunków równowagi dynamicznej. Dla uniknięcia ryzyka często działanie należy połączyć z uformowaniem sekwencji bystrzy, funkcjonalnie zastępujących przebudowywaną zabudowę dna. Kluczowy jest właściwy dobór uziarnienia mieszanki, z jednej strony odpornego na moc strumienia, z drugiej uszczelniającego wystarczająco, by nie dochodziło do znikania wody w zbyt grubym narzucie w okresach niżówek.

Wymagania i koszty: Działanie zwykle wymaga pozwolenia wodnoprawnego, decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (w związku z ingerencją dotyczącą urządzenia wodnego), oraz pozwolenia na budowę (ewentualnie rozbiórkę). Koszty zależą od charakteru, rozmiaru i stanu likwidowanej lub przebudowywanej zabudowy oraz szczegółowego zakresu prac.

Przykład: W ramach projektu „Czynna ochrona siedlisk włosieniczników i udroźnienie korytarza ekologicznego zlewni rzeki Drawy w Polsce”. W okolicach budowli hydrotechnicznych utworzone zostały bystrza i kaskady, w celu umożliwienia migracji ryb.



Rysunek 57. Sposób przebudowy stopni betonowych:

- a) wykonanie bystrzoka z kamieni zabetonowanych w płycie dennej,
- b) wykonanie kaskady progów z luźno ułożonych głazów i kamieni.

Źródło: Ministerstwo Środowiska (2018), opracowano na podstawie: Żelazo i Popek (2014)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 40. Renaturalizacja potoku poprzez przebudowę stopni betonowych zniszczonych podczas powodzi.

Fot. M. Goździk i Archiwum Lasów Państwowych

T16 - Likwidacja lub udrażnianie przegród poprzecznych

Opis: Zakłócenie ciągłości rzek przez bariery blokujące możliwość migracji ryb i innych organizmów wodnych, a także transportu rumowiska, jest jednym z najczęściej spotykanych problemów ekologii rzek i jednym z najczęstszych wyzwań dla renaturyzacji. Udrażnianie takich barier jest więc jednym z częściej realizowanych działań. Typowymi barierami są budowle poprzeczne: stopnie, progi, jazy, zapory (w tym przeciwrumowiskowe) itp. Barierą wciąż jednak mogą być np. ruiny takich budowli, od dawna już niefunkcjonujących. Ponad 20 cm (a dla niektórych gatunków nawet ponad 10 cm) różnicy poziomu wody górnej i dolnej jest już przeszkodą dla migracji ryb, szczególnie, gdy przepływ następuje z oderwaniem strumienia od dna. Przeszkodami są również zamknięte wrota jazu lub śluzy, czy nawet ukształtowanie dna (np. w formie płaskiej i szerokiej płyty betonowej), powodujące przy niskich przepływach zbyt małe głębokości wody dla migracji ryb. Inne zwierzęta wodne (zwłaszcza bezkręgowce) są na zaburzenia ciągłości jeszcze bardziej wrażliwe niż ryby.

W przypadku budowli piętrzących, barierą dla migracji ryb i innych organizmów wodnych (zwłaszcza zstępującej) jest nie tylko sama fizyczna przegroda, ale również piętrzony nią zbiornik (Mikołajczyk i Nawrocki 2018). Pełne przywrócenie ciągłości wymaga w zasadzie likwidacji bariery, tj. jej rozebrania i odtworzenia dna o naturalnym charakterze (typowym dla danej rzeki). Jeżeli zaporą służyła spiętrzeniu zbiornika zaporowego, oznacza to zarazem jego likwidację. Jest to zasadne, gdy przekształcenia te stały się zbędne dla racjonalnej gospodarki wodnej. Na świecie coraz bardziej popularna jest obecnie rozbiórka zapór na rzekach, niekiedy obejmująca także duże obiekty.

Likwidacja barier – możliwa w uzasadnionych przypadkach – jest więc optymalnym sposobem realizacji działania. Niektóre mniejsze bariery, w wyniku braku konserwacji mogą z czasem same ulec zniszczeniu

pod wpływem energii wody; przywrócenie drożności w ten sposób zwykle trwa długo i jest tylko częściowe, ale również może być rozważane (por. Plesiński i in. 2019). W innych przypadkach konieczne są prace rozbiórkowe.

Często występują jednak przesłanki przemawiające przeciwko zupełnej likwidacji bariery, gdy wciąż są istotne jej funkcje jak np.: wykształcona równowaga ekologiczna w długotrwale działającym zbiorniku i jego wartości przyrodnicze; zabytkowy charakter budowli, czy realizowane w oparciu o budowlę korzystanie z wód, potwierdzone zwykle odpowiednim pozwoleniem wodno-prawnym. W takich sytuacjach stosuje się udrożnienia. Dla małych barier niekiedy możliwe są proste i stosunkowo tanie metody, np. drożność niskiego betonowego progu na rzece żwirodennej można czasami przywrócić przez podparcie go odpowiednio ukształtowanym bystrzem kamienno-żwirowym lub serią takich bystrzy. Wiele barier skutecznie udrożniono przebudowując je na betonowo-kamienne bystrza o zwiększonej szorstkości tj. rampy, pochylnie denne (patrz np. Radecki-Pawlik 2010, Nawrocki 2016). Takie rozwiązania w samym korycie rzeki są o tyle korzystne, że zwykle umożliwiają także przynajmniej częściowy transport rumowiska rzeczno-żwirowego przez barierę.

Gdy inne rozwiązania nie są możliwe, stosuje się budowę kanałów obiegowych, charakterem przypominającym naturalną rzekę, albo budowę przepławek innego typu (naturopodobnych i technicznych). Konstrukcja przepławek powinna uwzględniać możliwość migracji wszystkich grup ekologicznych ryb (żyjących przy powierzchni i przy dnie), charakterystycznych dla danego typu abiotycznego cieku, a także innych zwierząt wodnych, w tym bezkręgowców. Należy zapewnić prędkości przepływu wody wypływającej z przepławki jako tzw. „nurt wabiący”, szybszy niż prędkości przepływu głównego nurtu cieku wypływającego z jazu. Prędkości wody w szczelinach przepławek nie mogą przekraczać wartości krytycznych dla zespołów ryb: 2,0 m/s dla ryb łososiowatych, 1,5 m/s dla reofilnych ryb karpiowatych oraz 1,0 m/s dla ryb małych, w tym gatunków chronionych, o gorszych możliwościach pokonywania prądu wody. Przy projektowaniu urządzeń migracyjnych (określenie minimalnych wymiarów komór przepławki, szerokości szczelin czy okien oraz głębokości i szerokości kanału obejścia) należy uwzględnić wymagania występujących w danej rzece gatunków ryb, w tym w szczególności gatunków dwuśrodowiskowych o największych rozmiarach. Ponadto należy zwrócić uwagę na możliwości gatunków drobnych – o najniższych zdolnościach pokonywania progów i prędkości nurtu (określenie spadku przepławki, różnicy poziomu dna komór i maksymalnych prędkości wody).

W przypadku zamknięć nie związanych z piętrzeniem wody (np. zamknięcia śluz żeglugowych), drożność dla ryb można zapewnić bez działań inwestycyjnych, a tylko ustalając odpowiedni reżim zamknięcia i otwarcia urządzenia, co jednak zwykle wymaga wypracowania kompromisu z jego użytkownikiem, którego potrzeby zwykle nie harmonizują z potrzebami ryb; przypadki takie omówiono jako działanie D7.

Więcej informacji →

- Nawrocki P. (red.). 2016. Przepławki dla ryb – projektowanie, wymiary i monitoring. Tłumaczenie i polska adaptacja publikacji Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau 1996 Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, na podstawie tłumaczenia angielskiego FAO 2002 Fish passes – design, dimensions and monitoring. Fundacja WWF Polska
- Jelonek M. 2014 (red.) Urządzenia migracji ryb – podstawy przyrodnicze, kryteria projektowe, monitoring. RZGW w Krakowie.
- Mikołajczyk T., Nawrocki P. 2019. Przegląd doświadczeń związanych z rozbiórką zapór wodnych na świecie oraz z usuwaniem i utylizacją osadów zgromadzonych w czasach likwidowanych zbiorników zaporowych. Artykuł dyskusyjny. Część I i II. Gospodarka wodna 1: 13-17, 2:9-13.
- Dam Removal Europe <https://damremoval.eu/>

Zastosowanie i korzyści: Udrożnienia w pierwszej kolejności wymagają bariery przeszkadzającej w migracji ryb dwuśrodowiskowych, przy czym dla ryb wędrujących na słodkowodne tarliska sensowne jest robienie tego w kolejności od dołu rzeki, otwierając kolejne fragmenty dorzecza. Jednak, praktyczne wszystkie gatunki ryb odbywają okresowe wędrówki, potrzebują więc odtworzenia ciągłości także w innych miejscach. W przypadku gatunków ryb chronionych w obszarach Natura 2000 (a są to w znacznej części gatunki słabo pływające, dla których już piętrzenie 10-20 cm może być przeszkodą) wskazano ciekę dla nich znaczące (położone w odpowiednich obszarach, łączące takie obszary albo ich części), przypisując im warunek odtworzenia i utrzymania ciągłości ekologicznej jako element ich celu środowiskowego. Priorytetem powinny być udrożnienia otwierające organizmom wodnym jak największe fragmenty dorzecza o jak najlepszej jakości. Należy pamiętać, że tylko likwidacja bariery oznacza stuprocentowe przywrócenie ciągłości. Nawet najlepiej zaprojektowane i wykonane przepławki mają sprawność co najwyżej kilkudziesięciu procent, co oznacza, że kaskada kilku budowli piętrzących będzie barierą dla ryb nawet w przypadku istnienia sprawnych przepławek. Potrzeby odtworzenia możliwości wędrówek innych gatunków ryb i bezkręgowców oraz odtworzenia ciągłości hydromorfologicznej (możliwości transportu rumowiska) są przesłankami do docelowego udrażniania także innych barier. Generalnie, całe kontinuum rzeczne powinno być drożne, aby mogło w prawidłowo funkcjonować jako system ekologiczny. W przypadku skutecznego udrożnienia można liczyć na korzyści w postaci poprawy stanu elementów biologicznych, w tym niekiedy spektakularny powrót gatunków ryb wędrownych.

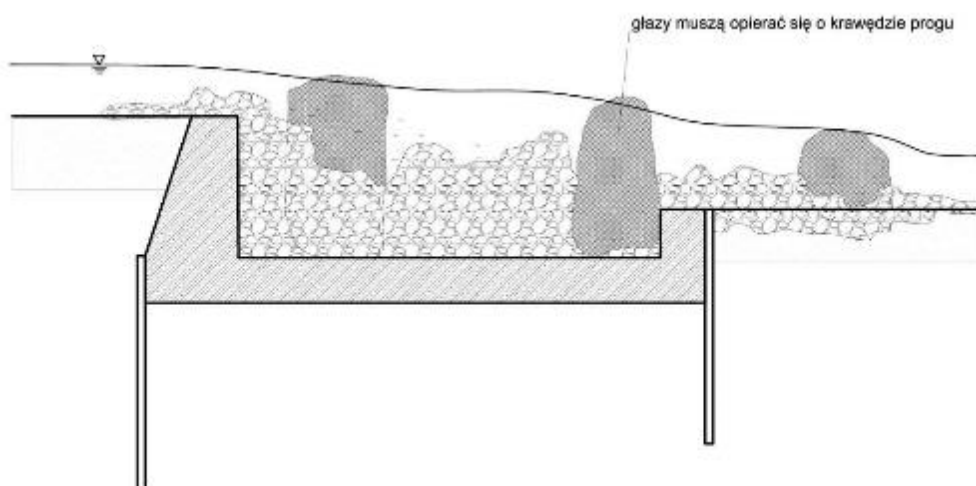
Ryzyko: Udrożnienie barier najczęściej nie ma negatywnych konsekwencji ekologicznych ani hydromorfologicznych. Wyjątkiem są specyficzne, ale znane np. z Zachodniej Europy sytuacje, gdy niektóre bariery przeszkadzają w ekspansji inwazyjnych gatunków obcych, np. amerykańskich gatunków raków, a udrożnienie bariery umożliwia kontynuację ekspansji. Rozbiórka zapór pociąga za sobą oddziaływanie na środowisko, którego aspekty (m. in. przepływ w chwili likwidacji zapory, zachowane się osadów dennych, los wartości przyrodniczych związanych z dotychczasowym spiętrzeniem, wprowadzenie i praca sprzętu technicznego) muszą być starannie rozważone w celu wybrania najkorzystniejszego dla środowiska wariantu. Szczególnie istotne jest zagadnienie nagromadzonych na dotychczasowej barierze osadów. Zależnie od sytuacji, rozwiązania obejmują tu pozostawienie fragmentów bariery stabilizujących osady, dopuszczenie stopniowego lub nawet nagłego uruchomienia osadów (korzyści dla ekosystemu rzeki mogą przeważać nad negatywnymi skutkami), mechaniczne usunięcie osadów lub ich techniczną stabilizację (Mikołajczyk i Nawrocki 2019a).

Wymagania i koszty: O ile istnienie bariery jest związane z korzystaniem z wód, udrożnienie bariery wymaga zwykle uzgodnienia lub osiągnięcia kompromisu z użytkownikiem wody, np. właścicielem budowli piętrzącej. Kompromis ten bywa niełatwy: np. z punktu widzenia elektrowni wodnej każda ilość wody skierowana w kanał obiegowy lub inną przepławkę ogranicza ilość wody wykorzystywanej przez elektrownię i jej efektywność. Korzystanie z wód zwykle ma miejsce na podstawie obowiązującego pozwolenia wodnoprawnego, niekiedy poprzedzonego wydaniem decyzji środowiskowej – jeśli w tym pozwoleniu zapisany jest obowiązek zapewnienia ciągłości ekologicznej, to wystarczy go wyegzekwować; jeżeli jednak nie – to będzie konieczna zmiana pozwolenia wodnoprawnego. Prawo przewiduje kilka możliwych trybów takiej zmiany: zmiana decyzji za zgodą strony w trybie art. 155 k.p.a.; zmiana pozwolenia wodnoprawnego w trybie art. 410 ustawy Prawo wodne (w przypadku naruszenia przez wykonywanie pozwolenia interesów osób trzecich, w tym pogorszenia stanu ekosystemów od wód zależnych, po wykonaniu ekspertyzy); cofnięcie lub ograniczenie pozwolenia za odszkodowaniem w trybie art. 417 ustawy Prawo wodne ze względu na interes społeczny; przegląd pozwoleń wodnoprawnych, o którym mowa w art. 352 ust 1 ustawy Prawo wodne (wykonywany jeżeli wyniki monitoringu wód lub innych danych wskazują, że jest zagrożone osiągnięcie celów środowiskowych) i ewentualne cofnięcie lub ograniczenie pozwolenia w trybie art.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

415 pkt 7. Możliwe jest także, w szczególnie uzasadnionych przypadkach zobowiązanie użytkownika wód przez marszałka województwa do umożliwienia swobodnego przepływu ryb, jeżeli przepływ taki nie jest możliwy z przyczyn zależnych od tego użytkownika, w trybie art. 17 ust. 3 pkt 1a ustawy o rybactwie śródlądowym. Pakiet pozwoleń, jakiego wymaga samo wykonanie udroźnienia, zależy od jego charakteru. Do usunięcia lub udroźnienia ruin dawnej przegrody wystarczy zgłoszenie do RDOŚ w trybie art 118 ustawy o ochronie przyrody; inne rozwiązania odpowiednio do ich charakteru mogą wymagać zgody wodnoprawnej, zgłoszenia robót budowlanych lub pozwolenia na budowę, a niekiedy także decyzji środowiskowej.

Przykład: Na Drawie w ramach realizowanego przez RDOŚ w Szczecinie projektu LIFE wykonano naturalne obejście młyna w Głębocku, naśladujące naturalne koryto rzeki, a na kilku innych barierach zbudowano przepławki. W ramach przedsięwzięć udrażniania korytarzy ekologicznych Wisłoki i Białej Tarnowskiej, realizowanych przez RZGW w Krakowie, wiele przegród poprzecznych przebudowano na bystrza kamienne o zwiększonej szorstkości.



Rysunek 58. Przekształcenie jazu w pochylnię denną o szorstkim dnie.

Źródło: Ministerstwo Środowiska (2018), opracowano na podstawie: Nawrocki (2016)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 41. Miejsce po zlikwidowanych ruinach piętrzenia na Drawie w Żłocieńcu. Rampa kamienna wykonana w technologii „grouted rock” – mozaiki kamieni ułożonej na betonie

Źródło: archiwum projektu LIFE DrawaPL.



Fotografia 42. Miejsce po usuniętej zaporze Sindi Dam na rzece Parnawa w Estonii. Zapora, pierwotnie 4.5 m wysokości, blokowała na 14 km od morza dostęp łososi do całego dorzecza, historycznie należącego do najważniejszych rzek łososiowych w Estonii. Pierwotnie piętrzyła wodę na potrzeby ujęcia przemysłowego.

Fot. Ewa Leś.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 43. Przeławka naturopodobna – obejście naśladujące naturalny potok przy młynie w Głębocku na Drawie.

Źródło: archiwum projektu LIFE DrawaPL



Fotografia 44. Nowo zbudowana w 2019 r. (w miejsce starej, niesprawnej) przeławka przy elektrowni Kamienna na Drawie.

Źródło: archiwum projektu LIFE DrawaPL

T17 - Przebudowa przepustów

Opis: Małe ciek często są przeprowadzone pod drogami lub torami kolejowymi za pomocą przepustów. Dawniej powszechnie stosowane były przepusty z prefabrykatów betonowych o stosunkowo niewielkim świetle, najczęściej rurowe (czasami podwójne, tzw. „okularowe”), ewentualnie przepusty o przekroju prostokątnym. Rozwiązania te mogą być przyczyną kilku problemów. Po pierwsze, samo światło przepustu okazuje się czasem niewystarczające do przeprowadzenia odpływu z nagłego, silnego opadu. Po drugie, przepusty o małym świetle dość często ulegają zatkanie przez niesione przez wodę szczątki organiczne, rumosz drzewny itp. Ryzyko takie nasili

się jeszcze, gdy ciek powyżej przepustu chcemy zrenaturyzować przez pozostawianie rumoszu drzewnego. Po trzecie, długi i wąski przepust jest dla organizmów wodnych zwykle barierą behawioralną; częste są też przypadki gdy na skutek np. podmycia wlotu lub wylotu staje się barierą fizyczną. W takich przypadkach elementem renaturyzacji ciek będzie przebudowa przepustów – np. na przepusty łukowe o większym świetle, duże rury z blachy falistej, mosty lub brody. Prawdłowo wykonana przebudowa powinna zapewniać ciągłość dna ciek przed, wewnątrz i za przepustem (tj. stosownie do charakteru rzeki ciągły pas żwiru lub piasku, po którym ciek płynie przez przepust), a najlepiej także ciągłość brzegu także wewnątrz przepustu. Można to oczywiście osiągnąć także zastępując przepust mostem o odpowiednio szerokim świetle. W przypadku zagrożenia zatykaniem przez znoszony ciek rumoszu drzewny, w ramach przebudowy można przed urządzeniem umieścić łapacz rumoszu. W przypadku mało uczęszczanych dróg, np. leśnych, dobrym rozwiązaniem bywa przebudowa przepustu na bród, należy jednak pamiętać że cienka warstwa wody szeroko spływająca po gładkiej powierzchni także będzie barierą dla organizmów wodnych, a na krawędzi płyty łatwe jest powstawanie uskoków i podmyć. Dobrze zaprojektowany bród powinien więc zawierać pasmo, w którym przepływ wody przez większość czasu będzie zapewniać szlak migracji i powinien być wykonany tak, by nie było ryzyka podmycia jego krawędzi.

Więcej informacji → Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych 2016. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji.

Zastosowanie i korzyści: Przepusty, w których widoczne są wymienione wyżej problemy.

Ryzyko: Praktycznie brak.

Wymagania i koszty: Przebudowa przepustu wymaga uzgodnienia między zarządcą drogi i wody. Przepusty są częścią drogi, jest więc w zasadzie zadaniem tego pierwszego. Przepusty są budowlami, ale podlegają uproszczonej procedurze zgody wodnoprawnej i budowlanej, ograniczonej tylko do zgłoszeń. Średni koszt przebudowy jest rzędu 2000 euro.

Przykład: Najwięcej doświadczenia w przebudowie przepustów mają Lasy Państwowe, które w ramach swoich projektów małej retencji zrealizowały kilkaset takich przedsięwzięć. Opracowane przez Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych (2016) wytyczne stanowią doskonały podręcznik szczegółowych rozwiązań technicznych.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 45. Przebudowany przepust na górskim potoku, z naturalnym kamienistym dnem.

Fot. E. Skiba



Fotografia 46. Przepust nie zwężający przekroju hydraulicznego koryta i tym samym nie powodujący wzrostu prędkości przepływu wody wewnątrz budowli, z naturalnym, nieumocnionym dnem oraz ścieżkami umożliwiającymi przemieszczanie drobnych zwierząt lądowych.

Źródło: Szoszkiewicz i in. (2017)

T18 - Usuwanie umocnień i odtwarzanie naturalnych procesów w ujściach rzek

Opis: Rzadko spotykane, ale teoretycznie możliwe działanie, polegające na „deregulacji” ujść cieków do jezior lub do morza, poprzez usunięcie umocnień, np. kierownic. Skutkiem działania w jeziorach jest zwykle zainicjowanie odkładania osadów niesionych przez ciek (pod warunkiem, że sama dostawa osadów i ich transport nie są zakłócone wyżej) i rozwój delty ujściowej. Naturalne ujścia cieków do morza rozwijają się jako dynamiczne systemy kształtowane z jednej strony przez rzekę, a z drugiej przez morskie procesy brzegowe. W przypadku małych cieków często wykształca się odginająca się ku wschodowi laguna plażowa, niekiedy ciągnąca się do kilkuset metrów długości, z której następuje odpływ do morza. W przypadku bardzo słabego przepływu cieków, ujście może być na dłuższe okresy zupełnie zasypywane piaskiem i zamykane. Por. także rozdz. 5, jeśli chodzi o ujścia rzek do morza.

Zastosowanie i korzyści: W przypadkach gdy chodzi o odtworzenie procesów naturalnej dynamiki ujść rzecznych, w tym estuariów; umożliwienie tworzenia się delt, systemów łąch, a przyczyny, dla których umacniano ujście, nie są już aktualne. Działanie niemożliwe do zastosowania w ujściach wykorzystywanych jako porty lub elementy szlaków żeglugowych.

Ryzyko: Naturalne procesy mogą okresowo ograniczyć drożność ujścia, co może skutkować pewnymi podtopieniami w strefie cofkowej cieków. Naturalnie kształtujące się ujście dużej rzeki często staje się wypłycone i nieżeglowne dla większych jednostek. W przypadku ujść dojeziornych, zwykle nadal będzie możliwe przepłynięcie kajakiem, ale mogą się wykształcić struktury tworzące labirynt pływów.

Wymagania i koszty: W związku z ingerencją w budowę regulacyjną, zwykle niezbędna jest decyzja środowiskowa, pozwolenie wodnoprawne i pozwolenie na budowę. Koszty zależą od indywidualnych cech każdego przypadku.

Z – Działania w zlewni

Działania w całości zlewniach są kluczowe z punktu widzenia zintegrowanego zarządzania środowiskiem. Ponieważ jednak istnieje na ich temat szeroka literatura, w tym podręczniku potraktowano je bardzo skrótowo, ograniczając się tylko do zasygnalizowania oddziaływań bezpośrednio związanych z problemami renaturyzacji cieków.

Z1 - Renaturyzacja mokradeł w zlewni

Opis: Renaturyzacja mokradeł jest odrębnym, szerokim zagadnieniem, wykraczającym poza ramy tego podręcznika. Dla renaturyzacji rzek ma znaczenie, jeżeli chodzi w niej o odtworzenie retencyjnej roli mokradeł oraz ich znaczenia w przechwytywaniu biogenów i zawiesin, a tym samym o modyfikacji zasilania rzeki. Tu skupiamy się na takich właśnie przypadkach, dotyczących obszaru leżącego poza brzegami i strefą zalewową cieków (działania renaturyzujące mokradła związane z samym ciekiem są skłasyfikowane w grupie działań U, D oraz T). Paleta metod jest szeroka, obejmuje przede wszystkim zatrzymywanie wody poprzez blokowanie lub likwidowanie rowów odwadniających mokradła i w ten sposób przywracanie naturalnych warunków wodnych. Zatamowania wymagają nawet rowy silnie zarośnięte i zaniedbane, pozornie nie prowadzące wody, gdyż dla stanu mokradła znaczenie ma całoroczny bilans wodny, a nawet takie rowy często okazują się aktywne w okresie zimowo-wiosennym. W przypadku torfowisk, celem jest zahamowanie murszenia torfu, a gdy to możliwe - przywrócenie procesu torfotwórczego, co wymaga wysycenia całego profilu torfowego wodą przez większość roku. W przypadku innych mokradeł zwykle także chodzi o likwidację antropogenicznych

odpływów wody. Niekiedy konieczne są działania ingerujące w roślinność porastającą mokradła - usuwanie nalotów drzew i krzewów w celu przerwania sprzężenia zwrotnego między ewapotranspiracją, przesuszaniem i zarastaniem, a także przywracanie roślinności typowej dla mokradeł; ewentualnie koszenie lub wypas w celu utrzymania typowej roślinności. Dodatkową korzyścią z renaturyzacji mokradeł jest zachowanie lub odtwarzanie ich unikatowych walorów przyrodniczych, a na torfowiskach także utrzymanie i przywrócenie procesu torfotwórczego (zapobieganie zmianom klimatycznym poprzez pochłanianie CO₂ przez torfowiska, a ograniczanie lub całkowite likwidowanie jego emisji w wyniku murszenia torfu – por. Pawlaczyk i in. 2020 i lit. tam cyt.). Bardzo ważną korzyścią z renaturyzowania mokradeł jest zwiększenie retencji wody w zlewni przyczyniające się do łagodzenia skutków suszy i odbudowy zaburzonych mechanizmów odtwarzania się zasobów wód gruntowych. W tym podręczniku tylko sygnalizujemy zagadnienie, ponieważ tylko pośrednio jest ono związane ze sferą renaturyzacji wód powierzchniowych.

Więcej informacji →

- Pawlaczyk P., Wołejko L., Jermaczek A., Stańko R. 2001, Poradnik ochrony mokradeł. Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin
- Makles M., Pawlaczyk P., Stańko R. 2014, Podręcznik najlepszych praktyk ochrony mokradeł, Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych Lasów Państwowych., Warszawa.

Zastosowanie i korzyści: Zdegradowane mokradła z widocznym mechanizmem antropogenicznego przesuszenia (np. przecięte rowami); w zlewniach, w których z punktu widzenia renaturyzacji cieków, potrzebna jest poprawa retencji zlewni, opóźnienie odpływu, łagodzenie wpływu suszy, ograniczenie niekorzystnych spływów z degradujących się mokradeł do wód (np. spływu substancji humusowych z degradujących się torfowisk). Działanie może przyczyniać się do wzrostu retencji zlewni, ograniczając ryzyko powodziowe, skutki suszy oraz zanieczyszczenie wód.

Ryzyko: Pod względem ekologicznym i hydrologicznym działania jednoznacznie korzystne. Renaturyzacja mokradeł oznacza jednak odtworzenie bagiennych warunków wodnych, co w przypadku gospodarczego użytkowania terenu wymaga dostosowania metod gospodarowania do warunków bagiennych. Rolnicze lub leśne użytkowanie zrenaturyzowanych mokradeł jest w wielu przypadkach jeszcze możliwe, ale wymaga specyficznych dla bagiennych warunków technologii prac.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga dysponowania terenem mokradła lub zgodą jego właściciela. Często celowy jest wykup gruntu. Zestaw niezbędnych pozwoleń zależy od szczegółowej formy podejmowanych działań. Koszty są silnie zróżnicowane ale średnio szacuje się je na ok. 9000 euro/ha mokradła.

Z2 - Ograniczanie spływu powierzchniowego

Opis: Odrębne, szerokie zagadnienie dotyczące retencji wody w krajobrazie dla renaturyzacji rzek ma znaczenie, gdy spływ powierzchniowy ze zlewni intensywnie wnosi do cieków namuły i biogeny – co skutkuje następnie problemami z osadzaniem się namułów i z nadmiernym rozwojem roślinności wodnej. Problem występuje często na terenach intensywnie użytkowanych rolniczo, zwłaszcza gdy użytki zielone zastąpiono uprawą np. kukurydzy. Jednak także intensywna dostawa zawieszin do rzek i potoków wskutek prowadzenia pozyskiwania drewna w górskich lasach, może powodować wysoką śmiertelność ryb (stadiów dorosłych, młodocianych i ikry) (Mikołajczyk i Nawrocki 2019b). Szeroka paleta działań obejmuje zabudowę biologiczną lub techniczną linii spływu i rozsączanie wody (np. wodopusty na drogach polnych i leśnych, tworzenie drobnych oczek wodnych i „kałuż ekologicznych” w krajobrazie polnym i leśnym, sztuczne mokradła na wylotach systemów drenarskich i rowów odwadniających, tzw. piaskowniki na rowach melioracyjnych (wyłapujące sedymenty niesione przez wodę w rowie), dobre praktyki rolne zwiększające retencję glebową (zwiększenie węgla

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

organicznego w glebie, orka głęboka, orka na stokach wzdłuż poziomic, poplony). W tym podręczniku tylko sygnalizujemy zagadnienie, ponieważ jedynie pośrednio jest ono związane ze sferą renaturyzacji wód powierzchniowych. Jednak w niektórych sytuacjach jest konieczne, bo np. intensywny spływ zawiesin może zniweczyć efekty renaturyzacji cieków ukierunkowanej na ochronę ryb.

Więcej informacji →

- Bielasik-Rosińska M., Maciaszek D., Kondzielski I. 2011, Dobra praktyka ograniczania zanieczyszczenia wód powierzchniowych środkami ochrony roślin w wyniku spływu powierzchniowego i erozji, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych 2016. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji.
- Makles M., Pawlaczyk P., Stańko R. 2014, Podręcznik najlepszych praktyk ochrony mokradeł, Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych Lasów Państwowych., Warszawa.
- Mikołajczyk T., Nawrocki P. 2019. Gospodarka leśna a występowanie zawiesin w wodach rzek i potoków i ich oddziaływanie na ichtiofaunę i ekosystemy rzeczne. Leśne Prace Badawcze. 80, 4: 269-276

Zastosowanie i korzyści: Szczególnie w zlewniach cieków narażonych na nadmierną dostawę namulów i biogenów. Działanie powinno być wdrażane komplementarnie z zabudową biologiczną samych brzegów cieków i z jej pielęgnacją (działania D2, D1, U2, U4).

Ryzyko: Pod względem ekologicznym i hydrologicznym działania jednoznacznie korzystne. Działanie może przyczynić się do wzrostu retencji zlewni, ograniczając ryzyko powodziowe, skutki suszy oraz zanieczyszczenie wód.

Wymagania i koszty: Działania do realizacji raczej przez właścicieli gruntów lub organy samorządu. Wymagają dysponowania terenem lub zgodą jego właściciela. Zestaw niezbędnych pozwoleń zależy od szczegółowej formy podejmowanych działań. Koszty zależą od szczegółów wdrożenia, choć średnio kształtują się na poziomie ok. 9000 euro/ha.

Przykład: Działanie zastosowano w przedsięwzięciu renaturyzacji rzeki Tullstorpsån (Szwecja, 2013 r.), którego głównym celem było ograniczenie spływu biogenów do rzeki i następnie do Bałtyku. Ciek zlokalizowany jest w zlewni rolniczej, gdzie grunty rolne zajmują ok. 85% powierzchni. W ramach projektu podjęto działania mające na celu poprawę stanu elementów hydromorfologicznych oraz przywrócenie meandrującego charakteru. Wzdłuż brzegów utworzono strefy buforowe, a na terenach zalewowych, w całej zlewni, utworzono 169 ha sztucznych mokradeł (punktowo), przez które woda przepływa przed spływem do rzeki.



Fotografia 47. Przykład niewielkiego mokradła utworzonego wśród gruntów rolnych w celu wychwytywania biogenów – w ramach projektu renaturyzacji Tullstorpsån

Źródło: strona internetowa projektu (<http://tullstorpsan.se/>)

Z3 - Inne działania poprawiające retencję zlewni

Opis: Inne działania prorotencyjne stosowane są zwłaszcza w zlewniach miejskich i obejmują np. wymianę powierzchni uszczelnionych na przepuszczalne, sztuczne zbiorniki na wodę opadową, rowy i doły chłonne, mikroobniżenia wypełnione roślinnością, mokre ogrody, zielone dachy itp. w tym podręczniku tylko sygnalizujemy zagadnienie, ponieważ jedynie pośrednio jest ono związane ze sferą renaturyzacji wód powierzchniowych.

Więcej informacji →

- Chyliński A., Żakowska M. 2020. Od dewelopera do ekobohatera. Przewodnik, czyli jak uratować świat i nie zbankrutować. Eco Avegers, Polski Związek Firm Deweloperskich
- Bergier T., Burszta-Adamiak E., Fiałkiewicz W., Małecki P., Owsainy M., Rosiek K., Rybicki S. M., Wojciechowska E. 2019. Racjonalizacja wykorzystania zasobów wodnych na terenach zurbanizowanych Poradnik dla gmin. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków.

Zastosowanie i korzyści: Działania mogą być potrzebne jako uzupełniające przy renaturyzacji małych cieków miejskich, ograniczając ich gwałtowne wezbrania po opadach, dostawę osadów i zanieczyszczenie wody.

Ryzyko: Pod względem ekologicznym i hydrologicznym działania jednoznacznie korzystne. Mogą ograniczyć utratę retencji w zlewniach zurbanizowanych, spowodowaną dużym udziałem powierzchni nieprzepuszczalnych.

Wymagania i koszty: Działania do realizacji raczej przez właścicieli gruntów lub organy samorządu. Wymagają dysponowania terenem lub zgodą jego właściciela. Zestaw niezbędnych pozwoleń zależy od szczegółowej formy podejmowanych działań. Koszty zależą od szczegółów wdrożenia, choć średnio kształtują się na poziomie ok. 10.000 euro/ha.

Przykład: W ramach przedsięwzięcia „Dostosowanie do zmian klimatu poprzez zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi obszaru miejskiego w Radomiu - LIFE14 CCA/PL/000101” zastosowano działania mające na celu spowalnianie odpływu wody deszczowej (błękitno-zielona infrastruktura). Wybudowano również sekwencyjny system biofiltracyjno-sedymencyjny na rzece Mlecznej powyżej zbiornika Borki.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 59. Rozwiązania zastosowane na polderze zalewowym rzeki Cerekwianki w ramach przedsięwzięcia „Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia.

Źródło: strona internetowa projektu (<http://life.radom.pl>).

P – Działania pomocnicze

Wdrożenie działań renaturyzacyjnych wymaga niekiedy uprzedniego, równoległego lub następczego wdrożenia działań pomocniczych, które zestawiono w tej części podręcznika. Działania te nie stanowią jeszcze renaturyzacji, ponieważ samodzielnie nie przyczyniają się w żaden sposób do poprawy stanu ani funkcjonowania ekosystemów, mogą być jednak konieczne albo do wdrożenia właściwych działań renaturyzacyjnych, albo do zagwarantowania trwałości ich skutków.

P1 - Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji

Opis: Wiedza dostępna w istniejących obecnie bazach danych i opracowaniach może wystarczyć do wstępnej identyfikacji potrzeb renaturyzacji rzek, ale zwykle nie wystarcza do planowania szczegółów. Konieczne są uzupełnienia w drodze weryfikacji terenowej, w tym opisu i kartowania aktualnego stanu hydromorfologicznego cieku. Działanie może wiązać się z prostymi pomiarami koryta i brzegów, a w rzekach żwirowych – uziarnienia rumowiska. Zagadnienia te rozwinięto bliżej w rozdz. 6.

Zastosowanie i korzyści: Praktycznie zawsze przed podjęciem jakichkolwiek działań renaturyzacyjnych.

Ryzyko: nie dotyczy

Wymagania i koszty: Zależne od zakresu, ale rzędu 500 euro za podstawową ekspertyzę wymagającą 1-2 dni pracy w terenie

P2 - Weryfikacja drożności barier (w tym funkcjonalności przepławki)

Opis: W przypadku wielu istniejących na rzekach barier poprzecznych, konieczność ich udrożnienia nie jest oczywista. Niższe progi, czy ruiny dawnych budowli poprzecznych mogą być częściowo drożne dla ryb, choć zwykle są barierą dla innych organizmów wodnych i dla transportu rumowiska. Może jednak okazać się, że są barierą nawet dla ryb, choć na pierwszy rzut oka nie sprawiają takiego wrażenia. Gdy przegrody poprzeczne przegradzające cieki zaopatrzone są w urządzenia mające teoretycznie umożliwiać migrację ryb (przepławki), to mogą być wątpliwości, czy urządzenia te są odpowiednie i czy ryby faktyczne z nich korzystają. Jeżeli mimo istnienia przepławki bariera pozostaje niedrożna dla kluczowych gatunków, to konieczne jest jej udrożnienie (działanie T16), np. przebudowa przepławki lub zastąpienie jej innym rozwiązaniem. Sprawność przepławki, a tym samym konieczność podjęcia działania, trzeba jednak wcześniej zweryfikować.

W Polsce nie istnieje jednolita norma dotycząca sposobu weryfikacji barier ani funkcjonalności i monitoringu przepławek. Pierwszym krokiem jest zwykle zebranie informacji pośrednich. Są to głównie obserwacje stanowiska dolnego oraz odcinków rzek powyżej przegrody. Jako wskaźnik niedrożności piętrzenia wskazuje się takie czynniki jak: gromadzenie ryb w dolnym stanowisku przeszkody, wzmożona i skuteczna aktywność wędkarska poniżej stopnia wodnego czy nieobecność danych gatunków ryb na ich docelowych tarliskach powyżej stopnia (Larinier i in. 2002).

W przypadku przepławek, samo obejrzenie urządzenia przez specjalistę niekiedy pozwala już ujawnić jej niefunkcjonalność, wynikającą np. ze zbyt małego przepływu wody, zbyt dużych różnic poziomu, fizycznego zablokowania możliwości przepłynięcia, lokalizacji wejścia do przepławki od wody dolnej, lub wyjścia na wodę górną itp. Należy przeanalizować konstrukcję i jej zgodność z dostępnymi wymiarami minimalnymi kluczowych elementów i parametrów przepławek – wymiarów komór, różnic poziomu wody, prędkości wody i rozproszenia energii w komorach, czy właściwego doboru innych konstrukcji zgodnie ze wskazaniem wytycznych. Pomocne może być wykonanie pomiarów prędkości przepływu wody w miejscach krytycznych (szczelinach, przesmykach) i porównanie z wartościami akceptowalnymi przez poszczególne gatunki ryb (Błachuta i in. 2010, Nawrocki 2016; por. działanie T16). Na etapie wstępnym oceny pomocna jest także obserwacja prądu wabiącego, który powinien zauważalnie wchodzić w główny nurt cieku. Istotne jest, czy dno cieku jest na tym samym poziomie co wejście do urządzenia i wyjście, oraz czy dno urządzenia pokrywa warstwa kamieni i żwiru. Sam charakter wypływu wody z przepławki także wiele mówi. Jeśli widoczne jest przelewanie się wody, a nie swobodny wypływ, nawet dobrze skonstruowana przepławka nie będzie działać. Nagminnym problemem jest zamykanie, czy przemykanie czasowe przepławek przez użytkowników, zaburzające ich pracę, lub wręcz ją uniemożliwiające.

W przypadku barier, wypracowano protokoły do względnie szybkiej oceny ich drożności na podstawie pomiarów bariery i prędkości przepływu w różnych jej miejscach, poszukiwania możliwej trasy przepływu (Badouin i in. 2015, Kerr i in. 2016, Barry i in. 2018). Niektóre przeszkody, np. ruiny dawnych budowli wodnych, mogą okazać się tylko częściowo drożne dla niektórych gatunków; niekiedy przywrócenie drożności wymagałoby interwencji (działanie T16), a niekiedy wystarczy pozostawić takie bariery do stopniowej, naturalnej dekompozycji (por. np. Plesiński i in. 2019).

Najwłaściwsze i najbardziej wartościowe, ale zarazem najbardziej czaso- i kosztochłonne, są metody bezpośredniego rejestrowania migrujących ryb (które nie zawsze zachowują się tak, jak przewidziano w podręcznikach). Wykorzystywane są do tego różnego rodzaju urządzenia połowowe, metody

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

znakowania ryb oraz metody techniczne oparte o monitoring wizyjny, czy też detekcję, pozwalające na automatyczne rejestrowanie ryb korzystających z przepławki:

Pułapki: Metoda ta należy do grupy pomiarów prowadzonych w obrębie przepławki, głównie typu komorowego. Pułapka w postaci żaka, klatki łownej lub sieci umieszczana jest w najwyższej komorze np. w celu zbadania ilości ryb odbywających wędrówkę w górę rzeki i zdolnych do pokonania całej długości przepławki. Może być to także specjalnie przystosowana do tego komora. Wyjście z komory jest zagrządzane kratą. Ryby odławiane w ten sposób są wyjmowane z pułapki i mierzone bezpośrednio lub też są liczone w komorze bez wyjmowania, po obniżeniu poziomu wody. Badanie powinno być przeprowadzane w krótkim czasie, aby nie blokować funkcjonowania przepławki i nie zwiększać ryzyka śmiertelności ryb. Jest to prosty, często stosowany sposób monitoringu, dający wiele informacji o migrujących gatunkach ryb. Wady tej metody to możliwe zranienie, zestresowanie ryb oraz pewna losowość wyniku. Osobniki o wymiarach mniejszych niż średnica oka w pułapkach mogą zostać nieuwzględnione.

Znakowanie ryb: Metoda ta, w połączeniu z ponownym odłowem, może przynieść informację o zachowaniu ryby w czasie migracji. Stosowana jest często na potrzeby badania urządzeń takich jak obejścia czy bystrotoki. Złowione osobniki znakuje się poprzez wprowadzenie kolorowego barwnika w danym miejscu na ciele, zamocowanie opisanego znacznika (np. typu Carlin) lub za pomocą wprowadzanych podskórnie lub wszywanych w jamie ciała kodowanych znaczników telemetrycznych. Skuteczność metody wymaga oznaczenia dużej liczby osobników. Ponowny odłów może odbyć się w obrębie przepławki dla ryb lub w rzece powyżej piętrzenia, może też zostać zgłoszony przez wędkarzy.

Czasowe przegradzanie (blokowanie) przepławek: Metoda ta polega na zablokowaniu wlotu wody do przepławki przegradą pełną lub kratą. Ryby odławiane są następnie przy pomocy agregatu elektrycznego lub poprzez spuszczenie wody z przepławki. Bez dodatkowych zabiegów (np. w postaci znakowania ryb) nie można stwierdzić jaki był kierunek migracji złowionych osobników.

Elektrooporowe liczniki automatyczne: Pomiar polega na badaniu zmiany w przewodności wody w stanowisku monitorującym, bazując na różnicy między przewodnością ciała ryby i wody. Elektrody pomiarowe umieszczane są zazwyczaj w postaci przewodu kołowego (tzw. pętli), przez którą migrująca ryba musi przepłynąć. Odebrany z elektrod sygnał pozwala wykryć poruszającą się rybę, określić kierunek jej migracji oraz oszacować rozmiar osobnika. Nadmierna turbulencja czy aeracja wody mogą zakłócać pomiar (Larinier i in. 2002).

Okna pomiarowe: Wyposażenie przepławki w specjalne okna pomiarowe pozwala na przeprowadzenie obserwacji wizualnych migrujących ryb, bez konieczności ich odłowu. Poglądowe obserwacje prowadzi się w specjalnie ukształtowanych odcinkach przepławki, z dnem pomalowanym na jasny kolor. Określić można kształt i rozmiar ryby oraz pośrednio gatunek. W przepławkach komorowych i szczelinowych okna pomiarowe umieszczane są w przewężeniach. W najprostszej wersji obserwacje i zliczanie osobników prowadzone są bezpośrednio przez pracownika znajdującego się w sekcji kontrolnej wyposażonej w okno pomiarowe. Mniej czasochłonnym jest przeglądanie, w przyspieszonym tempie, zapisu kamery, w którą wyposażać można stanowisko. Pewnym udogodnieniem jest zastosowanie systemu opartego na automatycznym włączaniu kamery po pojawieniu się jakiegokolwiek obiektu w oknie pomiarowym (tzw. system „Cerbera”, oparty na urządzeniach kontroli bezpieczeństwa). Udoskonaleniem tej metody jest stosowanie programów komputerowych zapisujących na dysku nagrania lub zdjęcia ryb (Larinier 2007). Dokładność oceny zależy od widoczności (oświetlenie, zawirowania wody, mętność) oraz rozmiarów osobników. Dokładność oceny zależy od widoczności (oświetlenie, zawirowania wody, mętność) oraz rozmiarów osobników.

Pomiary telemetryczne: Metody telemetryczne oparte są na odnajdywaniu sygnału pochodzącego z nadajników. Do badania zachowania ryb korzysta się z telemetry ultradźwiękowej (używając

nadajników o zakresie częstotliwości 20 – 100kHz, głównie w wodach morskich i estuaryjnych) lub radiotelemetrii (używając nadajników radiowych w paśmie częstotliwości 20 – 180MHz, głównie w rzekach - Larinier i in. 2002). Nadajniki wszywa się rybom pod skórę, umieszcza w ich żołądkach lub jamie ciała. Namierzanie może odbywać się ręcznie lub przy pomocy automatycznych stacji pomiarowych i pozwala na uzyskanie informacji o zachowaniu osobników w czasie migracji (tempo wędrówki, przechodzenie przez przepławki, miejsca gromadzenia przy stopniu wodnym).

Skanery do liczenia ryb: Skanery instaluje się w przepławkach, komorach, pułapkach lub podobnych lokalizacjach, które stanowią miejsca migracji ryb. Urządzenie składa się z dwóch płyt skanujących zamocowanych w obudowie, w zakresie odległości od 10 do 45 cm. Wysyłane promienie światła podczerwonego z diod umieszczonych na jednej ze ścian są odbierane przez rejestratory na ścianie przeciwległej. Rejestrowanie sylwetki ryb w wyniku ich ruchu poprzez promienie świetlne pozwala określić ilość i wielkość poszczególnych ryb. Obraz każdej ryby jest zapamiętywany w pamięci panelu kontrolnego skanera i może być poddawany późniejszej analizie.

Więcej informacji →

- Błachuta J. i in. 2010. Ocena potrzeb i priorytetów udroźnienia ciągłości morfologicznej rzek w kontekście osiągnięcia dobrego stanu i potencjału części wód w Polsce. KZGW Warszawa.
- Nawrocki P. (red.). 2016. Przepławki dla ryb – projektowanie, wymiary i monitoring. WWF Polska.
- Baudoin J-M., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P., Voegtle B. 2015. The ICE protocol for ecological continuity. Onema.

Zastosowanie i korzyści: Wszędzie tam, gdzie istnieją wątpliwości co do faktycznej możliwości migracji ryb i w związku z tym co do konieczności podjęcia działań naprawczych.

Ryzyko: Nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Wymaga dostępu do urządzenia, tj. uzgodnienia z jego właścicielem. Monitoring w zakresie wynikającym z pozwolenia wodnoprawnego lub w zakresie obejmującym utrzymanie urządzenia wodnego; weryfikacja może być elementem kontroli gospodarowania wodami na podstawie art. 334-343 ustawy Prawo wodne.

Przykład: Badanie potencjału rozrodczego gatunków dwuśrodowiskowych w dorzeczu Iny doprowadziło do identyfikacji licznych potrzeb udroźnienia barier, co zrealizowano jako w latach 2012-2017 jako projekt LIFE „Niebieski korytarz rzeki Ina” (przez ówczesny Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Szczecinie). Na Drawie stwierdzono nieefektywność przepławki komorowej na elektrowni Kamienna, w wyniku czego w ramach projektu LIFE DrawaPL (RDOŚ w Szczecinie) w 2019 r. oddano do użytku nową, trzykrotnie dłuższą, dostosowaną do wymogów migracji jesiotra przepawkę szczelinową. Na urządzeniu zainstalowany jest licznik ryb, ponadto zespół monitoringowy wykonuje badania skuteczności poprzez znakowanie ryb, liczenie gniazd tarłowych powyżej bariery oraz ocenia zmiany składu ichtiofauny elektropoławami.

P3 - Uzupełnienie rozpoznania procesów dynamiki fluwialnej

Opis: W niektórych przypadkach zaplanowanie renaturyzacji wymaga głębszego wyjaśnienia niektórych zagadnień hydromorfologicznych, do czego potrzebny jest czas np. na obserwację rozwoju pewnych struktur, albo wystąpienie szczególnych warunków hydrologicznych (np. wezbrań lub niżówek; zjawisk lodowych w tym pochodu lodów). Konieczność taka wymaga uwzględnienia w harmonogramie renaturyzacji.

Zastosowanie i korzyści: Przypadki niepewności decyzyjnej, w której wybór właściwego rozwiązania zależy od przesłanek nie ujawniających się w toku zwykłej obserwacji, wymagających pogłębionych badań lub zaistnienia szczególnych warunków.

Ryzyko: Nie dotyczy

Wymagania i koszty: Zależne od zakresu rozpoznania i czasu badań.

P4 - Pozyskanie gruntów

Opis: Część działań renaturyzacyjnych nie jest ograniczona do koryta ciek, ale wymaga dodatkowego miejsca na wdrożenie w sąsiedztwie obecnego koryta. Konieczne wówczas może być pozyskanie gruntów na ten cel. Podstawowym sposobem jest wykup gruntów, czyli zwykła cywilnoprawna umowa kupna-sprzedaży nieruchomości gruntowej. Teoretycznie możliwym, choć rzadko w praktyce stosowanym rozwiązaniem, może być ustanowienie na cudzym gruncie służebności na rzecz działki rzeki, co może mieć formę umowy cywilnoprawnej za jednorazową lub coroczną odpłatnością. Ewentualne wywłaszczenie gruntów możliwe jest przy przedsięwzięciach podejmowanych w ramach inwestycji przeciwpowodziowych (na podstawie tzw. specustawy dotyczącej takich inwestycji) lub w związku z „ochroną zagrożonych wyginięciem gatunków roślin i zwierząt lub siedlisk przyrody” lub „budową oraz utrzymywaniem obiektów i urządzeń służących ochronie środowiska, zbiorników i innych urządzeń wodnych służących zaopatrzeniu w wodę, regulacji przepływów i ochronie przed powodzią, a także regulacją i utrzymywaniem wód oraz urządzeń melioracji wodnych, będących własnością Skarbu Państwa lub jednostek samorządu terytorialnego” (cele publiczne określone w ustawie o gospodarowaniu nieruchomościami, przewidującej ewentualną procedurę wywłaszczeniową). W przypadku rzek, pozyskanie gruntów naturalnie i trwale zajętych przez rzekę może się odbyć także w trybie art. 233 ustawy Prawo Wodne.

Zastosowanie i korzyści: Patrz opisy poszczególnych działań.

Ryzyko: Nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Może być konieczny wcześniejszy podział geodezyjny działki gruntowej i ewentualne opracowanie projektu wyznaczenia nowej linii brzegu. Średnia cena 1ha gruntu rolnej słabej klasy wynosi obecnie ok. 8500 euro, ale jest zróżnicowana regionalnie od ok. 4500 euro w świętokrzyskiem po prawie 11.000 euro w Wielkopolsce. Koszty wykupu mogą być znacznie wyższe w przypadku gruntów, na których właściciel ma ambicje rozwijania zabudowy mieszkalnej lub rekreacyjnej, albo działalności gospodarczej (nawet gdy istniejące ryzyko powodziowe takie kierunki rozwoju w zasadzie uniemożliwia). W przypadku procedur wywłaszczeniowych i odszkodowawczych, wartość gruntu ustali indywidualnie rzeczoznawca na podstawie uwarunkowań lokalnych.

P5 - Weryfikacja (wznowienie) granic

Opis: W przypadku zaistnienia lub podejrzenia nieuprawnionego zajęcia części działki rzeki przez osoby trzecie, może zaistnieć konieczność przeprowadzenia prac geodezyjnych zmierzających do weryfikacji granic działek ewidencyjnych.

Zastosowanie i korzyści: Celem działania jest realne zagwarantowanie miejsca na wdrożenie niezbędnych działań renaturyzacyjnych, w sytuacji gdy prawa do potrzebnego gruntu już istnieją, ale nie są respektowane.

Ryzyko: Nie ma.

Wymagania i koszty: Wiąże się ze zleceniem usługi geodezyjnej. Szacowany koszt weryfikacji granic dla działki o powierzchni 1 ha kształtuje się na poziomie ok. 700 euro.

P6 – Zakazy

Opis: Dla podtrzymania skuteczności wdrożonych działań renaturyzacyjnych celowe niekiedy byłyby zakazy i ograniczenia dotyczące np. użytkowania gruntów w pasie przyległym do cieków (np. nawożenia) lub na terenie zalewowym, albo dotyczące dostępu do określonych miejsc w krytycznych okresach (np. tarło ryb, lęgi ptaków). Obecne prawo polskie przewiduje raczej ogólne mechanizmy obowiązujące z mocy ustawy – jak np. zakazy z art. 77 ustawy Prawo wodne, dotyczące wód oraz obszarów szczególnego zagrożenia powodzią, czy zakazy i ograniczenia nawożenia w bezpośrednim sąsiedztwie wód powierzchniowych („Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”; Dz. U. z 2020 r. poz. 243). Tylko w ograniczonym zakresie dostarcza jednak instrumentów do indywidualnego wprowadzania ewentualnych zakazów. W praktyce, jest to niekiedy możliwe poprzez ustanowienie formy ochrony przyrody i rozciągnięcie reżimu prawnego, przewidzianego w ustawie dla takiej formy (np. zakaz rekreacji wodnej w określonych terminach na określonych odcinkach cieków można uzyskać przez ustanowienie rezerwatu przyrody). Możliwość taka istnieje również w strefach ochronnych ujęć wody. Nie ma obecnie delegacji prawnej do ustalania warunków korzystania z wód dla poszczególnych zlewni lub regionów wodnych.

Zastosowanie i korzyści: Ograniczone, w związku ze skąpyimi mechanizmami prawnymi do indywidualnego wprowadzania zakazów i ograniczeń.

Ryzyko: Nie ma.

Wymagania i koszty: Nie dotyczy.

P7 – Informacja

Opis: Działania renaturyzacyjne mogą napotykać na brak zrozumienia, a nawet być zaskakujące dla społeczeństwa. Dla budowy społecznej akceptacji i dla poprawy trwałości renaturyzacji, wskazane są działania edukacyjne oraz informowanie o celu i metodach renaturyzacji, jak i o potencjalnych korzyściach z niej płynących. Rozpowszechnianie informacji wśród lokalnej społeczności zwiększa jej przychylność oraz szansę na skuteczną współpracę, zapobiegając czynom niweczącym skutki podejmowanej renaturyzacji. W tym celu w okolicy podejmowanych działań znaleźć się powinny elementy fizycznie instalowane w terenie, tablice informacyjne, wyjaśniające zastosowane środki. W bardziej zaawansowanych przedsięwzięciach możliwa jest towarzysząca renaturyzacji organizacja np. miejsc odpoczynku i rekreacji nad rzeką. Zaleca się również spotkania z liderami lokalnych społeczności i lokalnymi organizacjami obywatelskimi, a w niektórych przypadkach z szerszą reprezentacją społeczności. Wskazane jest także podjęcie współpracy z lokalnymi mediami, co pozwoli dotrzeć do większej liczby odbiorców. Patrz także rozdz. 6.2.

Zastosowanie i korzyści: Działanie podejmowane w celu uniknięcia potencjalnych przeszkód natury społecznej w związku z brakiem informacji na temat działań renaturyzacyjnych, ich potrzeby, skutków oraz stosowności.

Ryzyko: Nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Koszt zależy od szczegółów działań, np. ustawienie tablicy informacyjnej to zwykle koszt 250-1000 euro/szt.

4. Renaturyzacja jezior

4.1 Kluczowe elementy naturalnego jeziora

Jeziora naturalne powstały w wyniku różnorodnych procesów przyrodniczych, takich jak działalność lodowców, ruchy skorupy ziemskiej, procesy krasowe, odcięcie zatok morskich itp. w Polsce dominują jeziora polodowcowe, a zasięg ich występowania jest ściśle skorelowany z zasięgiem ostatniego zlodowacenia.

Od momentu powstania, jeziora podlegają naturalnym procesom morfologicznym i troficznym. Już od momentu ustąpienia lodowca rozpoczyna się proces stopniowego ich wypływania i w konsekwencji zanikania. Szybkość zachodzenia tych procesów uzależniona jest od wielkości zlewni, jej wyniesienia, orografii terenu, wielkości i intensywności opadów atmosferycznych, pokrycia roślinnością, a co za tym idzie od ilości i jakości wnoszonych substancji mineralnych i organicznych. Te same czynniki przyczyniają się do wzrostu stanu żyzności wód jeziora (proces eutrofizacji), który objawia się intensyfikacją produkcji pierwotnej w jeziorze. W zależności od nasilenia procesu eutrofizacji wyróżniamy jeziora oligotroficzne (skąpożywne), mezotroficzne (o umiarkowanej żyzności) i eutroficzne (żyzne). Procesy transportu ze zlewni oraz produkcja pierwotna odbywająca się w jeziorze przyczyniają się do powstawania osadów dennych, które wypływają jezioro, powodując jego stopniowy zanik.

Większość jezior jest przepływowych, a wiele procesów w nich zachodzących jest ściśle uzależniona od warunków hydrologicznych i biologicznych zachodzących w ich dopływach. Jeziora z kolei wywierają silny wpływ na odcinki rzek odpływających z jezior. Wiele gatunków ryb migruje zarówno do dopływów (np. by odbyć w nich tarło), jak również w dół do odpływu, stąd łączność jeziora z rzekami ma duże znaczenie ekologiczne.

Zarówno transport ze zlewni, jak i procesy produkcji pierwotnej w jeziorze, w ostatnich wiekach uległy znacznemu przyspieszeniu w wyniku działalności człowieka. Proces eutrofizacji został spotęgowany w ostatnim 100-leciu, w wyniku odprowadzania do jezior, bezpośrednio lub pośrednio, z wodami dopływów ścieków komunalnych oraz z przemysłu, a także dopływu ze zlewni ładunków biogenów pochodzących z nawozów mineralnych. Objawia się on przede wszystkim intensywnym rozwojem fitoplanktonu (zakwity wody), zwykle zdominowanego przez sinice, które wydzielając toksyny wpływają na inne elementy ekosystemu oraz na możliwości gospodarczego korzystania z jezior. Zakwit fitoplanktonu rozprasza światło w wodzie, przez co nie dociera ono do dna, uniemożliwiając rozwój roślinności zanurzonej. Przyczynia się to do zmniejszenia różnorodności biologicznej i przebudowy większości struktur i procesów zachodzących w jeziorze. Przede wszystkim ogranicza różnorodność i liczebność fauny bezkręgowców dennych, co wpływa na skład gatunkowy i liczebność ryb. Zarówno fitoplankton, jak i organizmy mikro- i makrobentosowe oraz ryby są więc dobrymi wskaźnikami odkształceń ekosystemu jeziornego od stanu naturalnego i służą do określenia stanu ekologicznego jezior.

Przykładem jezior znajdujących się w bardzo dobrym stanie ekologicznym jest jezioro Lipie na Pojezierzu Dobiegniewskim w gminie Strzelce Krajeńskie (PLLW10804). Swój stan zawdzięcza niewielkiej zlewni, w dużej części zalesionej oraz dużej głębokości. Cechuje się niezaburzoną ciągłością w zakresie łączności z ekosystemami rzeczny, naturalną sezonową zmiennością poziomu wody, dużym zróżnicowaniem siedliskowym strefy litoralu, wysoką przezroczystością wody umożliwiającą rozwój rozległych zbiorowisk roślinności zanurzonej, niską produkcją pierwotną fitoplanktonu, brakiem sinicowych zakwitów wody, zróżnicowanym i bogatym gatunkowo składem bezkręgowców dennych oraz ichtiofauny. Mimo, że jest głębokim jeziorem stratyfikowanym termicznie, natlenienie wód w hypolimnionie w lecie wynosi 20%. Niestety zagrożenie jego bardzo dobrego stanu ekologicznego

może stanowić dynamiczny rozwój rekreacji, szczególnie w południowej części jeziora, we wsi Długie. Znajduje się tam rozległe kąpielisko z piaszczystą plażą, a w jego pobliżu Ośrodek Turystyczno-Wypoczynkowy, z dobrze rozwiniętą bazą noclegową, gastronomiczną, wypożyczalnią sprzętu turystycznego i wodnego.

Bardzo dobry stan ekologiczny jeziora wskazuje na obecność korzystnych czynników i efektywnych mechanizmów, przeciwdziałających okresowej presji ze strony rekreacji. W tym przypadku jest to brak zanieczyszczeń punktowych, niewielki ładunek zanieczyszczeń przestrzennych i rozproszonych, dzięki czemu stężenie biogenów w jeziorze utrzymuje się na niskim poziomie (stężenie azotu ogólnego 0,5 mg N/l, fosforu 0,03 mg P/l) (Susek 2015). Sprzyjają temu zarówno czynniki zlewniowe, takie jak niezaburzony przepływ wód przez jezioro, dobrze rozwinięte strefy buforowe, leśny charakter zlewni, jak również wewnętrzne mechanizmy ekosystemu – obecność łąk roślinności zanurzonej oraz mechanizm pułapki hypolimnetycznej, efektywnie deponujący materię w osadach dennych. Wskazuje to na czynniki decydujące o samooczyszczaniu jezior, do których wykorzystania należy dążyć przy ich renaturyzacji.

W polu widzenia Ramowej Dyrektywy Wodnej jako jednolite części wód (aJCWP) znajdują się jeziora o powierzchni powyżej 50 ha.

4.2 Przekształcenia jezior i zakłócenia naturalnych procesów kształtujących ekosystem

Przykład jeziora Lipie wskazuje, że ekosystemy jeziorne dysponują mechanizmami obronnymi, które są zdolne do częściowej neutralizacji negatywnych skutków oddziaływań czynników antropogenicznych. Dotyczy to zwłaszcza presji okresowych, o małej intensywności. Większe przekształcenia hydromorfologiczne jezior, dotyczące zwłaszcza zmian reżimu hydrologicznego, zaburzenia ciągłości hydrologicznej systemów rzeczno-jeziornych, a także destruktywnie wpływające na strefę litoralu, brzegu i pobraża, mają zwykle negatywny wpływ na bioróżnorodność oraz procesy zachodzące w ekosystemach. W wielu przypadkach, nawet stosunkowo niewielkie podpiętrzenie wód jeziornych (w granicach 0,5 m), powoduje przedłużenie wiosennego podtopienia gleb organicznych w strefie brzegowej. Następstwem dłuższego okresu wysokich stanów wody jest wymywanie związków mineralnych i organicznych, powodujących wzrost trofii wód, zmianę składu gatunkowego i liczebności fitoplanktonu, ograniczenie przenikania światła i ustępowanie roślinności zanurzonej. To z kolei powoduje zubożenie fauny dennej, zanik refugium dla ryb i zooplanktonu, przebudowę ichtiofauny w kierunku dominacji ryb karpiowatych, zanik skorupiaków planktonowych i dominację sinic w fitoplanktonie. Zakwity sinic produkujących toksyny skutkują dalszym uproszczeniem ekosystemu, zmniejszeniem różnorodności gatunkowej i uniemożliwieniem gospodarczego wykorzystania jeziora (Gołdyn 1990). Z drugiej strony długotrwałe obniżenie zwierciadła wód jeziora zagraża funkcjonowaniu ekosystemów wodno-błotnych w bezpośrednim jego sąsiedztwie. Prowadzi do uruchomienia intensywnych procesów rozkładu materii organicznej i wtórnego zasilania wód jeziora substancjami biogennymi, dotychczas związanymi w biomasie roślinnej. Ograniczeniu ulega zdolność retencyjna przesuszonych obszarów i szerokość naturalnej strefy biofiltracyjnej.

Szczególnie niekorzystnie na funkcjonowanie ekosystemów jeziornych wpływa zwiększony dopływ ładunku biogenów, nasilający proces eutrofizacji. Dotyczy to zwłaszcza dopływu ścieków, wód deszczowych, czy wód drenarskich z pól uprawnych, odprowadzanych punktowo. Podobny efekt wywiera dopływ zanieczyszczeń przestrzennych z intensywnie użytkowanych pól, znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora oraz zanieczyszczeń rozproszonych z nieskanalizowanych terenów zabudowy mieszkaniowej w zlewni bezpośredniej, gdzie ścieki odprowadzane są do gruntu. Czynniki te wpływają na wzrost trofii prowadzący do przeżyźnienia jezior, z konsekwencjami opisanymi wyżej. Z dopływem wód deszczowych wnoszone są do jeziora znaczne ładunki zawiesin mineralnych i organicznych, związków biogennych, bakterii (w tym potencjalnie chorobotwórczych), metali

ciężkich, toksycznych związków organicznych itd. Odcięcie ich dopływu i przerzut poza zlewnię jeziora, jakkolwiek stanowi najbardziej skuteczną ochronę, to jednak znacząco ogranicza zasilanie jeziora w wodę. Znacznie lepszym rozwiązaniem jest zmniejszenie powierzchni nieprzepuszczalnych w zlewni jeziora, co relatywnie wydłuży czas retencji wód opadowych, przyczyniając się do ich oczyszczenia i poprawy warunków gruntowo-wodnych w zlewni.

Nadmierny ładunek biogenów dostarczony do jezior ulega w dużej mierze kumulacji w osadach dennych, stąd usunięcie czynnika destrukcyjnego (np. dopływu ścieków) nie wpływa znacząco na poprawę stanu ekosystemu. Z osadów dennych powracają one bowiem ponownie do obiegu w toni wodnej, utrzymując stan hipertrofii przez wiele lat. Potrzebne są wówczas bardziej radykalne działania ograniczające wpływ tzw. zasilania wewnętrznego, czyli rekultywacja jeziora. Działania renaturyzacyjne, ukierunkowane na usuwanie skutków presji antropogenicznych, w tym bezpośrednich zmian w jeziorze i jego bezpośrednim otoczeniu są niezbędne, by działania rekultywacyjne mogły zwiększyć prawdopodobieństwo powrotu ekosystemu do stanu dobrego.

4.3 Metody renaturyzacji jezior

Poniżej przedstawiamy katalog potencjalnych metod renaturyzacji, mających zastosowanie do jezior. Jego układ jest podobny do katalogu metod renaturyzacji rzek. Katalog określa paletę dostępnych środków, z której wybiera się i komponuje program renaturyzacji konkretnego jeziora. Nie oznacza to, że każde działanie należy wdrażać wobec każdego renaturyzowanego akwenu, a podstawowe przesłanki, czy dane działanie będzie właściwe i potrzebne, czy też nie, przedstawiono w opisach działań. Dla odróżnienia od katalogu działań renaturyzacji cieków, działania właściwe dla jezior odróżniono literą „J” w kodzie działania. Podobnie jak dla cieków, katalog ułożony jest w kolejności od metod najprostszych (modyfikacje prac utrzymaniowych - JU), przez mniej intensywne działania dodatkowe (JD), do najintensywniejszych środków technicznych (JT), przedstawia też skrótowo grupę działań w zlewni (JZ) oraz niezbędne niekiedy działania pomocnicze (JP).

Tabela 8. Katalog działań renaturyzacyjnych dla jezior.

KOD	GRUPA	DZIAŁANIE
JU0	Modyfikacje renaturyzujące w ramach prac utrzymaniowych	Pozostawienie procesom naturalnym
JU1		Zaniechanie wykaszania roślin z brzegów śródlądowych wód powierzchniowych
JU2		Wykaszanie nadmiernie rozwijającej się roślinności w litoralu jezior, usuwanie wyciętej biomasy poza jezioro
JU3		Zaniechanie usuwania drzew i krzewów porastających brzegi jezior i cieków w odległości 100m od linii brzegowej
JU4		Aktywne kształtowanie mozaiki warunków świetlnych, struktury brzegów i stref buforowych
JU5		Ograniczenie usuwania z jezior przeszkód naturalnych (w tym rumoszu drzewnego)
JU6		Usuwanie ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód wynikających z działalności człowieka, weryfikacja legalności oraz funkcjonalności
JU7		Usuwanie osadów z wywiezieniem ich poza zlewnię (utyliczacja)
JU8		Zaniechanie usuwania tam i żeremi bobrowych
JD1	Działania dodatkowe w ramach	Nasadzanie zgodnych z siedliskiem gatunków drzew i/lub krzewów w strefie brzegowej
JD2		Zastosowanie fitobarier (stref sedymentacyjno-biofiltracyjnych) w obrębie misy jeziornej i na odcinkach ujściowych cieków do jeziora
JD3		Kształtowanie stref buforowych z roślinności strefy litoralnej

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

JD4		Bariery denitryfikacyjne
JD5		Modyfikacje zarządzania wodą, w celu eliminacji antropogenicznych zniekształceń przepływu
JD6		Wykluczenie użytkowania rekreacyjnego brzegów o podłożu organicznym
JD7		Dopuszczenie organizowania nowych kąpielisk i miejsc przeznaczonych do kąpieli w pobliżu odpływu wody z jeziora, korzystając z terenu o glebie mineralnej
JT1	Działania techniczne	Likwidacja umocnień brzegów
JT2		Przebudowa umocnień brzegów na bardziej naturalne
JT3		Likwidacja lub odsuwanie wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych
JT4		Likwidacja przegród poprzecznych
JT5		Przebudowa przegród poprzecznych
JT6		Częściowe udrażnianie przeszkód poprzecznych
JT7		Likwidacja zbędnych dla racjonalnej gospodarki wodnej lub nielegalnych budowli oraz urządzeń wodnych
JT8		Likwidacja/odsunięcie zabudowy rekreacyjnej od linii brzegowej jeziora
JT9		Odsunięcie ciągów komunikacyjnych poza strefę roślinności buforowej
JT10		Zastąpienie schodami zejść po skarpie do stref rekreacyjnych nad jeziorem
JT11		Likwidacja punktowych źródeł zanieczyszczeń
JZ1	Działania w zlewni	Renaturyzacja mokradeł w zlewni przez blokowanie lub likwidowanie rowów odwadniających mokradła
JZ2		Ograniczanie dostawy biogenów oraz zawiesin ze spływem powierzchniowym
JZ3		Kanalizowanie ruchu turystycznego i rekreacyjnego w obrębie strefy przybrzeżnej jezior
JZ4		Inne działania poprawiające retencję wody w zlewni
JP1	Działania pomocnicze	Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji
JP2		Weryfikacja obecności i drożności (funkcjonalności) przepławki
JP3		Indywidualne programy poprawy stanu aJCWP
JP4		Działania wynikające z Planów Ochrony obszarów chronionych dla których zostały ustanowione
JP5		Pozyskanie gruntów w strefie nadjeziornej
JP6		Weryfikacja (wznowienie) granic
JP7		Zakazy/nakazy
JP8		Wprowadzenie stref ograniczonego użytkowania wokół jezior/ustanowienie obszaru ochronnego zbiornika wód śródlądowych
JP9		Informacja

JU0 – Pozostawienie procesom naturalnym

Opis: W jeziorach o największym stopniu naturalności powinno nastąpić całkowite, konsekwentne i planowe zaniechanie ingerencji w strefie brzegowej jeziora. Pozostawienie naturalnych procesów hydromorfologicznych, czyli tzw. utrzymanie bierne, dotyczyć winno także rejonów ujściowych cieków dopływających oraz odpływu.

Zastosowanie i korzyści: Działanie dotyczy jezior naturalnych, niezagrożonych nieosiągnięciem celów środowiskowych, położonych w obszarach chronionych, charakteryzujących się dobrym lub bardzo dobrym stanem elementów biologicznych. Do grupy tej należą także jeziora referencyjne do obserwacji

naturalnych procesów hydromorfologicznych, o dużym potencjale naturalnej sukcesji roślinności brzegowej i litoralnej.

Ryzyko: Pod względem wpływu na zagospodarowanie zlewni, działanie zmierza do poprawy warunków siedliskowych. Może wymagać zaprzestania użytkowania terenów położonych bezpośrednio na brzegach jezior. W zakresie wpływu na użytkowanie wód również należy spodziewać się poprawy jakości elementów biologicznych oraz poprawy warunków siedliskowych. Działanie może wymagać zaprzestania użytkowania jeziora w zakresie mogącym wpływać na procesy naturalnej sukcesji (np. wędkarstwo, rekreacja wodna).

Wymagania i koszty: Pozostawienie jeziora procesom naturalnym nie generuje kosztów.

JU1 - Zaniechanie wykaszania roślin z brzegów śródlądowych wód powierzchniowych

Opis: Wykaszanie roślin z brzegów jezior prowadzi do degradacji występujących tam zbiorowisk roślinności szuwarowej, ziołorośli, roślinności krzewiastej i drzewiastej. Część z nich charakteryzuje się zdolnością regeneracji lecz powtarzalność zabiegów wykaszania powoduje trwałe przekształcenie składu gatunkowego biocenoz. Usuwanie roślinności z brzegu jeziora wpływa niekorzystnie na funkcję buforową tej strefy, co zwiększa dopływ substancji biogennej do wód, zwłaszcza na styku ekosystem wodny – zlewnia użytkowana rolniczo. Usuwanie drzew i krzewów może pośrednio poprawiać warunki świetlne w litoralu jeziora, lecz zwiększeniu biomasy makrofitów często nie towarzyszy wzrost różnorodności gatunkowej i wartości przyrodniczej (rozwój zbiorowisk jednogatunkowych). Należy zatem pozostawiać roślinność wzdłuż brzegów jezior do spontanicznego rozwoju. Umożliwi to sukcesję zapoczątkowywaną przez rozwój ziołorośli, a przy sprzyjających warunkach glebowych oraz stosunkach wodnych także roślinności krzewiastej i drzewiastej. Utrzymywanie zwartej strefy roślinności powinno dotyczyć całej długości linii brzegowej jeziora, która sąsiaduje bezpośrednio z terenami wykorzystywanymi rolniczo. Strefa roślinności wzdłuż brzegu powinna kontynuować się także wzdłuż cieków dopływających i odpływających z jeziora. Konsekwentnie pozostawiona powinna być roślinność przyujściowych odcinków cieków do jeziora. Co ważne, utrzymanie pasa roślinności na styku *ekosystem wodny – zlewnia* konieczne jest także, gdy użytkowanie rolnicze w zlewni zostanie ograniczone lub zaniknie. Należy jednak zachować ostrożność w przypadku wdrożenia na odcinkach małych cieków, poniżej obszarów krytycznych dla ryzyka powodziowego (zabudowa, infrastruktura).

Więcej informacji: Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 48. Przykład fragmentu linii brzegowej, wymagającego zaniechania wykaszania roślin strefy szuwarowej.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

Zastosowanie i korzyści: Utrzymanie strefy buforowej wzdłuż brzegu jeziora jest szczególnie istotne w zlewniach użytkowanych rolniczo. Dotyczy zarówno samej strefy brzegowej jeziora, jak i jego dopływów, zarówno naturalnych, jak i rowów melioracyjnych. Sprzyja ona zwiększaniu różnorodności biologicznej w samym akwenu wodnym, jak i w odniesieniu do gatunków korzystnie oddziałujących na plony sąsiadujących upraw (np. owadów zapylających). Ogranicza abrazję brzegu oraz erozję pobrzeża jeziora, następujących na skutek falowania oraz spływu powierzchniowego w wyniku opadów atmosferycznych. Zmniejsza jednocześnie spływ związków biogennych i zawiesin ze zlewni. Zmniejszenie erozji bocznej i redukcja transportu zawiesin do jeziora mają miejsce w przypadku utrzymania strefy buforowej wzdłuż cieków dopływających do akwenu.

Ryzyko: Utrzymanie zwartej strefy buforowej wpływa na zagospodarowanie strefy brzegowej wokół jeziora, wymaga bowiem rezygnacji z zagospodarowania rolniczego dochodzącego do samych brzegów jeziora. Ograniczenia dotyczą także działek o charakterze rekreacyjnym, na których roślinność na styku ląd-woda nie powinna być usuwana. Występowanie zwartej roślinności wzdłuż małych cieków dopływających do jeziora, a także porastającej ich dno, może mieć wpływ na odpływ wód po ulewnych deszczach. Na większych ciekach wpływ ten jest zaniedbywalny, jednak w przypadku mniejszych cieków występuje niewielkie ryzyko powodziowe w trakcie nawałnych opadów atmosferycznych, na odcinkach powyżej stref ujściowych cieków do jezior.

Wymagania i koszty: Wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu jeziora i/lub cieków lub umowy z właścicielem gruntu. Rolnik zakładający pas ochronny może uzyskać dofinansowanie na działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne, objęte Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020. Wykaszanie brzegów wód w okresie 15.03-15.08 wymaga zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeżeli cel jest prośrodowiskowy. Zaniechanie lub ograniczenie wykaszania nie generuje kosztów.

Przykład: Większość jezior położonych na obszarach chronionych.

JU2 - Wykaszanie nadmiernie rozwijającej się roślinności w litoralu jezior, usuwanie wyciętej biomasy poza jezioro

Opis: W jeziorach płytkich, podatnych na zamulanie i szybko zarastających, strefa szuwaru może zajmować znaczne powierzchnie, do kilkudziesięciu metrów od linii brzegowej. Często – z uwagi na żyzny charakter wód akwenu – szuwar ma charakter kilkugatunkowy, najczęściej tworzy go trzcina pospolita, której towarzyszą pałki wąsko- i szerokolistna. Szeroki i zwarty pas szuwaru przy niewielkiej głębokości wody sprzyja jej odtlenianiu, co wpływa negatywnie na warunki siedliskowe dla ryb (tarliska, refugium dla narybku) oraz bezkręgowców. Ponadto, w biomasie roślin następuje akumulacja związków biogennych dopływających do jeziora ze zlewni. Wykaszanie nadmiernie rozwijającej się roślinności szuwarowej poprawia jakość elementów biologicznych, jak i warunki siedliskowe. Ogranicza tempo sukcesji roślinności w kierunku środka jeziora i zarastanie toni wodnej. Potencjalnie zwiększa także atrakcyjność wędkarską, gdyż poprawia warunki rozwoju ryb. Ponadto, umożliwia zwiększanie różnorodności biologicznej, stwarzając przestrzeń dla rozwoju cennych zbiorowisk makrofitów, np. kłoci wiechowatej. Koszenie może być też nastawione na usuwanie inwazyjnych gatunków obcych, np. kolczurki klapowanej. Wykaszanie powinno następować na odcinku nie dłuższym niż połowa linii brzegowej jeziora. Warto rozważyć koszenie o charakterze mozaikowym tj. obejmujące fragmenty szuwaru, poprzedzielane pasami szuwaru nietkniętego, co zwiększy różnorodność siedlisk w strefie litoralu. Koszenie należy prowadzić w okresie zimowym – z lodu, co umożliwia zbiór skoszonego materiału (koniecznie musi on zostać usunięty poza 100-metrową strefę ochronną wokół jeziora). Koszenie w okresie lata jest bardziej efektywne pod względem usuwania z jeziora związków biogennych zakumulowanych w biomasie roślin, lecz stanowi zagrożenie dla lęgu ptaków. Uzyskany materiał może zostać wykorzystany gospodarczo.

Więcej informacji: Piotrowicz R. (1990): Wpływ wykaszania makrofitów na funkcjonowanie ekosystemu jeziornego. Funkcjonowanie ekosystemów wodnych ich ochrona i rekultywacja (red. Z. Kajak). CPBP, t. 50, SGGW-AR Warszawa. 164-183 p.

Zastosowanie i korzyści: Dzięki powtarzaniu co drugi rok koszeniu roślinności szuwarowej następuje optymalizacja funkcjonowania strefy buforowej, różnorodności biologicznej i uniknięcia negatywnych oddziaływań odkładanej materii organicznej na jezioro. Wykaszanie sprzyja ograniczaniu rozwoju gatunków inwazyjnych oraz zarastaniu jeziora. Aktywne kształtowanie strefy litoralu pozwala także ograniczać spływ związków biogennych i zawiesin ze zlewni. Pozostawienie roślinności przynajmniej wzdłuż połowy linii brzegowej umożliwia zakładanie gniazd przez ptaki.

Ryzyko: Przy prawidłowym zaplanowaniu i wykonaniu nie ogranicza możliwości gospodarki w zlewni. Nie ma wpływu na ryzyko powodziowe.

Wymagania i koszty: Koszenie powinno być wykonywane w zimie, poza okresem lęgowym ptaków. Dotyczyć powinno jednej połowy linii brzegowej w jednym roku, a kolejnej połowy w roku następnym. W części litoralu koszenie może nie być prowadzone lub dotyczyć tylko części pasa szuwaru, np. omijając żeremia bobrowe. W miejscach o nadmiernej szybkiej sukcesji roślinności koszenie może być powtarzane corocznie. Bezwzględnie konieczne jest usuwanie wykoszonej materii poza 100-metrową strefę ochronną ekosystemu. Wykaszanie roślin z wód w okresie 15.03-15.08 wymaga zgłoszenia do RDOŚ, nawet jeżeli cel jest prośrodowiskowy. Koszt wykaszania zależy od warunków, średnio szacuje się go na około 350 euro/ha.

Przykład: Jezioro Wigry, Wigierski Park Narodowy. Koszenie corocznie około 20 ha szuwaru w postaci mozaiki tj. tworzenia naprzemiennie obszarów koszonych i niekoszonych. Celem jest poprawa warunków siedliskowych dla ryb. http://www.wigry.org.pl/kwartalnik/nr40_foto.htm-top

JU3 - Zaniechanie usuwania drzew i krzewów porastających brzegi jezior i cieków w odległości 100 m od linii brzegowej

Opis: Mozaika naturalnych i półnaturalnych ekosystemów na pograniczu lądu i wody stanowi skuteczną barierę redukującą zanieczyszczenia obszarowe. Najważniejszą funkcją tych stref jest buforowanie i filtrowanie zanieczyszczeń pomiędzy ekosystemami, istotne zwłaszcza, gdy ekosystemem lądowym jest agrocenoza. Dodatkowo, stanowią one ostoje różnorodności biologicznej. Przywracanie właściwej struktury 100-metrowej strefie ochronnej, obejmującej zarówno zadrzewienia i zakrzewienia, jak i zbiorowiska o charakterze łąkowym czy nieużytki wzdłuż jezior oraz cieków do nich dopływających, przyczynia się do odtwarzania naturalnego charakteru ekosystemów wód stojących i płynących. Roślinność w tej strefie powinna mieć możliwość spontanicznego rozwoju, co szczególnie dotyczy drzew i krzewów, w tym także pozostawiania drzew zamierających i martwych. Odgrywają one istotną rolę jako źródło rumoszu drzewnego, zwiększającego heterogeniczność siedlisk, stanowią miejsca lęgowe dla ptaków i refugium dla bezkręgowców. Młode drzewa i krzewy nie powinny być wycinane, zaś ich rozsiewanie i rozwój powinny następować bez ingerencji człowieka. Warunki te powinny zostać spełnione w odniesieniu do gatunków rodzimych, dostosowanych do siedliska. Gatunki obce nie mogą być wprowadzane, a ich nalot powinien być usuwany.

Więcej informacji: Kamiński W. 2016, Rola zadrzewień w kształtowaniu różnorodności biologicznej, Stowarzyszenie Centrum Aktywności Społecznej „Pryzmat”, Suwałki.

Zastosowanie i korzyści: Celem utrzymania jak największej naturalności 100-metrowej strefy ochronnej wzdłuż linii brzegowej jeziora jest optymalizacja funkcjonowania tego obszaru pod kątem jego funkcjonalności i roli dla różnorodności biologicznej oraz uniknięcie negatywnych oddziaływań zlewni na jezioro. Zaniechanie usuwania roślinności drzewiastej i krzewiastej przyczynia się także do stabilizacji brzegów i zapobiega ich erozji.

Ryzyko: Przy prawidłowym zaplanowaniu i wykonaniu, zadrzewiona i zakrzewiona strefa ochronna nie ogranicza możliwości gospodarki w zlewni. Przy prawidłowym zaprojektowaniu zanedbywalny jest wpływ negatywny (opad liści), przy znacznym wpływie korzystnym (pobieranie biogenów dopływających ze zlewni z wodami gruntowymi).

Wymagania i koszty: Utrzymanie roślinności drzewiastej i krzewiastej powinno mieć zastosowanie na całej długości linii brzegowej jeziora sąsiadującej bezpośrednio z terenami rolniczymi, w tym także cieków dopływających do jeziora. Szczególną ochroną w tej strefie objęte powinny być gatunki rodzime, dostosowane do warunków siedliskowych np. olsze w strefie brzegowej jeziora. Zaniechanie usuwania drzew i krzewów nie generuje kosztów.

Przykład: Większość jezior położonych na obszarach chronionych, szczególnie objętych ochroną ścisłą.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 49. Drzewa stabilizujące brzeg jeziora, chroniące przed abrazyjnym działaniem fal oraz stwarzające siedliska bytowania fauny bezkręgowców.

Fot. Ryszard Gołdyn.

JU4 - Aktywne kształtowanie mozaiki warunków świetlnych, struktury brzegów i stref buforowych

Opis: Przywracanie właściwej struktury stref buforowych, obejmujących zarówno zadrzewienia i zakrzewienia, jak i zbiorowiska o charakterze łąkowym czy nieużytki zielone wzdłuż jezior oraz cieków do nich dopływających, obejmuje nie tylko zaniechanie usuwania drzew, lecz również aktywne kształtowanie roślinności. Dotyczy ono linii brzegowej jeziora, jak i dolnych odcinków dopływów (w obrębie 100-metrowej strefy ochronnej), mając na celu ukształtowanie mozaiki siedlisk. Ważnym elementem tych prac jest pozostawienie drzew zamierających i martwych (zwiększenie różnorodności siedliskowej) oraz dosadzenie nowych. Nie muszą one stanowić zwartej struktury, lecz raczej powinny mieć charakter kępowy. Dzięki temu zróżnicowaniu ulegają warunki świetlne, co zwiększa heterogeniczność siedlisk, a co za tym idzie różnorodność organizmów je zasiedlających. Nasadzenia obejmować powinny gatunki drzew liściastych, dostosowane do warunków podłoża. Oznacza to, że na glebach organicznych można prowadzić nasadzenia olchy czarnej, wierzby, jesionu wyniosłego i in., natomiast na glebach mineralnych: dębu szypułkowego, wiązu, klonów, lipy drobnolistnej, trzmieliny, leszczyny i in.

Więcej informacji: Kamiński W. 2016, Rola zadrzewień w kształtowaniu różnorodności biologicznej, Stowarzyszenie Centrum Aktywności Społecznej „Pryzmat”, Suwałki.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 50. Mozaika siedlisk wzdłuż linii brzegowej jeziora, obejmująca strefę litoralu, zakrzewienia i zadrzewienia.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka

Zastosowanie i korzyści: Celem tego działania jest zapewnienie optymalnego funkcjonowania strefy buforowej wzdłuż brzegów jezior, rozwiniętej w oparciu o mozaikę roślinności złożonej z wszystkich pięter. Aktywne kształtowanie zadrzewień pod względem ich składu gatunkowego i formy sprzyja kształtowaniu warunków świetlnych w ciekach i strefie brzegowej jeziora, a także wzmacnia i stabilizuje brzegi, chroniąc je przed erozją. W rezultacie strefa roślinności wokół jeziora i jego dopływów staje się ostoją różnorodności biologicznej, chroniąc jednocześnie jezioro przed dopływem zanieczyszczeń ze zlewni.

Ryzyko: Przy prawidłowym zaprojektowaniu wpływ negatywny w postaci opadu liści jest zanedbywalny (dopływ materii organicznej, przy jednoczesnym pozytywnym wpływie na bezkręgowce denne), zaś znaczny jest wpływ korzystny (zatrzymywanie związków biogenych dopływających ze zlewni z wodami gruntowymi).

Wymagania i koszty: Aktywnie kształtowana strefa ochronna może obejmować całą długość linii brzegowej, sąsiadującej bezpośrednio z terenami rolniczymi oraz rekreacyjnymi. Bez względu na konieczność jest pozostawienie roślinności wzdłuż odcinków przyujściowych cieków do jeziora. Ostrożność zachować należy w przypadku wdrożenia na odcinkach małych cieków, poniżej obszarów krytycznych dla ryzyka powodziowego (zabudowa, infrastruktura). Ewentualne usuwanie drzew o obwodzie powyżej 50 cm w nasadzie (dla kasztanowca, robinii, platana powyżej 60 cm obwodu; dla wierzby, topoli, klonu jesionolistnego i srebrzystego powyżej 80 cm obwodu) oraz krzewów w wieku powyżej 10 lat wymaga dokonania zgłoszenia planowanej wycinki do RDOŚ w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody oraz uzyskania zezwolenia gminy na usunięcie drzewa. Koszty są bardzo różne, zależnie od szczegółów działania, średnio do około 1300 euro/ha.

Przykład: Zalesienie strefy nad zachodnim brzegiem Jeziora Góreckiego w Wielkopolskim Parku Narodowym, w miejscu pól uprawnych.

JU5 - Ograniczenie usuwania z jezior przeszkód naturalnych (w tym rumoszu drzewnego)

Opis: Do przeszkód naturalnych występujących w jeziorach, szczególnie w strefie litoralu należy rumosze drzewne o różnej grubości, ponadwymiarowe gałęzie, karpy drzew. Ich usuwanie w trakcie prac utrzymaniowych ma jednoznacznie negatywne oddziaływanie na różnorodność siedlisk organizmów

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

wodnych. Zwiększają one heterogeniczność środowiska, tworząc kryjówki zasiedlane przez ryby, bezkręgowce czy organizmy peryfitonowe. Pełnią też funkcję stabilizującą strefę brzegową, zapobiegającą jej erozji. Karpy drzew z systemem korzeniowym umacniają także erodowane odcinki rzek, tworząc zarazem siedliska o dużym zróżnicowaniu. Rumosz dostający się w sposób naturalny do wód jeziornych nie powinien być zatem usuwany. Dotyczy to także drzew i ich fragmentów wprowadzanych do strefy brzegowej przez bobry.



Fotografia 51. Rumosz drzewny na w strefie brzegowej jezior, związany z bytowaniem bobrów na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego.

Fot. R. Dondajewska-Pielka

Więcej informacji: Pawlaczyk P. 2017b. Martwe drewno jako element ekosystemu rzeczno-jeziornego, Przegląd Przyrodniczy 28, 4: 62-92.

Zastosowanie i korzyści: Pozostawianie rumoszu drzewnego i kamieni w strefie brzegowej jeziora służy wzbogacaniu struktury siedlisk w misie jeziornej. Sprzyja także inicjowaniu spontanicznych procesów hydromorfologicznych związanych z obecnością takich elementów.

Ryzyko: Niewielki wpływ na gospodarcze wykorzystanie jezior, w tym na odławianie sieciowe ryb w pobliżu brzegów i rekreacyjne wykorzystanie jezior. W bezpośrednim sąsiedztwie terenów rekreacyjnych (plaże, kąpieliska) nie może być jednak stosowane, gdyż może stwarzać niebezpieczeństwo zranienia lub nawet utonięcia.

Wymagania i koszty: Rumosz może być utrzymywany wzdłuż całej linii brzegowej jeziora, poza obszarami wykorzystywanymi rekreacyjnie (otoczenie kąpielisk). Brak usuwania rumoszu nie generuje kosztów.

Przykład: większość jezior położonych na obszarach chronionych, szczególnie objętych ochroną ścisłą. Dobrym przykładem jest zachodni brzeg Jeziora Durowskiego, z licznymi drzewami powalonymi do wody, stanowiącymi podłoże do rozwoju gąbek, mszywołów, racicznicy i licznych innych gatunków peryfitonowych, aktywnie uczestniczących w poprawie jakości wody (filtratorzy, odżywiający się organiczną zawiesiną fitoplanktonu).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

JU6 - Usuwanie ze śródlądowych wód powierzchniowych przeszkód wynikających z działalności człowieka

Opis: Strefa brzegowa jeziora, tworzona przez pas szuwaru niskiego i wysokiego, na wielu jeziorach jest pofragmentowana przez liczne kładki i pomosty wędkarskie, pomosty do cumowania sprzętu pływającego itp. Ich nagromadzenie na krótkim odcinku linii brzegowej skutkuje zaburzeniem roli roślinności jako siedliska dla organizmów wodnych oraz strefy buforowej, chroniącej przed dopływem zanieczyszczeń ze zlewni. Z punktu widzenia funkcjonowania ekosystemu jeziornego negatywnie oddziałują także wszelkie punkty zrzutu zanieczyszczeń, w tym dopływy wód deszczowych, odprowadzanych za pośrednictwem kanalizacji deszczowej z terenów zurbanizowanych. W przypadku cieków dopływających i wypływających z jezior odnotowuje się występowanie pozostałości dawnych urządzeń wodnych tj. zastawek, jazów, które są niekompletne (najczęściej brak zasuw, pozostaje betonowa obudowa) i nie pełnią swojej funkcji.

Zastosowanie i korzyści: Działanie ma na celu usunięcie zbędnych elementów antropogenicznych, a dotyczy to szczególnie nielegalnych lub zniszczonych konstrukcji (kładki i pomosty wędkarskie) i pozostałości dawnych urządzeń wodnych.

Ryzyko: Brak negatywnego wpływu na zarządzanie wodami czy ryzyko powodziowe.

Wymagania i koszty: Konieczność weryfikacji pozwoleń na budowę pomostów, celem ustalenia ich legalności. Koszt usuwania uzależniony jest od wielkości pomostów i rodzaju elementów antropogenicznych. Średnio szacowany jest na poziomie ok. 15 Euro/m².

Przykład: Jezioro Durowskie (Wielkopolska). W 2014 r. usunięto kilkadziesiąt starych pomostów wzdłuż wschodniego brzegu jeziora, usuwając również 260 szt. wspierających je drewnianych pali.



Fotografia 52. Liczne pomosty wędkarskie zlokalizowane na krótkim odcinku linii brzegowej jeziora, sprzyjające niszczeniu strefy roślinności w litoralu.

Fot.: Renata Dondajewska-Pielka.

JU7 - Usuwanie osadów z wywiezieniem ich poza zlewnię (utylizacja)

Opis: Płytkie jeziora eutroficzne, podatne na zarastanie i dalsze wypływanie mogą wymagać częściowego usunięcia osadów dennych z najsilniej wypłyconych miejsc. Nagromadzenie osadu bogatego w materię organiczną sprzyja intensyfikacji krążenia pierwiastków biogennych

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

w ekosystemie jeziornym, co intensyfikuje proces eutrofizacji oraz skutkuje silnymi zakwitami planktonu i zmniejszeniem przezroczystości wody (obniżenie różnorodności biologicznej w obrębie roślinności zanurzonej lub jej całkowita eliminacja). Utrzymywaniu się makrofitów zanurzonych w tego typu jeziorach nie sprzyja także silne uwodnienie osadów organicznych, uniemożliwiające korzenienie się. Usuwanie osadu może dotyczyć także/lub tylko przyujściowych odcinków dopływających rzek, szczególnie takich, które wnoszą znaczne ilości zawiesiny ze zlewni lub położonych wyżej zbiorników, jak i w sąsiedztwie dawnych wylotów ścieków i wód deszczowych. Proces odmulania powinien być poprzedzony badaniami miąższości i składu osadów. Ustalenie ich miąższości pozwoli oszacować objętość osadu konieczną do usunięcia. Badania, obejmujące szczególnie zawartość metali ciężkich i stan sanitarny osadów, konieczne są do oceny potencjalnego zagospodarowania wydobytego urobku. Usuwanie osadu może następować z wykorzystaniem ciężkiego sprzętu np. koparka (w przypadku mniejszych powierzchni) lub przy pomocy pogłębiarek refulujących.

Więcej informacji: Maj K., Koszelnik P. 2016, Metody zagospodarowania osadów dennych, Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury 63,33: 157-169.

Zastosowanie i korzyści: Celem działania jest częściowe przywrócenie naturalnych procesów hydromorfologicznych oraz siedlisk dla rozwoju organizmów, jak i usunięcie skutków antropogenicznej wzmożonej dostawy zawiesin. Rezultatem jest usunięcie części związków biogenych poza ekosystem jeziorny i szansa na powolne odtwarzanie się zbiorowisk roślinności zanurzonej. Działanie ma charakter utrzymaniowy w przypadku strefy ujściowej cieków, natomiast w przypadku konieczności przeprowadzenia go w misie jeziornej, działanie należy zaplanować w ramach JP3.

Ryzyko: Przy prawidłowym zaprojektowaniu niewielki wpływ pozytywny na jakość wody i zespoły organizmów, a więc również na usługi ekosystemowe jeziora. Potencjalnie zabieg ten zwiększa atrakcyjność wędkarską.

Wymagania i koszty: Konieczne jest przeprowadzenie analiz miąższości i składu osadów dennych, z uwzględnieniem metali ciężkich i związków toksycznych. Bezwzględnie należy usunąć urobek poza strefę ochronną (najlepiej poza zlewnię jeziora) oraz go zutylizować. Jeżeli nie jest zanieczyszczony metalami ciężkimi lub innymi substancjami toksycznymi, można wykorzystać go w rolnictwie lub ogrodnictwie. W przeciwnym przypadku wymaga remediacji lub składowania na składowiskach odpadów niebezpiecznych. Koszt samego usunięcia 0,5 m warstwy osadów z 1 ha jeziora wynosi średnio ok. 12 tys. Euro, ale koszty wywozu i utylizacji tych osadów mogą być znacznie wyższe.

Przykład: Jezioro Trummen (Szwecja) http://www.vesan.se/3Bjork/2bj_trum.htm

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 53. Pogłębiarka ssąco-refulująca przeznaczona od usuwania osadów z dna jezior, umożliwiająca przesyłanie urobku rurociągiem na poletka osadowe.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

JU8 - Zaniechanie usuwania tam i żeremi bobrowych

Opis: Występowanie bobrów w ekosystemach wód śródlądowych, wraz z konstrukcjami, które tworzą w środowisku, wpływa pozytywnie na walory przyrodnicze. Budowane przez nie tamy tworzą na ciekach dopływających do jezior drobne zbiorniki, zwiększając retencję wody a przez to ograniczając dopływ do jeziora związków biogennych, zawiesin oraz pozostałości pestycydów ze zlewni. Żeremia oraz obecność bobrów w litoralu jezior zwiększają bioróżnorodność oraz pozytywnie wpływają na siedliska, lokalnie poprawiając jakość wód i warunków dla rozwoju organizmów. Z tego powodu konieczna jest w działaniach renaturyzacyjnych akceptacja istnienia i funkcjonowania tam bobrowych, zwłaszcza w miejscach sąsiadujących z nieużytkami czy lasami oraz w odniesieniu do cieków desygnowanych dla ochrony bobra. Szczególną uwagę na zwiększanie retencji poprzez aktywność bobrów zwrócić należy w zlewniach wykazujących niedobory wody.

Więcej informacji: por. działanie U13 w katalogu działań dla rzek (rozdz. 3.3).

Zastosowanie i korzyści: Zaniechanie usuwania tam i żeremi bobrowych ma istotne znaczenie dla opóźniania odpływu i retencjonowania wody, a także dla zatrzymania związków biogennych i zawiesin w dolinach cieków dopływających do jeziora. Konstrukcje te wykazują również siedliskotwórczą rolę w litoralu jezior.

Ryzyko: Może powodować lokalne podtopienia gruntów, lecz jeśli nie są możliwe do zaakceptowania, można im zapobiegać za pomocą rozwiązań technicznych. Może powodować utrudnienia w odbiorze wody z systemów melioracyjnych. Może powodować lokalne podtopienia gruntów, ale generuje retencję zmniejszającą ryzyko powodziowe poniżej. Sumarycznie zwykle ogranicza ryzyko powodziowe.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Możliwe jest zastosowanie urządzeń technicznych stabilizujących naturalne wahania poziomu wody przy zachowaniu tam. Zaniechanie usuwania tam i żeremi bobrowych nie generuje kosztów.

Przykład: większość jezior położonych na obszarach chronionych, szczególnie objętych ochroną ścisłą.



Fotografia 54. Żeremie bobrowe na wodach stojących.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

JD1 – Nasadzanie zgodnych z siedliskiem gatunków drzew i krzewów w strefie brzegowej

Opis: w strefie brzegowej jezior oraz przyujściowych odcinków ich dopływów pozbawionych drzew i krzewów wskazane jest zakładanie zadrzewień izolujących od wód powierzchniowych pola uprawne i inne obszary generujące zanieczyszczenia przestrzenne (obszarowe). Pas zadrzewień o szerokości od kilku do kilkunastu metrów powinien składać się z różnych gatunków drzew i krzewów rodzimych tworząc wielopiętrowe zbiorowisko roślinne pomiędzy polem uprawnym a zbiorowiskiem roślinności szuwarowej. Skład gatunkowy powinien być dostosowany do lokalnych warunków glebowych i wodnych. Może to być również pas trwałej roślinności zielnej (traw) o szerokości nie mniejszej niż 6 m. Przy nachyleniu terenu powyżej 20% powinien obejmować całą szerokość stoku. Stosować można również kępowe nasadzenia drzew i krzewów, naprzemiennie z pasami obsianymi trawami lub inną trwałą roślinnością zielną.

Więcej informacji: por. działanie D1 w katalogu działań dla rzek (rozdz. 3.3).

Zastosowanie i korzyści: Pas trwałej roślinności stanowi zbiorowisko ekotonowe, ograniczające dopływ zanieczyszczeń obszarowych w wyniku zmniejszenia intensywności erozji powierzchniowej, zatrzymywania spływu powierzchniowego, zwiększania retencjonowania wody. Z tego względu nazywany jest barierą biogeochemiczną, chroniącą wody powierzchniowe przed zanieczyszczeniami dopływającymi ze zlewni. Najczęściej są nimi związki biogenne, lecz często również środki ochrony roślin (pestycydy) czy metale ciężkie, wprowadzane do gleb wraz z nawozami mineralnymi (zwłaszcza fosforowymi). Dodatkowo zadrzewienie zwiększa różnorodność biologiczną, w tym gatunków

korzystnie oddziałujących na plony sąsiadujących upraw. Poprawia też stosunki wodne, ograniczając szybkość wiatru i zwiększając wilgotność powietrza, ogranicza erozję wietrzną i wodną, sprzyja lepszemu rozłożeniu pokrywy śnieżnej, opóźnia topnienie śniegu przez co powoduje powolny, równomierny odpływ wód roztopowych (działanie przeciwpowodziowe i retencjonujące wodę). Brzegi rzek i strumieni umocnione systemami korzeniowymi drzew i krzewów są zabezpieczone przed rozmywaniem, przez co zmniejszona jest erozja boczna i ograniczony transport rumowiska do jeziora (ograniczenie zamulania, wypływania stref ujściowych dopływów).

Ryzyko: Niewielkie ryzyko może być związane z potencjalną dostawą rumoszu drzewnego i materii organicznej do jeziora, zwykle jednak jest możliwe do minimalizacji, a korzyści ekologiczne z obecności rumoszu są przeważające. Niewielki wpływ negatywny dotyczy przedostawania się do jeziora opadających liści, zwiększających zanieczyszczenie materią organiczną. Większość liści pozostaje jednak w zadrzewieniu lub w strefie litoralu, gdzie pozytywnie wpływa na różnorodność fauny dennej bezkręgowców. Minimalizowanie wpływu może polegać na wprowadzaniu do zadrzewień gatunków o liściach trudniej ulegających biodegradacji, np. dębów, buka lub formowanie pasów ochronnych składających się z kęp drzew i krzewów oraz trwałej roślinności zielnej.

Wymagania i koszty: Wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu jeziora i/lub cieków lub umowy z właścicielem gruntu. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Rolnik zakładający pas ochronny może uzyskać dofinansowanie na działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne, objęte Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020. Koszty zależą od liczby sadzonych drzew, formy sadzonek, zastosowanych technik, zwykle od niemal zerowych (przesadzane siewki z odnowienia naturalnego przez wolontariuszy) do 50 tys. zł/ha, 50 tys. zł/km linii brzegu.

Przykład: Liczne zadrzewienia można zobaczyć w okolicy Turwi pod Czempiem w Wielkopolsce. Najstarsze, zakładane przez właściciela majątku w Turwi gen. Dezyderego Chłapowskiego w XIX w., najmłodsze, kilkuletnie – założone przez pracowników Instytutu Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu.

JD2 – Zastosowanie fitobarier (stref sedymentacyjno-biofiltracyjnych) w obrębie misy jeziornej i na odcinkach ujściowych cieków do jeziora

Opis: Wprowadzenie fitobarier w formie nasadzeń gatunków oczeretowych w litoralu, w miejscach intensywnego spływu wód deszczowych ze zlewni, przy ujściu strumyków i wylotów kanalizacji deszczowej w obrębie misy jeziornej. W strefie dopływów mogą to być specjalnie zaprojektowane i wykonane strefy sedymentacyjno-biofiltracyjne. Najczęściej wykorzystywanymi gatunkami roślin jest trzcina pospolita, pałka szerokolistna i wąskolistna, manna mielec, jeżogłówka gałęzista, w płytkiej wodzie także pospolite gatunki turzyc rozłogowych. Strefa sedymentacyjna może być oddzielona od biofiltracyjnej gabionami wypełnionymi kruszoną skałą dolomitową. Do podczyszczenia wód deszczowych odprowadzanych punktowo można również zastosować specjalnie zaprojektowane oczyszczalnie hydrobotaniczne, w tym oczyszczalnie trzcinowe, jednak wymagają one zbudowania zbiornika retencyjnego, zapewniającego równomierny przepływ wód opadowych przez oczyszczalnię. Funkcję tę mogą pełnić również naturalne strefy bagienne (*wetlandy*), położone w sąsiedztwie jeziora. W przypadku dopływów sinic z wyżej położonego jeziora możliwe jest założenie w strefie ujściowej dopływu kurtyny z worków rozłogowych, wypełnionych słomą jęczmienną (naturalny algistat) lub pływaków wysp makrofitowych.

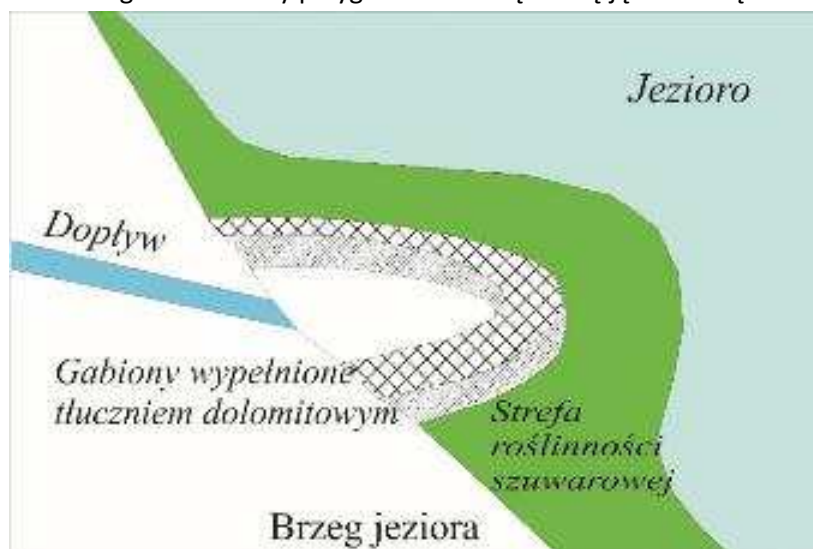
Więcej informacji:

- Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Dondajewska R. i in. 2018. Nature-based solutions for protection and restoration of degraded Bielsko Lake. *Ecohydrology & Hydrobiology* 18, 4: 401-411.

Zastosowanie i korzyści: Fitobariery zapewniają sedymentację wnoszonych zawieszin mineralnych i organicznych oraz pobieranie związków biogennych z przepływającej wody przez wprowadzoną roślinność wodną i oczeretową. Ich umieszczenie w miejscach zwiększonego spływu powierzchniowego ze zlewni do jeziora ma za zadanie zmniejszyć obciążenie wód jeziornych zanieczyszczeniami obszarowymi. Duże stężenia związków biogennych (zwłaszcza mineralnych form azotu) wnoszą rowy melioracyjne z pól uprawnych. Ujściowy fragment rowu należy obsadzić manną mielec, która pobierając związki biogenne produkuje dużą biomasę. Wskazane jest jej koszenie dwukrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego i usuwanie poza zlewnię. Ujście rowu powinno kończyć się przed strefą litoralu, by jego wody swobodnie rozlewały się w strefie szuwaru niskiego (turzycowego) i przepływały do strefy szuwaru wysokiego (oczeretowego). W przypadku braku roślinności w litoralu, należy ją wprowadzić wiosną w postaci sadzonek lub fragmentów kłaczy, sadząc w rozstawie 0,5 x 0,5 m. Strefy sedymentacyjne wydzielone gabionami ze skałą dolomitową mają za zadanie zintensyfikować sedymentację wnoszonych zawieszin, które muszą być regularnie usuwane po osiągnięciu miąższości 15 cm. Zawiesiny zatrzymywane są też na drodze filtracji w trakcie przepływu przez gabiony. Dwutlenek węgla obecny w wodzie rozpuszcza skałę, a zawarte w wodzie fosforany reagują z jonami wapnia i magnezu, tworząc nierozpuszczalne fosforany. Pobieranie biogenów z wody dokonuje się głównie w strefie biofiltracyjnej, porośniętej przez roślinność wynurzoną i zanurzoną, rosnącą na zewnątrz strefy sedymentacyjnej. Kurtyny z worków roslinowych, wypełnionych słomą jęczmienną montuje się w strefie ujściowej dopływów, wnoszących sinicowy zakwit wody z innego jeziora. W trakcie rozkładu słomy przez bakterie i grzyby wydzielane są do wody produkty przemiany materii (w tym wiele związków fenolowych), które pełnią rolę algistatyków. Szczególnie wrażliwe na nie są sinice, dzięki czemu jako pierwsze ustępują z przepływającej wody. Kurtyny rozmieszcza się późną wiosną, tuż przed pojawieniem się sinicowego zakwitów wody w dopływie i zdejmuje się jesienią, po ustąpieniu zakwitów. Każdego roku należy przygotować nową słomę jęczmienną.



Rysunek 60. Przykład konstrukcji strefy sedymentacyjnej.

Rys. Ryszard Gołdyn.

Ryzyko: W przypadku wystąpienia bardzo intensywnego opadu deszczu możliwe jest podtopienie okolicznych działek, dlatego strefy sedymentacyjno-biofiltracyjne należy sytuować z dala od zabudowy, najlepiej w ujściowym odcinku dopływu lub w płytkim litoralu jeziora.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Utworzenie strefy sedymentacyjno-biofiltracyjnej w pobliżu ujścia kanału wnoszącego wody deszczowe lub dopływu obciążonego wodami deszczowymi wymaga posiadania odpowiednio dużej działki. Należy przewidzieć by objętość takiej strefy zapewniała czas retencji wód wynoszący minimum 12 h, co pozwoli na zatrzymanie większych zawiesin w części sedymentacyjnej oraz przechwycenie drobniejszych zawiesin i częściową inaktywację rozpuszczonych form związków biogenych w części biofiltracyjnej. Powierzchnia strefy w stosunku do powierzchni odwadnianej zlewni powinna wynosić 1-2%. W przypadku planowania działania polegającego na tworzeniu fitobarier w obrębie misy jeziornej (poza odcinkami ujściowymi cieków), działanie należy zaplanować w ramach JP3. Koszty utworzenia strefy zależne są od jej wielkości, potrzeby zaangażowania ciężkiego sprzętu, wielkości strefy biofiltracyjnej i ilości użytych sadzonek roślin. Ponieważ istniejące strefy są nieliczne, często mają charakter eksperymentalny, trudno jest jednoznacznie określić koszty ich utworzenia; można jednak oczekiwać kosztów rzędu 1400 euro/ha.

Przykłady: System sedymentacyjno-biofiltracyjny na rzece Sokołówce w Łodzi, na Strudze Gnieźnieńskiej przed ujściem do jeziora Jelonek w Gnieźnie (Szklarek i in. 2018), na Rowie Żłotnickim przed ujściem do Jeziora Strzeszyńskiego w Poznaniu.



Fotografia 55. System sedymentacyjno-biofiltracyjny na Strudze Gnieźnieńskiej, przed jej ujściem do jeziora Jelonek w Gnieźnie.

Fot. Ryszard Gołdyn.

JD3 – Kształtowanie stref buforowych z roślinności strefy litoralnej

Opis: Strefy buforowe z roślinności szuwarowej tworzy się w obrębie płytkiego litoralu i/lub w strefie podmokłego obrzeża jezior, pozbawionego roślinności. Wprowadzenie roślinności odbywa się przez przeniesienie roślin lub ich kłaczy z innych fragmentów linii brzegowej lub posadzenie gotowych sadzonek.

Więcej informacji: Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.

Zastosowanie i korzyści: Strefy buforowe stosuje się dla ograniczenia spływu biogenów i zawiesin ze zlewni bezpośredniej jeziora, co zmniejsza obciążenie zewnętrzne jezior, przyczyniając się do obniżenia tempa ich eutrofizacji. Ważne szczególnie w strefie brzegowej jezior, gdzie tereny

użytkowane rolniczo dochodzą bardzo blisko linii brzegowej, jak również wzdłuż brzegów z nasiloną, niezorganizowaną rekreacją, powodującą niszczenie naturalnej roślinności przybrzeżnej i litoralowej. Kształtowanie płątów nieużytkowanej roślinności na styku lądu i jeziora, zwanych strefami ekotonowymi, ma znaczenie dla zwiększenia różnorodności biologicznej, w tym zapewnia miejsca rozwoju gatunków pożytecznych dla rolnictwa. W sezonie wegetacyjnym ogranicza odpływ wody ze zlewni, przyczyniając się do zmniejszenia skutków suszy. W przypadku ujęć na takim odcinku niewielkich rowów melioracyjnych wymagane jest ich poszerzenie przed linią brzegową jeziora, co spowoduje spowolnienie przepływu wody i jej rozlanie na większej powierzchni. Obsadzenie tej strefy mianą mielec a w głębszej wodzie trziną spowoduje dalsze spowolnienie przepływu, wytrącenie zawiesin i pobranie biogenów przez roślinność.

Ryzyko: W przypadku nisko położonych fragmentów zlewni może dojść do ich podtopienia, szczególnie w okresie wiosennych roztopów i po ulewnych deszczach. Należy wówczas utworzyć tam teren podmokły, rezygnując z użytkowania rolniczego.

Wymagania i koszty: Teren powyżej linii brzegowej jeziora może stanowić własność prywatną, więc utworzenie strefy buforowej może wymagać wykupienia go lub umowy z właścicielem gruntu. Obsadzenie go trziną najlepiej przeprowadzić wiosną (w pierwszych dniach maja), wykorzystując ścięte młode pędy trziny w innych częściach litoralu jeziora. W tym okresie pędy te dobrze się ukorzeniają, nie wymagając dodatkowych zabiegów pielęgnacyjnych. W innym okresie wymagane jest sadzenie kłaczy lub gotowych sadzonek trziny. Niskokosztową inwestycją jest odgrodzenie terenu strefy buforowej, umożliwiające naturalną sukcesję roślinności szuwarowej. Średni koszt utworzenia strefy jest rzędu 1000 euro/ha.

Przykłady: Strefy buforowe nad Zbiornikiem Sulejowskim utworzone przez Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN w Łodzi, strefa buforowa nad zbiornikiem w Rogaczewie, utworzona przez Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu.

JD4 – Bariery denitryfikacyjne

Opis: Są to sztuczne bariery w formie wykopów równoległych do brzegów jezior, wypełnionych substratem organicznym. Sytuuje się je w miejscach intensywnego odpływu azotanów ze zlewni do jezior, zarówno ze spływem powierzchniowym, jak i z wodami pierwszego poziomu wód gruntowych. Wykop musi sięgać wód gruntowych, najczęściej ma głębokość 1-1,5 m, szerokość 1 m. Wypełnia się go najczęściej trocinami sosnowymi, kompostem z liści, słomą, korą drzew, węglem brunatnym lub mieszanką tych substratów. Substrat organiczny powinien stanowić ok. 30% wypełnienia wykopu, dlatego przed zasypianiem należy go wymieszać z ziemią pochodzącą z wykopu.

Więcej informacji: Izydorczyk K. i in. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych. Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN, Łódź.

Zastosowanie i korzyści: Bariery denitryfikacyjne stosuje się w celu ograniczenia dopływu azotanów do jezior, dlatego sytuowane są na odcinkach brzegów sąsiadujących z uprawami rolniczymi, w których wykorzystywane są duże dawki nawozów azotowych. Ponieważ azotany są dobrze rozpuszczalne, ich odpływ z pól jest bardzo intensywny, często przekraczając 50% używanych dawek nawozów. Bariera denitryfikacyjna po wpracowaniu usuwa 65-96% azotanów. Może być również wykorzystywana do usuwania azotanów odpływających ze składowisk obornika lub sytuowana pod składowiskiem – chroniąc wody gruntowe przed dopływem azotanów. Działanie wchodzące w program naprawczy dla zbiornika wodnego może zostać powiązane z działaniem JP3.

Ryzyko: Jeżeli bariera utworzona jest w roku o dużej ilości opadów i wysokim poziomie wód gruntowych, może być zbyt płytka i źle spełniać swą rolę w tzw. latach suchych, ze względu na obniżenie się poziomu wód gruntowych poniżej dna bariery.

Wymagania i koszty: Przewidując lata suche należy dostosować głębokość wykopu do zmiennego poziomu wód gruntowych. Bariera cechuje się dużą trwałością. Istniejące bariery świadczą o tym, że efektywność ich działania pozostaje wysoka przez minimum 15 lat, a obliczenia wskazują, że zawartość węgla organicznego dla bakterii odpowiedzialnych za proces denitryfikacji powinno wystarczyć na 66 lat. Koszty tworzenia bariery zależą od głębokości wykopu i związane są z użyciem koparki, dowiezieniem substratu organicznego, zasypaniem go do wykopanego rowu, ubiciem, przysypaniem ziemią i wyrównaniem terenu. Wymaga to zgody właściciela działki, ale nie wymaga jej wykupienia, gdyż nie przeszkadza w dalszym korzystaniu rolniczym z terenu zajętego przez barierę.

Przykład: poligon demonstracyjny Barkowice Zatoka nad Zbiornikiem Sulejowskim. Bariera denitryfikacyjna została wykonana przez Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN w Łodzi, w ramach projektu LIFE+ EKOROB (www.ekorob.pl).

JD5 – Modyfikacje zarządzania wodą, w celu eliminacji antropogenicznych zniekształceń przepływu

Opis: Działanie to polega na zapewnieniu otwarcia jazów lub innych urządzeń piętrzących przez większość czasu, w celu dążenia w jak największym stopniu do unaturalnienia reżimu przepływu przez obiekt. Jeśli jest to niemożliwe ze względu na nadrzędny cel piętrzenia wody (retencjonowanie wody do nawodnień rolniczych, ujęć komunalnych), powinno się gospodarowanie wodą w jeziorze dostosować do naturalnej zmienności reżimu hydrologicznego (generowanie przepływów ponadkorytowych w rzece poniżej jeziora, unikanie nagłych zrzutów wody w okresach niżówkowych, unikanie zrzutów wód krytycznych dla ryb i ptaków, zapewniając najwyższy stan wód w jeziorze wiosną, najniższy późnym latem lub jesienią, niższy od wiosennego o minimum 0,5 m).

Więcej informacji: Gołdyn R. - Wpływ podpiętrzenia wód na procesy ekologiczne w jeziorach służących jako zbiorniki retencyjne. W: Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty na ekosystemach (red. Z. Kajak). Wyd. SGGW-AR 1990, 50, cz.2: 125-163.

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie drożności cieków dla organizmów wodnych. Odtworzenie hydromorfologicznej roli przepływów wysokich i niskich. Ochrona gatunków korzystających z niskich stanów wód. Ochrona wód śródzieżerza przed dopływem biogenów ze strefy podpiętrzonego brzegu jeziora, narażonego na zamieranie podtopionej roślinności lądowej i intensywną mineralizację materii organicznej.

Ryzyko: Zbyt wczesne rozdysponowanie wody w latach suchych może spowodować nadmierne obniżenie poziomu wody późnym latem lub jesienią.

Wymagania i koszty: Konieczne jest przygotowanie szczegółowych dyspozycji rozrządu wody na urządzeniu piętrzącym, indywidualnych dla każdego piętrzenia, obejmujących stany wód niezbędne do utrzymania w kolejnych miesiącach.

Przykłady: Jaz na zbiorniku Wonieść, piętrzącym wody Jeziora Wonieskiego i Jeziora Jezierzycznego w powiecie Kościan.

JD6 – Wykluczenie użytkowania rekreacyjnego brzegów o podłożu organicznym

Opis: Użytkowanie rekreacyjne terenów o podłożu organicznym niszczy szatę roślinną, przyczynia się do erozji wodnej i spływu biogenów i związków organicznych do toni wodnej, eutrofizując i zanieczyszczając jezioro. Z tego względu plaże, kąpieliska i innego rodzaju działalność rekreacyjną

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

należy koncentrować na brzegach o podłożu mineralnym, jednak nie w miejscach, gdzie brzeg jeziora stanowi skarpa o dużym nachyleniu. Jeżeli brak jest nad jeziorem dogodnego miejsca do utworzenia kąpieliska o podłożu mineralnym, możliwe jest zamontowanie sztucznego basenu kąpielowego w większej odległości od brzegu, gdzie głębokość wody uniemożliwia mączenie osadów dennych. Wokół basenu powinien być odpowiednio szeroki pomost, zapewniający możliwość plażowania dla ludzi korzystających z kąpeli w basenie. Basen taki powinien być połączony z lądem pomostem, zapewniającym bezpieczny dostęp do basenu ludzi wypoczywających. Pomost powinien kończyć się w takiej odległości od brzegu, by zapewnić zejście na podłoże mineralne.



Fotografia 56. Nieprawidłowe zakładanie plaży na grząskim brzegu, poprzez zasypywanie piaskiem.

Więcej informacji: Szyper H. 1983. Zagrożenie jezior przez turystykę i rekreację, Biuletyn IKŚ, 7–8, RX, Warszawa.

Zastosowanie i korzyści: Planowanie wykorzystania rekreacyjnego jezior musi uwzględniać zapobieganie eutrofizacji wód poprzez uniemożliwienie erozji gleb organicznych i zanieczyszczaniu jeziora biogenami i materią organiczną. W przypadku już istniejącej zabudowy rekreacyjnej jezior, należy kanalizować ruch ludzi wypoczywających nad jeziorem w miejsca o możliwie najmniejszym negatywnym wpływie na jakość wód, a więc na płaskie lub lekko nachylone tereny o podłożu mineralnym. Jeżeli pomiędzy plażą i kąpieliskiem a innymi terenami rekreacyjnymi znajduje się teren o dużym nachyleniu, konieczne jest zaprojektowanie i wykonanie wygodnych schodów z poręczami, zapewniającym bezpieczne zejście oraz odgródzenie skarpy, uniemożliwiające bezpośrednie schodzenie po niej.

Ryzyko: Jeziora miejskie lub położone w pobliżu większych aglomeracji są narażone na silną presję związaną z rekreacyjnym wykorzystaniem jezior i terenów nadbrzeżnych. Prowadzi to do niszczenia szaty roślinnej w litoralu i na obrzeżu jezior, erozji gleb i zwiększonego spływu zanieczyszczeń przestrzennych. Atrakcyjne zagospodarowanie rekreacyjne jezior stwarza zagrożenie przyciągnięcia większej liczby ludzi niż wynosi chłonność turystyczna tych terenów.

Wymagania i koszty: Odpowiednie przygotowanie terenów rekreacyjnych nad jeziorami jest obowiązkiem miejscowych władz administracyjnych. Powinny one zadbać o bezpieczne korzystanie z jezior i terenów położonych w ich sąsiedztwie, zarówno w stosunku do wypoczywających ludzi, jak i przyrody, w tym stanu hydromorfologicznego jeziora, przekładającego się na ich stan ekologiczny. Koszty zagospodarowania rekreacyjnego danego jeziora zależą bardzo silnie od lokalnych warunków geomorfologicznych i glebowych oraz ilości ludzi korzystających z danego terenu, więc muszą być ustalane indywidualnie dla każdego jeziora. Przykładowo realizacja plaży miejskiej wraz z kąpieliskiem

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

nad Jeziorem Durowskim w Wągrowcu została zaplanowana na 12 mln. zł. Samo wykluczenie części brzegu z wykorzystania rekreacyjnego jest działaniem bezkosztowym.

Przykład: Zagospodarowanie rekreacyjne terenów nad Jeziorem Durowskim w Wągrowcu <https://wagrowiec.naszemiasto.pl/tak-bedzie-wygladala-plaza-nad-jeziorem-durowskim-zdjecia/ar/c1-7403980>.

JD7 – Dopuszczenie organizowania nowych kąpielisk i miejsc przeznaczonych do kąpeli w pobliżu odpływu wody z jeziora, korzystając z terenu o glebie mineralnej

Opis: Dzięki lokalizacji kąpieliska wraz z plażą i zapleczem rekreacyjnym w pobliżu wypływu wody z jeziora powstające zanieczyszczenia w wyniku kąpeli (związki biogenne, zawiesiny), w dużej części usuwane są poza jezioro.

Więcej informacji: Szyper H. 1983. Zagrożenie jezior przez turystykę i rekreację, Biuletyn IKŚ, 7–8, RX, Warszawa.

Zastosowanie i korzyści: Działanie to ma na celu zapobieganie eutrofizacji wód w jeziorach wykorzystywanych dla celów rekreacyjnych, szczególnie przy planowaniu nowej lokalizacji kąpieliska. W pobliżu wypływu dno jeziora zwykle opada łagodnie, stwarzając korzystne miejsce dla kąpieliska. Plaża w pobliżu kąpieliska powinna być trawiasta, co utrudnia erozję powierzchniową i spływ zanieczyszczeń.

Ryzyko: W pobliżu wypływu brzeg jeziora często ma gleby organiczne, co wyklucza możliwość lokalizacji plaży. Ponieważ litoral jest w tych miejscach zwykle płytki i rozległy, nie ma też możliwości zlokalizowania pływającego basenu kąpielowego. Takie miejsca należy wykluczyć z użytkowania rekreacyjnego.

Wymagania i koszty: Zbliżone do wymagań określonych w JD6.

Przykład: Plaża w Skorzęcinie nad Jeziorem Niedźmiegiel.

JT1 - Likwidacja umocnień brzegów

Opis: Brzegi jezior sąsiadujących z obszarami miejskimi są często w całości (promenada) lub częściowo (odcinki ujściowe rzek, podpory pomostów, mariny) umocnione przy pomocy opasek brzegowych betonowych, okładzin szczelnych kamiennych czy ostróg. Elementy te uniemożliwiają naturalne funkcjonowanie strefy litoralu w jeziorze, poważnie zmniejszając jego rolę siedliskotwórczą. W rezultacie obszary te cechują się niską różnorodnością biologiczną. Ograniczenie wpływu falowania na strefę brzegową może być rozwiązane za pomocą bardziej naturalnych materiałów, typu kamień (tzw. narzut kamienny), drewno, faszyna. Brzeg jeziora wzdłuż którego utrzymywana jest strefa buforowa w postaci zadrzewień i zakrzewień nie powinien w ogóle podlegać umocnieniom sztucznym. Naturalnym umocnieniem brzegu będą w takiej sytuacji korzenie porastających brzeg drzew, tzw. umocnienie biologiczne. Brak innego rodzaju umocnienia umożliwi odtworzenie strefy litoralu, w tym roślinności szuwarowej.

Więcej informacji: Jędryka E. 2007, Budowle wodne z naturalnych materiałów, Woda-Środowisko- Obszary Wiejskie 7,2b: 55-74.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 57. Fragment brzegu jeziora umocnionego kiską faszynową.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

Zastosowanie i korzyści: Likwidacja umocnień brzegowych wykonanych z betonu czy szczelnych ścianek kamiennych ma na celu inicjację spontanicznego odtwarzania się zróżnicowanego brzegu. Odtwarzanie to może być wspomagane nasadzeniami roślin szuwarowych w płytkim litoralu.

Ryzyko: Na terenach zurbanizowanych likwidacja umocnień brzegowych może być słabo akceptowana społecznie, z uwagi na obniżenie walorów krajobrazowych, związane z brakiem otwartej przestrzeni (rozwój szuwaru). W takiej sytuacji należy przewidzieć przygotowanie ścieżek spacerowych wzdłuż brzegu oraz bezpiecznych pomostów, zapewniających widok na otwartą toń wodną. Niewątpliwym jest pozytywny wpływ likwidacji umocnień brzegowych na jakość wód i siedlisk, a więc również na usługi ekosystemowe jeziora. Wpływ na ryzyko powodziowe jest niewielki.

Wymagania i koszty: Likwidacja umocnień brzegowych powinna obejmować brzegi jezior umocnione betonem lub szczelnymi ściankami kamiennymi. Występują one z reguły na terenach zurbanizowanych (brzeg miasta sąsiadujący z jeziorem, wzdłuż którego lokalizowana jest często promenada spacerowa) lub ze zorganizowaną rekreacją (ośrodki wypoczynkowe). Działanie może wymagać własności gruntu lub porozumienia z jego właścicielem. Koszt usunięcia umocnień zależy od warunków lokalnych i typu umocnienia, średnio jest szacowany na ok. 20 euro/m².

Przykład: Jezioro Ławiczka (woj. zachodniopomorskie) – przebudowa strefy ujściowej rzeki Białej na terenie miasta Biały Bór, polegająca na usunięciu umocnień betonowych i wykonaniu umocnień z kamienia.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 58. Strefa ujściowa rzeki Białej z jeziora Ławiczka przed (po lewej) i w trakcie (po prawej) renaturyzacji polegającej na usunięciu umocnień wykonanych z betonu.

Fot. R. Dondajewska-Pielka.

JT2 – Przebudowa umocnień brzegów na bardziej naturalne

Opis: Zastępowanie umocnień technicznych brzegu przez umocnienia biotechniczne i biologiczne (wykorzystanie w ścieli faszynowej świeżych gałęzi wikliny - umocnienie biotechniczne; tamy podłużne i ostrogi z koroną zdolną do porostu wikliną; obsadzenie wikliną i olchą czarną jako bioumocnienia). W płytkim litoralu wzdłuż umocnionego brzegu należy posadzić niską roślinność wynurzoną (manna mielec, tatarak, łaczeń baldachowaty, jeżogłówka, strzałka wodna, kosaciec żółty), by zapewnić ochronę brzegu przed erozyjnym działaniem fal, jednocześnie nie ograniczając widoku z brzegu na jezioro.

Więcej informacji: Por. działanie T9 w katalogu działań dla rzek (rozdz. 3.3).

Zastosowanie i korzyści: Poprawa siedlisk dla organizmów wodnych przy zachowaniu funkcji umocnienia brzegu. Wskazane jest zróżnicowanie zastosowanego substratu i sadzonych gatunków wierzb, by zwiększyć różnorodność gatunkową. Jeśli umocnienia betonowe miały charakter promenady, połączonej z infrastrukturą umożliwiającą wypoczynek, trzeba przewidzieć w pobliżu brzegu ścieżkę spacerowo-rowerową z ławkami i pomostami prowadzącymi ze ścieżki w jezioro, poza pas roślinności wynurzonej. Pomost powinien mieć kształt litery T, z poprzeczną częścią od strony lustra wody. Pomosty powinny być oddalone od siebie w odległości ok. 50 m. Pomosty mają zapewnić bliższy kontakt z jeziorem dla ludzi wypoczywających w jego pobliżu. Wskazane jest posadzenie w pobliżu kolejnych pomostów innych gatunków roślin, dbając nie tylko o wpływ na bioróżnorodność ale również zapewniając funkcję dydaktyczną.

Ryzyko: W przypadku brzegu nawietrznego i większych jezior trzeba liczyć się z abrazyjną działalnością fal. Wskazane jest wówczas zastosowanie narzutu kamiennego (kamień polny o zróżnicowanej wielkości, jednak o średnicy nie mniejszej niż 0,3 m). Między kamieniami można posadzić kępowo wierzbę szarą i wiciową, a między kępami wierzb wymienione wyżej gatunki szuwarowe.

Wymagania i koszty: Działanie to wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu jeziora. W przypadku wąskich działek do realizacji działania może być konieczne pozyskanie gruntu. Średni koszt działania oszacowano na poziomie 100 euro/m².

Przykłady: Południowy brzeg jeziora Rusałka w Poznaniu, miejscami umocniony kamieniami, fragmenty z faszyną, kępy wierzb i innych krzewów (kalina, czerecha) pojedyncze drzewa olchy czarnej i roślinność szuwarowa w płytkim litoralu. Niestety nie wykonano pomostów lecz stanowiska wędkarskie z brzegu. Wzdłuż linii brzegowej w odległości 10-20 m ścieżka szutrowa, pieszo-rowerowa, z ławkami i koszonymi trawnikami obok (miejsca piknikowe).

JT3 – Likwidacja lub „odsuvanie” wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych

Opis: Całkowita lub częściowa rozbiórka wałów umożliwia wylewy z jeziora lub przyujściowego odcinka dopływu. Może wymagać budowy nowych wałów, bardziej oddalonych od brzegu jeziora lub rzeki, w celu zachowania ochrony powodziowej ("odsuvanie wałów").

Więcej informacji: Por. działanie T13 w katalogu działań dla rzek (rozdz. 3.3).

Zastosowanie i korzyści: Działanie ma na celu przywracanie zalewów terenów nadjeziornych. Sprzyja to spowolnieniu odpływu wód, a więc zwiększa naturalną retencję w zlewni. Ma znaczenie w ochronie powodziowej oraz przeciwdziałaniu skutkom suszy. W odcinkach ujściowych dopływów jezior sprzyja odtwarzaniu delt rzecznych. Umożliwia zachodzenie procesów roztokowania w odcinkach ujściowych cieków, zwiększając retencję wody w dolinie rzecznej. W estuariach powoduje przywracanie naturalnych procesów, odtwarzanie siedlisk dla zagrożonych gatunków fauny i flory, umożliwienie rozwoju charakterystycznych zbiorowisk roślinnych. Teren na którym przywracane są wylewy wymaga zmiany zagospodarowania na formy odporne na zalewanie (użytki zielone, lasy łęgowe lub olsy, tereny podmokłe, nieużytkowane gospodarczo).

Ryzyko: Oczwistą konsekwencją działania będzie okresowe zalewanie terenów wcześniej chronionych przez likwidowany lub odsunięty wał, są to jednak zawsze konsekwencje przewidywalne i planowane. Mimo generalnie korzystnych oczekiwanych efektów środowiskowych, działanie oznacza stosunkowo silną ingerencję w środowisko i jego przekształcenie, wymaga więc starannej wcześniejszej analizy pod kątem oddziaływania np. na siedliska przyrodnicze, rośliny, zwierzęta i elementy dziedzictwa kulturowego.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga starannego zaplanowania. Zwykle najpierw ujmowane jest w Planie Zarządzania Ryzykiem Powodziowym bądź w planach ochrony dla obszarów chronionych. Realizacja wymaga albo wykupienia lub wywłaszczenia gruntów, które znajdują się w obszarze zalewowym albo uzgodnień z ich właścicielami. Koszt działania zależy od warunków lokalnych, zwykle jest wysoki, rzędu 250-2000 euro/m. Znacznie zwiększa go potrzeba budowy alternatywnego wału, gdy jest potrzebny dla utrzymania ochrony przeciwpowodziowej, zwłaszcza gdy przenieść trzeba także urządzenia wodne (przepusty wałowe, przepompownie).

Przykład: Cztery fragmenty wałów zostały rozebrane nad jeziorem Gardno w Słowińskim Parku Narodowym (oddział 142), dla poprawy stanu siedlisk ptaków wodno-błotnych.

JT4 – Likwidacja przegród poprzecznych

Opis: Działanie dotyczy przegród niepełniących obecnie istotnych funkcji, ani w zakresie środowiskowym ani korzystania z wód. Dotyczy to głównie przegród lokalizowanych na odpływie wód z jeziora. Przegrody samych jezior pełnią zwykle ważne funkcje gospodarcze (trasa linii kolejowej, drogi itp.) więc nie mogą być likwidowane ze względu na nadrzędny interes społeczny.

Więcej informacji: Por. działanie T16 w katalogu działań dla rzek (rozdz. 3.3)

Zastosowanie i korzyści: Odtworzenie ciągłości biologicznej i hydromorfologicznej, umożliwienie swobodnej migracji organizmów wodnych i transportu osadów. Likwidacja przegrody zwiększa amplitudę wahań stanów wody w jeziorze, co pozytywnie wpływa na jakość wody. Odtworzony naturalny reżim zmian poziomu wody zmniejsza obciążenie śródziejorza związkami biogennymi i materią organiczną, wymywanymi ze strefy płytkiego litoralu, w przypadku utrzymywania się wysokiego stanu wód w lecie. Działanie dotyczy istniejących, ale nieużytkowanych przegród

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

związanych z dawnym poborem wody do nawodnień rolniczych, napełniania stawów rybnych, pracą urządzeń np. młynów wodnych.

Ryzyko: W przypadku małego zasilania jeziora lub poboru wody bezpośrednio z jeziora lub z wód gruntowych w zlewni bezpośredniej istnieje ryzyko nadmiernego obniżania się stanu wód w jeziorze w lecie po zlikwidowaniu przegrody. W takim przypadku korzystne jest pozostawienie naturalnego progu w korycie wypływającej rzeki (wykonanego z narzutu kamiennego, gliny lub żwiru), który utrzymywał będzie minimalny poziom jeziora na założonej rzędnej. W przypadku różnicy poziomów na likwidowanym urządzeniu piętrzącym większym od 0,5 m należy zastąpić je bystrzem (działanie JT5).

Wymagania i koszty: Konieczne jest uzyskanie pozwolenia wodno-prawnego na usunięcie przegrody. Koszty uzależnione są od wielkości i charakteru przegrody, szacunkowo ok. 1000 euro/m².

Przykład: Rozebrane urządzenie piętrzące na wypływie z Jeziora Uzarzewskiego na rzece Cybinie. Ograniczeniem nadmiernego obniżenia się poziomu wody jest przepust drogowy na odpływającej Cybinie w postaci dwóch rur o średnicy 1 m.



Fotografia 59. Nieczynna zastawka na wypływie z jeziora.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

JT5 – Przebudowa przegród poprzecznych

Opis: W miejscu likwidowanych niepotrzebnych piętrzeń wody wypływającej z jeziora, jeśli różnica poziomu na urządzeniu piętrzącym wynosiła ponad 0,5 m, należy wykonać bystrze z narzutu kamiennego, zapewniające drożność rzeki dla organizmów wodnych, a ograniczające nadmierny odpływ wody z jeziora i zmniejszający jej energię. Dzięki temu nie dochodzi do erozji dennej, która mogłaby doprowadzić do nadmiernego obniżenia poziomu wody w jeziorze. Spadek bystrza powinien być niewielki: 1:10-1:30. Tylko w przypadku większych różnic poziomu wody (do 2 m) spadek może być większy, np. 1:5. Wówczas kamienie użyte do jego budowy powinny mieć większą średnicę: 1-1,2 m.

Więcej informacji: Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych, Ministerstwo Środowiska 2018.

Zastosowanie i korzyści: Zamiana piętrzenia jeziora na bystrze pozwala odtworzyć ciągłość biologiczną rzeki i jeziora, co ma wpływ na organizmy migrujące, przede wszystkim ryby. Pozwala także utrzymać założony minimalny poziom wody w jeziorze, gdyż ogranicza erozję denną w korycie rzeki. Pozwala na zachowanie naturalnego reżimu zmian stanu wody w cyklu rocznym i wieloletnim, co ma pozytywny

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

wpływ na jakość wody, a więc może przyczynić się do osiągnięcia celu środowiskowego. Przeciwdziała skutkom suszy, gdyż uniemożliwia nadmierne obniżenie się stanu wody w jeziorze, dzięki czemu zapewnia wyższy poziom wód gruntowych w zlewni bezpośredniej jeziora. Działa też przeciwpowodziowo, gdyż zapewniając odpowiednio dużą retencję wody w jeziorze, spłaszcza falę powodziową.

Ryzyko: W przypadku długich okresów posusznych może dojść do przerywania ciągłości rzeki i jeziora na skutek obniżania się poziomu wody w jeziorze. Zwykle jednak dochodzi do takich przypadków gdy jezioro znajduje się w górnej części zlewni i wypływający ciek jest niewielki, niemający większego znaczenia dla migracji ryb i innych organizmów wodnych.

Wymagania i koszty: Działanie wymaga uzyskania pozwolenia wodno-prawnego, a także dysponowania gruntem lub umowy z jego właścicielem. Koszt zależy od typu i wielkości przegrody, a także od zastosowanej techniki. Średni szacowany koszt jest rzędu 50 tys. euro/sztukę.

Przykład: Dobrym przykładem mogą być bystrza wykonane na rzekach podkarpackich (por. przykłady w Ministerstwo Środowiska (2018)). Bardzo funkcjonalne bystrze wykonane zostało również na rzece Cybinie w Poznaniu.



Fotografia 60. Bystrze w ciągu rzeki Cybiny w Poznaniu.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

JT6 – Częściowe udrażnianie przeszkód poprzecznych

Opis: Udrażnianiem piętrzeń na rzekach wypływających z jeziora jest budowa przepławki dla ryb i innych organizmów wodnych. Wielkość i rodzaj przepławki uzależnione są od wielkości cieku, na którym zbudowano piętrzenie, co wiąże się z wielkością przepływu wody. Zależy również od wielkości (wysokości) wody. Projektowane przepławki są w takich przypadkach rozwiązaniami indywidualnymi, ściśle dostosowanymi do warunków lokalnych. Dobrym rozwiązaniem, bliższym naturze, jest budowa obejść jazów piętrzących, umożliwiających migrację organizmów.

Więcej informacji: Por. działanie T16 w katalogu działań dla rzek (rozdz. 3.3).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Zastosowanie i korzyści: W przypadku, gdy rozebranie urządzenia piętrzącego jezioro nie jest możliwe, należy przywrócić ciągłość rzeki budując przepławkę. Różnorodność istniejących rozwiązań umożliwia dobranie najbardziej odpowiedniego typu i dostosowanie go do lokalnych warunków hydrologicznych i geomorfologicznych. Należy zabezpieczyć odpowiednio silny prąd wabiący na wypływie wody z przepławki, by był on wyraźniejszy niż w głównym korycie rzeki poniżej urządzenia piętrzącego.

Ryzyko: W przypadku piętrzenia jezior znajdujących się w górnej części zlewni, retencjonujących wody wiosenne dla nawodnień rolniczych, przez urządzenie piętrzące odpływa zbyt mała ilość wody, by zasilić przepławkę. W takich przypadkach przepławka będzie funkcjonować tylko w okresach o większych przepływach wody (np. wiosną) oraz w tzw. latach mokrych o większym dopływie wód i mniejszym zapotrzebowaniu ze strony rolnictwa.

Wymagania i koszty: Budowa przepławki wymaga uzyskania pozwolenia wodno-prawnego. Koszt zależy od szczegółów rozwiązania i wielkości obiektu, waha się od kilku tysięcy do kilku milionów euro. Średni szacowany koszt wynosi 400 tys. euro/szt.

Przykład: Przepławka wybudowana przy urządzeniu piętrzącym jezioro Rogoźno na wypływającej rzece Mała Wełna.



Fotografia 61. Widok na jezioro Rogoźno z przepławką po lewej stronie jazu piętrzącego.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka.

JT7 - Likwidacja zbędnych dla racjonalnej gospodarki wodnej lub nielegalnych budowli i urządzeń wodnych

Opis: Zniszczone i zwykle nieużywane budowle i urządzenia, pomosty, punkty zrzutu lub poborów, często nielegalnie zbudowane lub niesprzyjające racjonalnej gospodarce wodnej, stanowią luki w strefie litoralu jezior. Zaburzona struktura tej strefy przestaje pełnić rolę siedliskotwórczą, jednocześnie sprzyjając erozji brzegu. Nie chroni w pełni jeziora przed dopływem zanieczyszczeń ze zlewni. Konstrukcje takie wymagają zatem likwidacji.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 62. Przykład zniszczonego pomostu rekreacyjnego wymagającego likwidacji.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka



Fotografia 63. Wymagające usunięcia pale pozostałe w strefie brzegowej po zniszczonym pomoście.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka

Zastosowanie i korzyści: Celem działania jest poprawa stanu siedlisk przyrodniczych i możliwości rozwoju organizmów. Poprawa struktury strefy litoralu przyczyni się do zwiększenia różnorodności biologicznej.

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie zlewni jest zaniedbywalny. Wpływ na jakość wód i siedlisk, a więc również na usługi ekosystemowe jeziora jest pozytywny. Brak wpływu na ryzyko powodziowe.

Wymagania i koszty: Usunięcia z litoralu jezior wymagają konstrukcje nieużywane i nielegalne, często zniszczone i stanowiące zagrożenie dla osób z nich korzystających. Usunięcia wymagają także pozostające po pomostach drewniane pale. Każdy przypadek wymaga jednak indywidualnego podejścia i szczegółowej analizy biorąc pod uwagę lokalne warunki. Koszt usunięcia umocnień zależy od warunków lokalnych, średnio szacowany jest na 15 euro/m².

Przykład: Jezioro Durowskie – w 2014 r. zlikwidowano kilkadziesiąt starych pomostów wzdłuż południowego brzegu jeziora, usuwając również 260 szt. pali, na których konstrukcje te się wspierały.

JT8 - Likwidacja/odsunięcie zabudowy rekreacyjnej od linii brzegowej jeziora

Opis: Dynamiczny rozwój bazy rekreacyjno-wypoczynkowej powoduje zwiększenie presji na jezioro i jego najbliższą okolicę. Znaczne zagęszczenie ośrodków wypoczynkowych, jak i drobnej zabudowy indywidualnej niesie z sobą nieodwracalne zmiany zarówno na terenach przyległych do jeziora, jak i w samym ekosystemie wodnym. Następuje niszczenie siedlisk oraz związanych z nimi organizmów w strefie ekotonowej na styku ekosystem jeziorny-ekosystem lądowy. Polega ono zarówno na wydeptywaniu i rozjeżdżaniu roślinności (ścieżki, drogi dojazdowe), jej celowym niszczeniu (np. strefy szuwaru celem poprawy wrażeń widokowych, budowy pomostów, tworzenia stanowisk wędkarskich) a także płoszeniu zwierząt (hałas, odpady). Dodatkowym zagrożeniem ze strony zabudowy rekreacyjnej zlokalizowanej w bezpośrednim sąsiedztwie linii brzegowej jeziora jest dopływ zanieczyszczeń płynnych (ścieki) i stałych (odpady), mogących negatywnie oddziaływać na siedliska i organizmy. Zabudowa rekreacyjna powinna zatem być odsunięta od linii brzegowej jezior na bezpieczną odległość, którą określa się na 100 m, zwłaszcza w odniesieniu do zabudowy nielegalnej (brak pozwoleń i zgłoszeń) oraz w stosunku do nowo powstających zabudowań.

Więcej informacji: Szyper H. 1983. Zagrożenie jezior przez turystykę i rekreację, Biuletyn IKŚ, 7–8, RX, Warszawa.

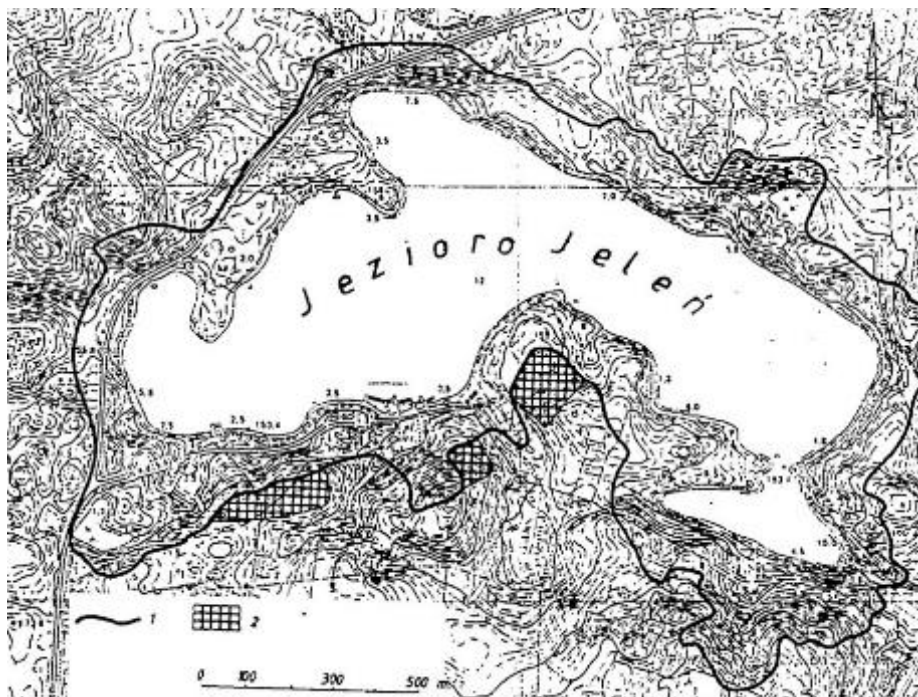
Zastosowanie i korzyści: Wszelkiego rodzaju zabudowania trwałe i okresowe powinny zostać rozebrane i przeniesione poza strefę 100 m od linii brzegowej. Korzystne jest również rozmieszczenie zabudowy wzdłuż drogi prowadzącej do kąpieliska, zamiast sytuowania jej wzdłuż linii brzegowej jeziora. W sąsiedztwie kąpieliska powinny pozostać toalety przenośne (systematycznie opróżniane i czyszczone) lub trwałe (zaopatrzone w szczelne zbiorniki bezodpływowe, także regularnie opróżniane).

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie zlewni jest zanedbywalny. Wpływ na jakość wód i siedliska, a więc również na usługi ekosystemowe jeziora jest pozytywny. Brak wpływu na ryzyko powodziowe.

Wymagania i koszty: Działanie to dotyczy obszarów o istniejącej lub planowanej zabudowie rekreacyjnej. Zakaz budowy nowych obiektów w pasie o szerokości 100 m od linii brzegowej jeziora, zgodny z art. 17 ustawy o ochronie przyrody, może zostać wprowadzony miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Koszt likwidacji lub odsunięcia zabudowy rekreacyjnej od linii brzegowej jeziora zależy od warunków lokalnych, średnio szacowany jest na 15 euro/m².

Przykład: Jezioro Jeleń w Bytowie.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 61. Przykład jeziora Jeleń, gdzie w 1992 r. wyznaczono obszar ochrony jeziora.

1 – zasięg obszaru ochronnego, 2 – strefa, do której przeniesiono domki kempingowe, uprzednio zlokalizowane bezpośrednio nad brzegiem jeziora.

Źródło: Szyper i in. 1994.

JT9 – Odsunięcie ciągów komunikacyjnych poza strefę roślinności buforowej

Opis: Jeziora wykorzystywane rekreacyjnie często wokół linii brzegowej mają ścieżkę spacerowo-rowerową, umożliwiającą tzw. wypoczynek czynny. W przypadku większych jezior taki ciąg komunikacyjny przygotowywany jest jedynie w obrębie miast, ośrodków rekreacyjnych lub plaż. Rozwój rekreacji nad jeziorami powoduje, że ścieżki takie są projektowane i wykonywane w pobliżu nowych odcinków linii brzegowej, a istniejące – są modernizowane, co zwykle polega na ich poszerzeniu, utwardzeniu nawierzchni, wyposażeniu w oświetlenie i ławki. Często w takich przypadkach ścieżkę prowadzi się przez podmokłe tereny nadjeziorne, znajdujące się na glebach organicznych. Aby zapewnić komfort korzystającym z nich ludzi, teren ścieżki podwyższa się i umacnia, a następnie utwardza nawierzchnię asfaltem lub pozbrukiem. Powoduje to przerwanie ciągłości odpływu wody ze zlewni bezpośredniej, zniszczenie naturalnej roślinności i zaburzenie funkcji retencyjnej strefy nadjeziornej oraz negatywny wpływ na procesy zachodzące w litoralu jeziora. Prawidłowe zagospodarowanie strefy nadjeziornej powinno być odsunięte poza (na zewnątrz) pasa gleb organicznych. Wówczas funkcje terenów podmokłych nad brzegiem jeziora nie są ograniczane. W przypadku, gdy nie ma możliwości odsunięcia ścieżki poza obręb gleb organicznych (np. gdy graniczą one ze skarpą), możliwe jest poprowadzenie ścieżki po pomoście drewnianym, posadowionym na palach, wyniesionym ponad powierzchnię, na wysokość przekraczającą najwyższe stany wody na terenie zalewowym. Ścieżka tworzona na powierzchni gleb mineralnych nie powinna mieć nawierzchni nieprzepuszczającej wody. Korzystna jest nawierzchnia żwirowa lub szutrowa, by umożliwiała wsiąkanie wód opadowych. W przypadku nawierzchni asfaltowych lub z pozbruku, powierzchnia ścieżki powinna być lekko nachylona w stronę zlewni, nie jeziora. Woda spływająca ze ścieżki musi trafiać do specjalnie uformowanej strefy gdzie będzie wsiąkać, nie powodując podtopienia ścieżki. W tym celu wzdłuż ścieżki należy wykopać rów o głębokości i szerokości minimum 0,5 m i wypełnić go kamieniem polnym, zasypując powierzchnię żwirem lub szutrem kamiennym. W ten sposób umożliwia

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

się wsiąkanie spływu powierzchniowego do wód gruntowych, przed ich przedostaniem się do jeziora. Strefa drenażu umożliwia również wsiąkanie wód spływających po powierzchni ze zlewni bezpośredniej w stronę jeziora, co ogranicza bezpośredni dopływ zawiesiny, związków biogennych i innych zanieczyszczeń do toni wodnej jeziora.

Zastosowanie i korzyści: Ciągi komunikacyjne nad jeziorem mają bardzo ważne znaczenie rekreacyjne. Czasem korzysta się z nich również na co dzień, dla skrócenia drogi między oddalonymi punktami położonymi w pobliżu jeziora. Ich istnienie nie może jednak zaburzać ważnej funkcji ochronnej dla wód jeziornych, które pełni strefa nadjeziorna. Dlatego konieczne jest pogodzenie interesu społecznego z funkcjami przyrodniczymi tej strefy.



Fotografia 64. Widok na teren bagienny (oles) znajdujący się nad brzegiem jeziora, podtopiony wiosną w czasie wysokiego stanu wody w jeziorze.

Fot. Ryszard Gołdyn.

Ryzyko: Prawidłowe zaprojektowanie i wykonanie ciągu komunikacyjnego nad brzegiem jeziora nie stwarza zagrożenia dla korzystających z niego ludzi; zminimalizowany jest też negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze. Wyposażenie ścieżki w rów chłonny przyczynia się do ochrony jeziora przed spływem powierzchniowym zanieczyszczeń pochodzących ze zlewni bezpośredniej.

Wymagania i koszty: Budowa ciągu spacerowego wzdłuż brzegu jeziora wymaga pozyskania gruntu, jeśli nie jest on własnością gminy lub skarbu Państwa. Dlatego w tych przypadkach musi być powiązane z działaniem JP5. Wykonanie projektu ścieżki musi być poprzedzone analizą gleb w strefie nadjeziornej oraz analizą stanów wody w jeziorze, szczególnie w odniesieniu do stanów wysokich, występujących wczesną wiosną. Inwestycja musi spełniać warunki Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 Nr 80 poz. 717 z późn. zm.) określającej zasady zagospodarowania i zabudowy, przyjmując ład przestrzenny i zrównoważony rozwój za podstawę działań. Niezbędne jest więc jej uzgodnienie z miejscowym Wydziałem Geodezji, a w przypadku terenów chronionych z Regionalną Dyrekcją Ochrony Środowiska. Koszt zależy od warunków lokalnych. Uśredniony koszt inwestycji to 300 euro za metr bieżący.

Przykład: Ścieżka spacerowa dookoła jeziora Rusałka w Poznaniu, obecnie modernizowana, z nawierzchnią z grysu dolomitowego, co umożliwia wsiąkanie wód opadowych oraz wiązanie fosforu z wód spływających ze zlewni bezpośredniej.

JT10 – Zastąpienie schodami zejść po skarpie do stref rekreacyjnych nad jeziorem

Opis: Jeziora polodowcowe często położone są w zagłębieniu terenu, oddzielone od otaczającej zlewni stromą skarpą. Jeżeli teren rekreacyjny (plaża, kąpielisko) położone są w pobliżu skarpy, prowadzi to do uruchomienia procesów erozyjnych, które po każdym deszczu wnoszą do jeziora duże ilości zawieszin oraz związków biogenych. Z tego względu konieczne jest przygotowanie specjalnych zejść po skarpie, niegenerujących zanieczyszczeń. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest zaprojektowanie i wykonanie odpowiednio szerokich schodów, w miejscach najliczniej uczęszczanych przez ludzi oraz zaopatrzenie ich w barierki uniemożliwiające zejście na skarpę. Kolejne schody powinny być oddalone na tyle, by zapobiegać bezpośredniemu wspinaniu się po skarpie. Wskazane jest odgrodenie skarpy u dołu i u góry barierką i/lub odsadzenie krzewami kolczastymi (tarnina, dzika róża, głóg, jeżyna). Wskazane jest też odpowiednie przygotowanie ciągów komunikacyjnych (ścieżek, parkingów) na terenie poza skarpą, by przejścia prowadziły w stronę schodów do strefy rekreacyjnej nad jeziorem. Najlepiej, żeby schody były wykonane z drewna lub materiałów imitujących drewno, co nie stanowi dysonansu wprowadzanego w krajobraz przez struktury betonowe.

Zastosowanie i korzyści: Działanie to ma zapobiegać erozji gleb w zlewni bezpośredniej jeziora i ograniczać dopływ zanieczyszczeń przestrzennych, pochodzących ze spływu powierzchniowego. Pozwala utrzymać naturalną roślinność na terenach nadjeziornych, co zwiększa możliwości retencjonowania wody i zapobiegania skutkom suszy. Spowalniając spływ wód opadowych przyczynia się też do powstawania kulminacji fali powodziowej.

Ryzyko: Zaprojektowanie schodów w miejscu oddalonym od najdogodniejszej (najkrótszej) trasy zejścia nad jezioro będzie skutkować wydeptywaniem ścieżek po skarpie. Dlatego trasa zejścia po schodach musi uwzględniać preferencje ludzi przemieszczających się na tym terenie.

Wymagania i koszty: Niezbędne jest nabycie terenu, na którym zamierza się inwestować lub uzyskać zgodę właściciela (np. Lasów Państwowych). Inwestycja musi spełniać warunki Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003 Nr 80 poz. 717 z późn. zm.) określającej zasady zagospodarowania i zabudowy, przyjmując ład przestrzenny i zrównoważony rozwój za podstawę działań. Niezbędne jest więc jej uzgodnienie z miejscowym Wydziałem Geodezji, a w przypadku terenów chronionych z Regionalną Dyrekcją Ochrony Środowiska. Uśredniony koszt inwestycji to 150 euro za metr bieżący. Całkowity koszt uzależniony będzie od wysokości skarpy, szerokości schodów oraz działań towarzyszących (np. doprowadzenie ruchu pieszych do schodów).

Przykład: Dobrym przykładem pozytywnym jest usytuowanie 5 zejść po schodach do plaży miejskiej w Wągrowcu. Kolejne schody oddalone są na zmienną odległość, tym bliższą, im bliżej centrum rekreacyjnego nad jeziorem, co przekłada się na zwiększony ruch ludzi w tym rejonie. Niestety są to schody betonowe, gdyż wykonane zostały w czasach poprzedniego ustroju.

JT11 – Likwidacja punktowych źródeł zanieczyszczeń

Opis: W przypadku miast i innych terenów o zwartej zabudowie zdarzają się nadal przypadki odprowadzania do jezior ścieków z przelewów burzowych na kanalizacji ogólnospławnej lub oczyszczonych ścieków z oczyszczalni, pod pretekstem odprowadzania ich do gruntu. Liczne są też ujścia kanalizacji deszczowej do jezior, wnoszących duże ładunki zanieczyszczeń nawet gdy wyposażone są w osadniki z separatorami związków ropopochodnych. Ponieważ jezioro jest ekosystemem zamkniętym, odprowadzone ładunki zanieczyszczeń są w nim trwale deponowane, ciągle powracając do obiegu w toni wodnej. Powodują silną eutrofizację jezior, przyczyniając się do powstania sinicowych zakwitów wody, co eliminuje je z gospodarczego wykorzystania. Dotyczy to nie

tylko rekreacji (zakaz kąpieli) lecz również ujmowania wody dla celów komunalnych (obecność toksyn sinicowych) i połowu ryb (kumulacja cyjanotoksyn w ciele ryb). Nawet przebywanie nad jeziorem jest niebezpieczne, ponieważ przy silnym wietrze aerozole zawierają toksyny niebezpieczne dla zdrowia. Jezioro traci wówczas wszystkie swe usługi ekosystemowe.

Konieczna jest więc likwidacja wszystkich punktowych źródeł zanieczyszczeń jezior. Zgodnie z ustawą Prawo wodne ścieków nawet oczyszczonych nie wolno odprowadzać zarówno do jezior, jak i dopływów na długości równej 24 h przepływu wód. Jeśli w pobliżu brak jest odpowiedniego odbiornika ścieków najskuteczniejszym rozwiązaniem jest odprowadzanie ich do gruntu. Należy w tym celu przygotować odpowiednio duże poletka filtracyjne, które zapewniają wsiąkanie oczyszczonych ścieków. Aby podłoże poletek nie ulegało szybkiej kolmatacji wskazane jest naprzemienne użytkowanie kilku-kilkunastu poletek, zalewanych w kolejnych dniach. Umożliwia to dobre natlenienie podłoża i sprawną mineralizację materii organicznej. Po zakolmatowaniu się poletek wystarczającym zabiegiem jest zebranie górnych kilku centymetrów z nagromadzoną zawiesiną. Poletka powinny znajdować się w jak najdalszej odległości od brzegów jeziora, gdyż dobrze rozpuszczalne azotany mogłyby przenikać z wodami gruntowymi do wód jeziornych. Najkorzystniejsze jest zlokalizowanie poletek poza zlewnią jeziora, pod warunkiem, że nie będą znajdować się w zlewni sąsiedniego jeziora.

Wody deszczowe powinny być odprowadzone poza jezioro (możliwy jest przelew burzowy na kanalizację deszczową, aktywny najwyżej pięć razy w ciągu roku). Jeśli są problemy z odprowadzeniem wód deszczowych poza jezioro, można je poddać oczyszczaniu na oczyszczalniach hydrobotanicznych lub strefach sedymentacyjno-biofiltracyjnych zlokalizowanych nad jeziorem (por. JD2). Korzystne jest usytuowanie nad jeziorem lub w litoralu jeziora zbiorników przechwytujących wody burzowe i stopniowe ich odpompowanie w ciągu następnych kilku dni do kanalizacji ściekowej, doprowadzającej je na oczyszczalnię ścieków.

Ważne jest dbanie o odprowadzanie wód deszczowych do gruntu w całej zlewni, by nie ograniczać zasilania jezior, szczególnie w przypadku jezior położonych w górze zlewni, zasilanych w wodę wyłącznie ze zlewni bezpośredniej. Można to uzyskać np. utwardzając parkingi i place powierzchnią asfaltową, umożliwiającą wsiąkanie wody.

Więcej informacji: Kowalczak P. 2017. Zintegrowana gospodarka wodna na obszarach zurbanizowanych. Część pierwsza: Podstawy hydrologiczno-środowiskowe, Poznań.

Zastosowanie i korzyści: Likwidacja punktowych źródeł zanieczyszczeń powinna dotyczyć wszystkich jezior, w których one występują, gdyż jest to podstawowy warunek poprawy ich stanu ekologicznego. W jeziorach, które od wielu lat przyjmują zanieczyszczenia ze źródeł punktowych samo ich odcięcie może nie wystarczyć do osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego. Niezbędne będzie wówczas poddanie ich rekultywacji, jednak odcięcie źródeł punktowych jest konieczne dla powodzenia zabiegów rekultywacyjnych.

Ryzyko: Odprowadzenie wód deszczowych poza zlewnię jeziora może ograniczyć jego zasilanie, powodując nadmierne obniżanie się stanu wody w jeziorze w latach o niskich opadach atmosferycznych. Ważne w takim przypadku jest oczyszczanie wód deszczowych i odprowadzenie ich do gruntu na terenie zlewni.

Wymagania i koszty: Oczyszczanie ścieków i wód deszczowych wymaga odpowiednich terenów, które trzeba nabyć, więc działanie to powinno być poprzedzone działaniem JP5. Niezbędne jest też uzyskanie odpowiedniego pozwolenia wodno-prawnego. Uśredniony koszt działań wymagający sprzętu ciężkiego to ok. 1750 euro/szt. Całkowity koszt uzależniony będzie od wielkości przedsięwzięcia (poletka filtracyjnych dla oczyszczonych ścieków lub oczyszczalni hydrobotanicznej dla wód deszczowych), co z kolei uzależnione jest od wielkości miejscowości z której pochodzą zanieczyszczenia punktowe.

Przykłady: Doczyszczanie ścieków po trójstopniowej oczyszczalni ścieków ze Sławy (woj. lubuskie), odbywające się na poletkach filtracyjnych odległych o ponad 10 km od Jeziora Sławskiego. Ścieki po

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

oczyszczalni gminnej w Kolsku (woj. Lubuskie), odprowadzone zostały do gruntu w odległości 3,5 km od jeziora Rudno, do którego uprzednio trafiały za pośrednictwem Obrzycy.



Fotografia 65. Poletka filtracyjne doczyszczające ścieki ze Sławy.

JZ1 - Renaturyzacja mokradeł w zlewni przez blokowanie lub likwidowanie rowów odwadniających mokradła

Opis: Znaczenie mokradeł w zlewni jeziora polega głównie na retencji wody poprzez ograniczenie jej odpływu. Ponadto, odgrywają rolę naturalnych oczyszczalni, w których następuje transformacja zanieczyszczeń dopływających np. ze źródeł rolniczych. Złoża osadów biogenicznych np. torf, są także naturalnym rezerwuarem węgla organicznego, wyłączając go z atmosfery, co ma znaczenie dla łagodzenia zmian klimatycznych. Obszary wodno-błotne stanowią również istotne ostoje bioróżnorodności. Przyjmuje się, że blisko połowa gatunków roślin występujących w Polsce zaliczana jest do flory mokradłowej. Pomimo tych licznych walorów przyrodniczych obszary podmokłe podlegają silnej presji człowieka. Zdecydowana większość torfowisk uległa odwodnieniu, a nawet osuszeniu za pośrednictwem sieci rowów melioracyjnych, co przyczyniło się do bezpośrednich strat zasobów wodnych, obniżenia poziomu wód gruntowych, degradacji zasobów torfu i utraty cennych siedlisk przyrodniczych. Prognozowany wraz ze zmianami klimatycznymi wzrost częstotliwości występowania okresów suszy nie sprzyja odbudowie retencji wód na obszarach podmokłych, konieczne są konkretne działania w zlewni tych terenów. Należy do nich blokowanie odpływu wody w rowach melioracyjnych lub ich zasypywanie celem redukcji ilości odpływającej wody. Istotne jest także usuwanie nalotu drzew i krzewów, celem przywracania roślinności typowej dla mokradeł. W przypadku występowania brzozy i wierzby zabiegi te należy powtarzać z uwagi na powstawanie odrośli. Silnie zdegenerowane torfowiska mogą wymagać usunięcia wierzchniej zmurszałej warstwy gleby. Metodą renaturyzacji wilgotnych łąk jest ich koszenie, połączone z usuwaniem poza ekosystem skoszonej biomasy.

Więcej informacji: Por. działanie Z1 w katalogu działań dla rzek (rozdział 3.3)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 66. Obszar podmokły w sąsiedztwie jeziora.

Fot. Renata Dondajewska-Pielka

Zastosowanie i korzyści: Działanie powinno być realizowane w zlewniach dotkniętych niskim stopniem retencji wody na skutek jej odpływu za pośrednictwem cieków naturalnych i rowów melioracyjnych. Celem jest zwiększenie retencji poprzez opóźnienie odpływu wód, a co za tym idzie łagodzenie skutków suszy. Utrzymanie odpowiedniego poziomu wody w torfowisku sprzyja przywracaniu procesu torfowiskotwórczego. Renaturyzacja obszarów mokradłowych zmierza także do zwiększania różnorodności biologicznej.

Ryzyko: Zwiększenie retencji wody ogranicza negatywne skutki suszy m.in. poprzez podnoszenie poziomu wód gruntowych, co przekłada się pozytywnie na zarządzanie wodami na obszarze zlewni. Działanie pozytywnie wpływa także na obniżanie ryzyka powodziowego poniżej obszarów mokradłowych.

Wymagania i koszty: Działanie może wymagać zmiany formy użytkowania renaturyzowanych mokradeł, jak i obszarów położonych w ich sąsiedztwie (wzrost poziomu wód gruntowych może skutkować lokalnymi podtopieniami). Koszt zależy od warunków lokalnych. Koszty zależą od szczegółów wdrożenia, choć średnio kształtują się na poziomie ok. 9000 euro/ha.

Przykład: Mokradło Pyszka w dolinie rzeki Pysznicy, inwestycja zrealizowana przez Związek Miast i Gmin Dorzecza Parsęty w Karolinie:

[https://ochronaprzyrody.gdos.gov.pl/files/artykuly/154722/Mokradło-Pyszka---renaturalizacja-doliny-rzeki-Pysznicy_icon.pdf](https://ochronaprzyrody.gdos.gov.pl/files/artykuly/154722/Mokradlo-Pyszka---renaturalizacja-doliny-rzeki-Pysznicy_icon.pdf)

JZ2 - Ograniczanie dostawy biogenów oraz zawiesin ze spływem powierzchniowym

Opis: Spływ powierzchniowy jest jedną z dróg dostarczania do wód jeziornych zanieczyszczeń powstających w zlewni. w głównej mierze są nimi pierwiastki o charakterze eutrofizującym oraz środki ochrony roślin stosowane w zabiegach agrotechnicznych. Na wielkość dostarczania tych zanieczyszczeń do wód jeziora wpływa wiele czynników, w tym odległość źródła zanieczyszczenia od jeziora, charakterystyka gleb, warunki pogodowe, ukształtowanie terenu, a w szczególności nachylenie stoków, pokrycie gleby. Te same czynniki wpływają także na powodowany przez spływ powierzchniowy proces erozji, powodujący dostawę nadmiernych ilości zawiesin do ekosystemu jeziornego. Do metod przeciwdziałania należy przede wszystkim zwiększanie mozaikowości zlewni, tj. utrzymywanie bądź

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

wprowadzanie zadrzewień i zakrzewień oraz zabudowa biologiczna linii spływu i rozsączanie wody. Przechwytywanie spływu powierzchniowego następuje także w drobnych oczkach wodnych w krajobrazie śródpolnym, stąd też konieczne jest ich utrzymanie lub odtwarzanie.



Fotografia 67. Zdegradowana strefa ochronna jeziora, pozbawiona roślinności i podatna na proces erozji, w wyniku spływu powierzchniowego.

Fot: Renata Dondajewska-Pielka.

Więcej informacji:

- Bielasik-Rosińska M., Maciaszek D., Kondzielski I. 2011, Dobra praktyka ograniczania zanieczyszczenia wód powierzchniowych środkami ochrony roślin w wyniku spływu powierzchniowego i erozji, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Gołdyn R. (red.) 2014, Małe zbiorniki wodne jako ostoja bioróżnorodności. Materiały edukacyjne dla dzieci i młodzieży szkolnej. Fundacja Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu.
- Gołdyn R., Kuczyńska-Kippen N. 2012, Rola zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym, Fundacja Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu. <http://www.be.eko.org.pl/ksiazki/rola.html>

Zastosowanie i korzyści: Celem jest poprawa retencji zlewni poprzez opóźnienie odpływu wód. Zmniejszenie spływu powierzchniowego zmierza do redukcji obciążenia wód jeziornych związkami biogennymi i środkami stosowanymi w rolnictwie, jak i zawiesiną. Wpływa także pozytywnie na stan cieków zasilających jeziora poprzez ograniczenie potrzeby usuwania osadów i roślinności z koryta.

Ryzyko: Dobrze zaprojektowane i wykonane działanie nie stwarza ryzyka negatywnego wpływu na jezioro. Korzystny wpływ na zarządzanie wodą w zlewni poprzez zmniejszenie jej odpływu i retencję w drobnych oczkach wodnych. Pozytywny wpływ na jakość wód, a zatem na usługi ekosystemowe jeziora. Ogranicza ryzyko powodziowe poniżej obszaru objętego działaniem.

Wymagania i koszty: Działanie stosowane szczególnie w przypadku zlewni rolniczych, o niekorzystnym nachyleniu stoków sprzyjającym spływowi powierzchniowemu i erozji oraz sieci antropogenicznych linii spływu wód (drogi polne, leśne). Może wymagać własności gruntu lub porozumienia z jego właścicielem. Koszt zależy od warunków lokalnych, średnio szacuje się na ok. 25 euro/m² bezpośrednio przekształcanej powierzchni lub 9000 euro/ha szerzej rozpatrywanego terenu.

JZ3 - Kanalizowanie ruchu turystycznego i rekreacyjnego w obrębie strefy przybrzeżnej jezior

Opis: Intensywny ruch turystyczny i rekreacyjny w strefie brzegowej jezior stanowi poważną presję dla środowiska, powodując m.in. lokalne wydeptywanie roślinności, uszkodzenia mechaniczne drzew i krzewów (np. celem pozyskania materiału palnego na ogniska), uszkodzenia roślinności litoralowej związane z dostępem do wody, zaśmiecanie i zanieczyszczanie terenu (odpady, substancje ropopochodne pochodzące z pojazdów mechanicznych). Presje te przyczyniają się do obniżania różnorodności biologicznej w strefie brzegowej jeziora oraz do zanieczyszczania jego wód. Do skanalizowania i ukierunkowania ruchu turystycznego służyć powinno odpowiednie zaplanowanie i budowa/przebudowa ścieżek z odpowiednio zaprojektowaną i wyposażoną w elementy techniczne trasą, chroniącą cenne fragmenty terenu. Konieczne jest także powiązanie wydzielonej do wykorzystania turystycznego i rekreacyjnego trasy z punktami docelowymi np. usługami gastronomicznymi, wypożyczalnią sprzętu pływającego czy pływającymi pomostami widokowymi. Ma to za zadanie zniechęcić turystów do wybierania alternatywnych ścieżek poza wyznaczonymi szlakami. Istotne jest również skoncentrowanie ruchu turystycznego tylko na części jego linii brzegowej, tak by najbardziej naturalna część akwenu i jego bezpośredniego otoczenia była chroniona przed presją. Wykorzystywana część linii brzegowej powinna być wyposażona w infrastrukturę chroniącą jezioro przed zanieczyszczeniem np. toalety czy pojemniki na odpady. Warto zauważyć, że jeśli to możliwe, kąpieliska powinny być lokalizowane w pobliżu odpływu wód z jeziora, przez co potencjalnie powstające na nich zanieczyszczenia, zwłaszcza sanitarne, nie będą dystrybuowane po całym akwenu, lecz znoszone w kierunku wypływu z jeziora (JD7). Zabudowa rekreacyjna powinna być odsunięta od jeziora poza strefę o szerokości 100 m. Teren skoncentrowanej zabudowy rekreacyjnej (osiedla domków rekreacyjnych, ośrodki wypoczynkowe) powinny być skanalizowane, a ścieki odprowadzone na oczyszczalnię ścieków. Jeśli nie jest to możliwe, muszą one być wyposażone w szczelne szamba, których opróżnianie musi być kontrolowane przez miejscowe władze administracyjne. Tereny te powinny być połączone dogodną drogą lub ścieżką pieszo-rowerową z plażą, by uniemożliwić niszczenie roślinności w strefie nadjeziornej poza terenem rekreacyjnym.

Więcej informacji: Jak zarządzać ruchem turystycznym w parkach narodowych i na obszarach Natura 2000? http://www.wigry.org.pl/inf_i_rozw/budowa_por/por4_2.htm

Zastosowanie i korzyści: Celem działania jest ochrona jeziora przez zanieczyszczeniami generowanymi przez ruch turystyczny, a przede wszystkim ochrona siedlisk przyrodniczych występujących w tej strefie, zarówno lądowych (brzeg jeziora), jak i wodnych (litoral). Poprawna struktura i funkcjonowanie siedlisk ma wpływ na poprawę jakości wody i stanu ekologicznego jeziora, jak również zapewnia zwiększenie/utrzymanie wysokiej różnorodności biologicznej.

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie zlewni jest niewielki. Brak wpływu na ryzyko powodziowe.

Wymagania i koszty: Działanie dotyczy wszystkich jezior poddanych presji rekreacyjnej i turystycznej, a szczególnie tych o nieuregulowanym zarządzaniu ruchem turystycznym. Koszt zależy od warunków lokalnych. Działanie wymaga własności gruntu lub porozumienia z jego właścicielem. Szacowany koszt budowy nowej ścieżki w miejscu bezpiecznym dla otaczającego środowiska szacuje się na 150 euro/metr bieżący.

Przykład: Jezioro Durowskie (Wielkopolska), gdzie zagospodarowanie rekreacyjne skoncentrowane jest w południowej części jeziora, skąd powstające zanieczyszczenia wraz z wodami Strugi Gołanieckiej odpływają poza akwen. Północna część jeziora otoczona jest zlewnią leśną, o niewielkim stopniu penetracji strefy brzegowej przez ludzi.

JZ4 - Inne działania poprawiające retencję wody w zlewni

Opis: Oprócz tworzenia/odtworzenia obiektów małej retencji typu drobne zbiorniki lub obszary podmokłe, należy w zlewni jeziora stosować inne zabiegi zmierzające do spowolnienia intensywności odpływu wód. Należą do nich działania na ciekach i rowach drenarskich, sprzyjające zwiększeniu retencji korytowej (patrz zabiegi renaturyzacyjne na rzekach). Odpowiednie zabiegi powinny być także stosowane w agrotechnice, np. poprawa struktury gleby i zwiększenie zawartości próchnicy, czy poprawa przepuszczalności gleby (zwiększenie retencji wód gruntowych). W zlewni opóźnienie odpływu wody następuje także dzięki utrzymaniu mozaiki powierzchni użytkowanych rolniczo, zadrzewień, zakrzewień, pasów ochronnych, użytków zielonych. Wskazane jest także zmniejszanie powierzchni uszczelnionych w zlewni, szczególnie na obszarach zurbanizowanych, np. poprzez tworzenie/odtworzenie trawników, parkingów o ażurowym podłożu, obszarów o charakterze parkowym na terenach rekreacyjnych, dotychczas wybetonowanych lub wyłożonych kostką brukową.

Więcej informacji:

- Przybyła Cz., Sojka M., Mroziński K., Wróżyński R., Pyszny K. 2015, Metodyczne i praktyczne aspekty małej retencji, Wyd. Bogucki, Poznań;
- Zielona Akcja 2013. Mała retencja na obszarach wiejskich.
- Gołdyn R., Kuczyńska-Kippen N. 2012, Rola zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym, Fundacja Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu.

Zastosowanie i korzyści: Celem powyższych działań jest zwiększenie retencji wody w zlewni i opóźnienie jej odpływu do rzek i jeziora, a za ich pośrednictwem do Morza Bałtyckiego. Działania takie wpisują się także w strategię przeciwdziałania skutkom suszy.

Ryzyko: Niektóre działania mogą wymagać zmian w formie użytkowania terenu, np. poprzez jego zalesienie, zmianę gruntów ornych na użytki zielone (szczególnie o większym nachyleniu), wprowadzanie zadrzewień i zakrzewień. Korzyści z nich płynące powinny jednak przewyższać poniesione koszty, zwłaszcza w kontekście zwiększania retencji i ochrony przed suszą. Pozytywny jest także wpływ na ograniczenie ryzyka powodziowego poniżej obszaru objętego działaniami.

Wymagania i koszty: Działania konieczne do wprowadzenia w zlewniach wykorzystywanych rolniczo, z rozbudowaną siecią drenarską, o niewielkich powierzchniach zajmowanych przez zadrzewienia i zakrzewienia, a także na terenach zabudowanych z dużym udziałem powierzchni uszczelnionych. Koszty zależą od szczegółów wdrożenia, choć średnio kształtują się na poziomie ok. 10.000 euro/ha.

JP1 – Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji

Opis: W przypadku wątpliwości co do kompletności i wiarygodności bazy presji lub braku danych w bazie konieczne jest przeprowadzenie wizji terenowej. W trakcie wizji należy upewnić się co do czynników najintensywniej oddziałujących na stan hydromorfologiczny jeziora, a jeśli to możliwe – także na jego stan ekologiczny.

Zastosowanie i korzyści: Wizja terenowa jest konieczna, gdy jezioro dla którego planowane są działania renaturyzacyjne nie jest znane osobiście przynajmniej dla jednej osoby z zespołu opracowującego. Nie wszystkie dane zawarte są bowiem w bazach danych, niektóre dane są już nieaktualne, dlatego ich zweryfikowanie zwykle jest niezbędne.

Ryzyko: Pomimo udania się w teren i podjęcia próby weryfikacji zdobytych wcześniej informacji nie wszystkie dane uda się ustalić w oparciu o wizję lokalną. Część informacji jest trudna do pozyskania nawet w przypadku bezpośredniej wizji nad jeziorem (np. okresowy zrzut ścieków z oczyszczalni typu SBR może nie odbywać się w czasie wizyty w jego pobliżu), Dlatego ważne jest zasięgnięcie informacji

od miejscowej ludności (wędkarzy, użytkownika rybackiego, osoby odpowiedzialnej za ochronę środowiska w miejscowym Urzędzie Gminy).

Wymagania i koszty: W wizji terenowej musi brać udział specjalista, dobrze zorientowany w problematyce renaturyzacji oraz zaznajomiony z dostępnymi danymi na temat analizowanego jeziora. Koszt zależy od warunków lokalnych. Szacunkowy koszt wizji wraz z ekspertyzą specjalisty to ok. 500 euro.

Przykład: z dostępnych danych (pozwolenie wodno-prawne) wynika, że biologiczna oczyszczalnia ścieków znajdująca się w zlewni jeziora odprowadza oczyszczone ścieki do gruntu. Dopiero rozmowa z pracownikiem Urzędu wyjaśnia, że odbiornikiem ścieków jest śródpolny rów melioracyjny, oddalony o 12,5 km od jeziora. Wizja terenowa wykazała, że rów ten po przepłynięciu 2,5 km uchodzi do rzeki, której szybkość przepływu wskazuje na to, że ścieki docierają do jeziora w ciągu następnych 5,5 godziny. W tym przypadku bez wizji terenowej ustalenie najważniejszej presji wywieranej na jezioro nie byłoby możliwe.

JP2 – Weryfikacja drożności (funkcjonalności przepławki)

Opis: W przypadku wątpliwości co do skuteczności przepławek dla poszczególnych gatunków ryb konieczna jest wizja terenowa, połączona z obserwacją zachowania się ryb. W zależności od gatunku ryby migrują w różnych terminach w ciągu roku, dlatego termin obserwacji musi być dostosowany do gatunku, któremu głównie przepławka była dedykowana. Ważne jest aby monitoringiem objąć wszystkie gatunki ryb oraz wszystkie frakcje wielkościowe.

Więcej informacji: Por. działanie P2 w katalogu dla rzek (rozdz. 3.3).

Zastosowanie i korzyści: Weryfikację należy stosować każdorazowo, gdy istnieją wątpliwości co do skuteczności działania przepławki. Dotyczy to szczególnie nowo wybudowanych przepławek oraz starszych, gdy zmieniły się warunki hydrologiczne lub sposób rozrządu wody na jazie piętrzącym.

Ryzyko: Istnieje ryzyko pomyłek przy określaniu gatunków ryb pokonujących przepławkę, dlatego w monitoringu powinien uczestniczyć doświadczony ichtolog. Zapewnia to również zastosowanie wiarygodnych metod monitoringu.

Wymagania i koszty: Połów ryb w obrębie przepławki wymaga specjalnego pozwolenia, którego może udzielić użytkownik rybacki jeziora. W przypadku odławiania gatunków chronionych niezbędna jest również zgoda Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska. Aby tego uniknąć weryfikację może przeprowadzić specjalista ichtolog metodą obserwacji zachowania się ryb. Szacunkowy koszt weryfikacji drożności przepławki to ok. 500 euro.

Przykłady: Wiele przepławek wykonywanych przez wykonawców bez doświadczenia okazuje się obciążonych wadami, utrudniającymi migrację ryb. Często niedrożność wynika z przyczyn hydrologicznych, co związane jest ze zmianami klimatu. Przepławki budowane na wypływie z jezior w przypadku ich piętrzenia nie różnią się od tych wykonywanych na spiętrzonych rzekach. Przykładowe niedrożne przepławki na Odrze znajdują się w: Malczycach, Brzegu Dolnym, Rędzinie, Wrocławiu/Różance, Wrocławiu/Szczytnikach, Wrocławiu/Bartoszewicach, Ratowicach, Oławie, Lipkach, Zwanowicach, Rybnej, Mikolinie i innych miejscowościach (Strategia ... 2019).

JP3 – Indywidualne programy poprawy stanu aJCWP

Opis: Opracowanie indywidualnego programu poprawy stanu jeziora czyli jego rekultywacji, wymaga w pierwszym rzędzie ustalenia najważniejszych czynników odpowiedzialnych za jego zły stan, a następnie zaproponowanie działań, zmierzających do ich wyeliminowania. Ponieważ ekosystem

jeziora dąży do zachowania aktualnego stanu, trzeba podejmowanymi działaniami przełamać jego odporność na zachodzące zmiany, szczególnie zaś nie dopuścić do zadziałania mechanizmów sprzężenia zwrotnego, niedopuszczających do poprawy stanu ekologicznego. Z tego względu należy zaproponować równoczesne zastosowanie kilku działań, które będą komplementarne, wzajemnie się wspierając, przełamując odporność ekosystemu na zachodzące zmiany. Program rekultywacji jeziora powinien uwzględniać charakterystykę morfologiczną misy jeziornej (wielkość, głębokość), cechy hydrologiczne (bilans wodny, wielkość zasilania, okres wymiany wody), obecność stratyfikacji termicznej a także bilans azotu i fosforu, z uwzględnieniem zasilania wewnętrznego i zewnętrznego. Zaproponowane działania muszą być dostosowane do charakterystyki ekosystemu. Wskazane jest w pierwszym rzędzie przeanalizować możliwość zastosowania działań bliskich naturze, by wykorzystać możliwości samoistnej poprawy stanu jeziora w wyniku naturalnych procesów zachodzących wewnątrz ekosystemu. Podejmowane działania powinny inicjować zachodzące zmiany, a nie drastycznie ingerować niszcząc zależności między poszczególnymi składnikami biocenozy. Dzięki temu zwiększa się różnorodność biologiczna ekosystemu i zwiększają się możliwości stopniowych zmian w oczekiwanym kierunku. Prowadzony monitoring zachodzących zmian umożliwia szybką korektę działań, w przypadku zaobserwowania niekorzystnego trendu. Niskie koszty działań proekologicznych umożliwiają objęcie rekultywacją dużej puli jezior.

Więcej informacji: Gołdyn i in. (2014), Dondajewska i in. (2019), Dunalska (2019).

Zastosowanie i korzyści: Działanie to stosuje się, gdy w procedurze wyznaczania SZCW zidentyfikowano zmianę hydromorfologiczną nieusuwalną – wskaźnik DC = 10. Również konieczne jest opracowanie i wdrożenie indywidualnego programu rekultywacji jeziora, gdy zastosowane metody renaturyzacji nie powodują poprawy jego stanu ekologicznego.

Ryzyko: Ponieważ ekosystem jeziorny jest bardzo skomplikowanym zespołem procesów i zależności, może okazać się, że zaproponowany zestaw działań nie przynosi pożądanych efektów. Dlatego konieczne jest prowadzenie monitoringu w trakcie rekultywacji, co zapewnia szybkie reagowanie na stwierdzone odchylenia od oczekiwanego kierunku zmian i wprowadzenie niezbędnych korekt.

Wymagania i koszty: Konieczne jest uzyskanie pozwolenia wodno-prawnego na wdrożenie programu rekultywacji danego jeziora. Przeciętny koszt opracowania programu opartego na wynikach przeprowadzonych kompleksowych badań ekosystemu wynosi 25 tys. Euro.

Przykłady: Program ochrony i rekultywacji jeziora Bielsko w Białym Borze (Dondajewska i in. 2018), oparty o szczegółowe rozpoznanie zlewni i funkcjonowanie ekosystemu jeziornego, z bilansem biogenów, uwzględniającym obciążenie zewnętrzne i wewnętrzne.

JP4 – Działania wynikające z planów ochrony obszarów chronionych dla których zostały ustanowione

Opis: Jeśli aJCWP leży na obszarze chronionym, działania wynikające z Planów Ochrony powinny być realizowane w pierwszej kolejności. Dotyczy to w przede wszystkim obszarów Natura 2000, co wynika z Dyrektywy Siedliskowej i ochrony jeziornych siedlisk przyrodniczych (3150, 3140) oraz sąsiadujących terenów podmokłych (łęgi; 91E0), ochrony gatunków chronionych i zagrożonych, wynikającej z Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. z 2016 poz. 2183, Dz.U. z 2014 poz. 1408 oraz Dz.U. z 2014 poz. 1409) oraz ptaków, wynikającą z Dyrektywy Ptasiej.

Zastosowanie i korzyści: Dotyczy wszystkich jezior położonych na terenach chronionych, dla których zostały wyznaczone Plany Ochrony.

Ryzyko: Działania wynikające z Planów Ochrony nie powinny kolidować z działaniami renaturyzacyjnymi. Jeżeli zdarzy się konflikt interesów (np. wycinanie szuwarów), konieczne jest

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

wypracowanie kompromisu (np. koszenie szuwarów wzdłuż fragmentów linii brzegowej), a gdy to nie jest możliwe, uznanie nadrzędności Planów Ochrony.

Wymagania i koszty: Koszty bardzo zróżnicowane; są zazwyczaj oszacowane w dokumentacji odpowiedniego planu ochrony.

Przykłady: Jezioro Wigry, Wigierski Park Narodowy. Koszenie corocznie około 20 ha szuwaru w postaci mozaiki tj. tworzenia naprzemiennie obszarów koszonych i niekoszonych. Celem jest poprawa warunków siedliskowych dla ryb. http://www.wigry.org.pl/kwartalnik/nr40_foto.htm#top

JP5 – Pozyskanie gruntów w strefie nadjeziornej

Opis: Część działań renaturyzacyjnych zaplanowanych w strefie brzegowej jeziora, np. nasadzenie roślinności, aktywne kształtowanie struktury brzegu i strefy ochronnej, zastosowanie barier nitryfikacyjnych wzdłuż linii brzegowej lub fitobarier w strefie ujściowej dopływających cieków może wymagać wykupu gruntów na ten cel. Pozyskanie gruntów może się odbyć w trybie art. 233 ustawy Prawo Wodne. Zastosowanie innych trybów wymagałoby wprowadzenia zmian legislacyjnych.

Zastosowanie i korzyści: Wykup gruntów gwarantuje miejsca na wdrożenie niezbędnych działań renaturyzacyjnych.

Ryzyko: W zakresie użytkowania jeziora wykup gruntów umożliwiający wdrożenie działań renaturyzacyjnych wpłynie pozytywnie na jakość wód i stan siedlisk, a więc na pełnienie usług ekosystemowych przez jezioro, jednak może być utrudniony z uwagi na brak zgody indywidualnych właścicieli.

Wymagania i koszty: Może być konieczny wcześniejszy podział geodezyjny działki gruntowej i ewentualne opracowanie projektu wyznaczenia nowej linii brzegu. Średnia cena 1ha gruntu rolnego słabej klasy wynosi obecnie ok. 8500 euro, ale jest zróżnicowana regionalnie od ok. 4500 euro w świętokrzyskiem po prawie 11.000 euro w Wielkopolsce. Koszty wykupu mogą być znacznie wyższe w przypadku gruntów, na których właściciel ma ambicje rozwijania zabudowy mieszkalnej lub rekreacyjnej, albo działalności gospodarczej (nawet gdy istniejące ryzyko powodziowe takie kierunki rozwoju w zasadzie uniemożliwia). W przypadku procedur wywłaszczeniowych i odszkodowawczych, wartość gruntu ustali indywidualnie rzeczoznawca na podstawie uwarunkowań lokalnych. Sąsiedztwo jeziora jest często istotną przesłanką podnoszącą cenę gruntu, w związku z potencjalnymi możliwościami jego użytkowania rekreacyjnego i atrakcyjnością dla zabudowy.

Przykład: Wykupu gruntów celem ochrony strefy brzegowej jeziora Wigry dokonał w latach 2009-2010 Wigierski Park Narodowy z funduszy NFOŚiGW.

JP6 - Weryfikacja (wznowienie) granic

Opis: w przypadku zaistnienia lub podejrzenia nieuprawnionego zajęcia części działki jeziora lub rzeki dopływającej przez osoby trzecie, może zaistnieć konieczność przeprowadzenia prac geodezyjnych zmierzających do weryfikacji granic działek ewidencyjnych. Działanie to umożliwi potencjalną zmianę gospodarowania na spornej działce, jak i wdrożenie na niej działań renaturyzacyjnych w przypadku przejęcia działki przez Skarb Państwa.

Zastosowanie i korzyści: Celem działania jest zagwarantowanie miejsca na wdrożenie niezbędnych działań renaturyzacyjnych.

Ryzyko: W zakresie użytkowania jeziora weryfikacja granic działek może przyczynić się do poprawy struktury strefy brzegowej lub strefy ochronnej jeziora, jednak w przypadku stwierdzenia zgodności z ewidencją gruntów, pozostaje pozyskanie gruntów drogą kupna (JP5).

Wymagania i koszty: Szacowany koszt weryfikacji granic dla działki o powierzchni 1 ha kształtuje się na poziomie ok. 700 euro.

JP7 – Zakazy/nakazy

Opis: Zgodnie z ustawą Prawo Wodne, Wojewoda na wniosek Wód Polskich może ustanowić obszar ochronny w drodze prawa miejscowego, wskazując ograniczenia lub zakazy dotyczące użytkowania gruntów oraz korzystania z wód. Ograniczeń może wymagać m.in. budowa nowych dróg, lokalizowanie przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na środowisko, urządzenie parkingów, kąpielisk, lokalizowanie nowej zabudowy, oczyszczalni ścieków, w tym oczyszczalni hydrobotanicznych, używanie ścieków i gnojowicy w rolnictwie, czy wykonywanie odwodnień budowlanych i górniczych. Nakazem może być obowiązek podłączenia do kanalizacji ściekowej, a w przypadku jej braku posiadanie szczelnego i regularnie opróżnianego zbiornika gromadzącego ścieki.

Zastosowanie i korzyści: Działanie przeprowadza się w celu zablokowania potencjalnych działań niweczących skuteczność renaturyzacji lub generujących konieczność renaturyzacji w miejscach, w których takiej konieczności obecnie nie ma.

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie zlewni zależy jest od wprowadzonych nakazów i zakazów. Wpływ na użytkowanie jeziora jest pozytywny w zakresie jakości wód i stanu siedlisk, a więc także w zakresie pełnienia usług ekosystemowych przez jezioro.

Wymagania i koszty: Konieczne jest przygotowanie listy zakazów/ograniczeń w gospodarowaniu oraz granic obszaru ochronnego w strefie nadjeziornej.

Przykład: Obszar ochronny zbiornika wód śródlądowych ustanowiony m.in. dla Jeziora Przywidzkiego Wielkiego.

JP8 - Wprowadzenie stref ograniczonego użytkowania wokół jezior

Opis: Obszary ograniczonego użytkowania, zgodnie z art. 135 ustawy Prawo Ochrony Środowiska, mogą być tworzone dla przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na środowisko np. lotnisk, składowisk odpadów, oczyszczalni ścieków, kompostowni, linii energetycznych. Strefy ograniczonego użytkowania mogłyby być również tworzone dla stref nadjeziornych, celem wprowadzenia ograniczeń w użytkowaniu zasobów wodnych i strefy wokół jeziora, np. w zakresie lokalizacji budowli wodnych, presji na roślinność w strefie buforowej czy lokalizacji zabudowy rekreacyjnej. Wprowadzenie tego typu stref wymaga zmian legislacyjnych. Obecnie możliwe jest jedynie tworzenie obszarów ochronnych przez Wojewodę na wniosek Wód Polskich (działanie JP7).

Zastosowanie i korzyści: Działanie ma zastosowanie w celu zablokowania potencjalnych działań niweczących skuteczność renaturyzacji lub generujących konieczność renaturyzacji w miejscach, w których takiej konieczności obecnie nie ma.

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie zlewni będzie zależny od wprowadzonych ograniczeń w użytkowaniu strefy nadjeziornej. Pozytywny wpływ na jakość wód i stan siedlisk.

Wymagania i koszty: Konieczne zmiany legislacyjne. Niezbędne jest przygotowanie listy ograniczeń w użytkowaniu oraz granic strefy ograniczonego użytkowania.

JP9 – Informacja

Opis: Wszelkie działania renaturyzacyjne prowadzone w strefie brzegowej jeziora, strefie ochronnej a także w zlewni akwenu wymagają aktywności edukacyjnej i informowania o celu i metodach

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

renaturyzacji, jak i o potencjalnych korzyściach z niej płynącej. Rozpowszechnianie informacji wśród lokalnej społeczności zwiększa jej przychylność oraz szansę na skuteczną współpracę, zapobiegając czynom niweczącym skutki podejmowanej renaturyzacji. W tym celu w okolicy podejmowanych działań znaleźć się powinny tablice informacyjne, wyjaśniające zastosowane środki. Wskazane jest także podjęcie współpracy z lokalnymi mediami, co pozwoli dotrzeć do większej liczby odbiorców.

Więcej informacji: <http://natura2000.org.pl/e-szkolenia/e11-spoleczenstwo-obywatelskie-2/udzial-spoleczenstwa-w-ochronie-przyrody/>

Zastosowanie i korzyści: Działanie podejmowane w celu uniknięcia potencjalnych przeszkód natury społecznej w związku z brakiem informacji na temat działań renaturyzacyjnych, ich potrzeby, skutków oraz stosowalności.

Ryzyko: nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Koszt zależy od szczegółów działań, np. ustawienie tablicy informacyjnej to zwykle koszt 250-1000 euro/szt.

5. Renaturyzacja wód przejściowych i przybrzeżnych

Strefa brzegowa morza ma charakter bardzo dynamiczny. Intensywnie rozwija się wiedza o dynamice brzegów morskich, a także narzędzia do modelowania i prognozowania oddziaływań w tej strefie. Mimo dostępności tej wiedzy, szereg działań prowadzonych w tej bardzo dynamicznej strefie jest wykonywanych z pominięciem podstawowych zasad zintegrowanego zarządzania strefą brzegową (ICZM), rekomendacji Konwencji o ochronie Morza Bałtyckiego (HELCOM), czy też bez opracowania ocen oddziaływania na środowisko, o czym pisze Łabuz (2013). Zagadnienie to nadal pozostaje aktualne.



Fotografia 68. Brzeg morski z wydmami – odcinek kształtowany głównie przez naturalne procesy. Poligon Wicko.

Fot. Jolanta Kujawa-Pawlaczyk

W dalszym ciągu w Polsce nie jest wyodrębniana ochrona brzegu morskiego w kontekście przyrodniczym i ochrona brzegu morskiego w kontekście jego zabezpieczania przed erozją morską. Za granicą rozróżnia się te działania jako „*coastal protection*”, czy też „*coastal management*” – rozumiane jako zabezpieczenie brzegu i „*coastal nature conservation*” – ochrona środowiska naturalnego brzegu (GIOŚ 2019). W przypadku brzegu klifowego, działania te często stoją względem siebie w sprzeczności – zabezpieczanie lądu przed niszczącym działaniem morza oznacza jednocześnie znaczące zakłócenie naturalnych procesów kształtujących klify.

Wiele też zawartych w opracowaniach wykonywanych po zakończeniu pierwszego etapu realizacji ochrony brzegu morskiego (lata 2003-2013) w dalszym ciągu pozostaje aktualnych, a pojęcie „ochrona brzegu morskiego” jest utożsamiana prawie wyłącznie, jako jego ochrona przed niszczeniem w wyniku naturalnych procesów. W programach ochrony marginalizuje się aspekt ochrony elementów przyrodniczych rozumianych szeroko, jako współoddziaływanie różnych procesów. Co więcej, w różnych opracowaniach w dalszym ciągu odwrócona jest kolejność podejmowania decyzji związanych z ochroną, na pierwszym miejscu stawiając plany zagospodarowania, i stosownie do tego ustalając zakres umacniania brzegu, pomimo udokumentowanych zagrożeń ze strony powodzi sztormowych, niszczenia wydm, czy też abrazji brzegów klifowych (IM Gda 2013). W podsumowaniu opracowania IM Gda (2013) znajduje się nawet takie stwierdzenie: „Zaplecze większości obszarów objętych ochroną należy do bardzo wartościowych (Zatoka Gdańska, Ustka, Kołobrzeg). Tereny nadmorskie, szczególnie w obrębie miejscowości o rozwiniętych usługach turystycznych (miejscowości

na Półwyspie Helskim należą do najlepszych lokalizacji inwestycji. Obecny stopień ich zagospodarowania w większości uzasadnia działania ochronne zrealizowane w okresie obowiązywania Programu ochrony brzegów morskich”. Podkreśla się tam, że pierwszoplanowe znaczenie w warunkach zmian klimatycznych, szczególnie w zakresie wzrostu poziomu morza, ma ochrona zagrożonych odcinków brzegów przed erozją i powodzią morską, co jest oczywiste, jednak zdarza się, że najpierw realizowane są inwestycje, które następnie są uzasadnieniem działań ochronnych.

Obszerna analiza negatywnych efektów realizacji programu ochrony brzegu morskiego w I. etapie znajduje się w opracowaniu wydany przez WWF (Łabuz 2013).

Potwierdzenie niewłaściwego podejścia do zagadnień ochrony brzegu znajduje się również w najnowszych opracowaniach wykonanych między innymi w ramach monitoringu siedliska 1230 klify na wybrzeżu Bałtyku, będącego częścią programu „Monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem obszarów ochrony siedlisk NATURA 2000 monitoringu siedlisk morskich”.

W sprawozdaniu z wykonania monitoringu wskazuje się, że monitoring prowadzony zgodnie z metodyką opracowaną w 2012 r. „nie daje jasnej odpowiedzi na to czy dokonujące się zmiany są korzystne czy negatywne. Obserwacja rozwoju zabudowy w pasie nadmorskim wzdłuż brzegów klifowych wskazuje jednak, że sytuacja się w tym zakresie wyraźnie pogarsza” (GIOŚ 2019). Stwierdza się też, że „zakres wymuszanej i stosowanej technicznej ochrony wybrzeża przed abrazją nie był przedmiotem monitoringu i wymaga oceny oddziaływania na siedlisko raczej na etapie planowania i realizacji przedsięwzięć w tym zakresie (na pewno nie można automatycznie utożsamiać działań chroniących brzeg z działaniami chroniącymi przyrodę)” (GIOŚ 2019).

5.1 Kluczowe elementy wód przejściowych i morskiej strefy brzegowej

Naturalne warunki hydrodynamiczne wpływające na procesy morfologiczne i litodynamiczne w obrębie wód przejściowych i przybrzeżnych są kształtowane przez zmienność warunków anemobarycznych, zmian poziomu morza, falowania i prądów. Istotnym elementem hydrodynamiki morza w strefie wód przejściowych i przybrzeżnych są zmiany jego poziomu oraz prądy w strefie brzegowej, które wpływają zarówno na transport materii, jak również na warunki hydromorfologiczne. Ich charakterystyka w kolejnych latach na tle poprzedzającego dziesięciolecia przedstawiana jest w corocznych ocenach wykonywanych przez GIOŚ. Ostatnią jest dostępna ocena za 2017 r. (GIOŚ 2018). Zgodnie z nią najkorzystniejsze warunki do powstawania fal wiatrowych, oddziałujących na strefę płytkowodną i polski brzeg, występują podczas silnych wiatrów z sektora północnego, od zachodnich poprzez północne do północno-wschodnich.

W 2017 r. wystąpił wzrost częstości wiatru zachodniego i południowo-zachodniego w stosunku do wielolecia 2007-2016, natomiast rzadziej występowały wiatry północno-wschodnie. W 2017 r. w strefie środkowego wybrzeża dominowały wiatry z kierunku południowego i zachodniego. Jednocześnie trzeba zauważyć, że największa średnia prędkość wiatru występowała na stacjach środkowego wybrzeża, w Uście i Łebie (GIOŚ 2018).

Zmiany poziomu morza w okresie sztormów (spiętrzenia sztormowe) powodują konieczność rozwoju infrastruktury służącej ochronie terenów nadmorskich przed zalewaniem czy wręcz powodzią sztormowymi. Miarą zagrożeń tej strefy jest częstość występowania poziomów osiagających lub przekraczających poziomy ostrzegawcze i alarmowe. Zgodnie z GIOŚ (2018) częstość występowania stanów ostrzegawczych w 2017 r. była największa na wybrzeżu wschodnim (rejon Zatoki Gdańskiej – stacja w Gdańsku - Port Północny) oraz we Władysławowie (wody przybrzeżne), podobnie jak w wieloleciu 2007-2016. Najczęściej notowano stany ostrzegawcze na stacji w Gdańsku - Port Północny – 3,76%, najrzadziej w Świnoujściu - 0,56%. Zazwyczaj najrzadziej stany ostrzegawcze występują na wybrzeżu środkowym. W Gdańsku - Port Północny częstość występowania stanów ostrzegawczych

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

w grudniu 2017 r. wyniosła aż 21,4%, czyli prawie 3-krotnie więcej w stosunku do średniej wieloletniej (2007-2016) dla tej stacji.

Stany alarmowe najczęściej występowały zarówno na wschodzie, jak i na zachodzie polskiego wybrzeża. W znacznie mniejszym procencie zagrożenia spiętrzeniami sztormowymi występowały w części środkowej wybrzeża (GIOŚ 2018). Spiętrzenia sztormowe decydują o wrażliwości odcinków brzegu na zagrożenie powodziowe oraz na ich abrazję. Na podstawie częstości występowania stanów alarmowych w rejonie wód przybrzeżnych ustalono, że najbardziej zagrożone są odcinki brzegu od Sarbinowa do Świnoujścia (GIOŚ 2007).

Kluczowym elementem wód przejściowych i przybrzeżnych wrażliwym na presje hydromorfologiczne są siedliska denne znajdujące się w ich granicach. Utrzymanie siedlisk w stanie najbardziej zbliżonym do naturalnego warunkuje prawidłowe funkcjonowanie systemu, w tym również utrzymanie funkcji dostarczania usług ekosystemowych, z których czerpie człowiek.

Zgodnie z klasyfikacją siedlisk morskich EUNIS, do podtypów siedlisk zalicza się:

- Twarde dno infralitoralu - część strefy przybrzeżnej obejmująca praktycznie całą strefę od brzegu do granicy zasięgu roślin podwodnych;
- Infralitoral piaszczysty, który jest najbardziej rozpowszechnionym siedliskiem infralitoralowym w polskich wodach morskich;
- Infralitoral mulisty występujący głównie w zalewach jest najmniej rozpowszechnionym siedliskiem wielkoskalowym strefy litoralu w polskich obszarach morskich;
- Piasek circalitoralu jest dominującym siedliskiem w płytszych, niepozbawionych tlenu partiach circalitoralu w polskich obszarach morskich.

W obrębie siedlisk występują gatunki siedliskotwórcze takie jak:

- Widlik - *Furcellaria lumbricalis* rosnący na różnego typu podłożach, od skalistego po muliste, przy czym na dnie piaszczystym i mulistym nie zakotwicza się do podłoża, tylko tworzy maty. W optymalnych warunkach przezroczystości rośnie na głębokościach do 30 m, natomiast wraz z postępem eutrofizacji znika z większych głębokości – w Bałtyku sięga zwykle na głębokość kilku metrów;
- *Zostera marina* - jednoliścienna roślina z rodziny żabieńcowatych, tworząca łąki podwodne, na ogół występuje do głębokości około 10 m. Łąki zostery stanowią schronienie dla licznych organizmów, w tym dla narybku. Wiele gatunków bezkręgowców, a także niektóre kaczkowate (np. świstun) żeruje na zosterze. W polskich wodach zostera morska zachowała się jedynie w niektórych partiach Zalewu Puckiego, przy czym w ostatnich latach obserwuje się przejawy odbudowy populacji tego gatunku, w tym także w wyniku programów restytucji;
- Ramienice – *Charophyta*, grupa roślin, dzieląca część cech zarówno z glonami – zielenicami, jak i z roślinami telomowymi. W polskich wodach Bałtyku ramienice występują na płycznach Zatoki Puckiej. W przypadku ramienicy zagiętej (od niedawna) odnotowano pojedyncze stanowiska w zalewach Szczecińskim i Wiślanym;
- *Mytilus trossulus* (omułek bałtycki). Jest to tworzący duże skupiska (ławice) małż związany przede wszystkim z twardym dnem, przy czym na ogół występuje nie głębiej niż na 40 – 50 m. Omułek, jak wszystkie małże, jest filtratorem. Stan podwyższonej trofii, związany ze znaczną sedimentacją obumarłego planktonu, sprzyja rozwojowi omułka. Z kolei sam omułek stanowi pożywienie dla różnych zwierząt, przy czym jest ulubionym pokarmem inwazyjnego gatunku ryby – babki byczej.

W powyższych obszarach, w obrębie sieci NATURA 2000, zgodnie z art. 17 Dyrektywy siedliskowej UE występują siedliska przyrodnicze wskazane w załączniku I i gatunki zwierząt wskazane w załączniku II

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

do tej dyrektywy. Podział ten odzwierciedla charakterystyczne elementy polskiej strefy brzegowej Bałtyku, a co za tym idzie dominujące procesy hydrodynamiczne kształtujące morfologię brzegu i dna morskiego wraz z gatunkami zwierząt i roślin.

Siedliska sieci NATURA 2000:

Ujścia rzek (estuaria) (1130)

Zgodnie z definicją Warzochy (2004) „jest to dolna część biegu rzeki ograniczona granicą wód słonawych i podlegająca działaniu pływów”. W estuariach bałtyckich obecne są przede wszystkim gatunki słodkowodne tolerujące zasolenie, jak trzcina pospolita *Phragmites australis*, rdestnice (*Potamogeton* spp.), wywłóczniki (*Myriophyllum* spp.), turzyce (*Carex* spp.). Estuaria często cechują się znaczną różnorodnością słodkowodnych gatunków bezkręgowców i ryb i są siedliskiem różnorodnych ptaków, w tym wymagających specyficznych warunków siedliskowych na lęgowiskach (rybitwy, mewy, sieweczka rzeczna). W Polsce najbardziej złożone ujścia do morza tworzą Odra i Wisła, natomiast kryterium siedliska spełniają także ujściowe odcinki: dopływów Zalewu Wiślanego: Wisła Królewiecka, Szarpawa, Nogat i Elbląg, dopływów Zatoki Gdańskiej: Wisła Przekop i Wisła Śmiała, dopływów Zatoki Puckiej: Gizdepka, Reda z Zagórską Strugą, dopływów otwartego morza: Piaśnica, Łeba, Słupia, kanał Potynia, Wieprza, Kanał Szczuczy, Czerwona, Rega, Kanał Resko, Kanał Liwka, Parsęta i Dziwna.



Fotografia 69. Zachowane w niemal naturalnym stanie estuarium Potyni na poligonie Wicko.

Fot. Paweł Pawlaczyk

Laguny przybrzeżne (zalewy i jeziora przymorskie; siedlisko przyrodnicze 1150)

Laguny to płytkowodne obszary słonej wody, odcięte częściowo lub całkowicie od morza piaszczystymi lub kamienistymi mierzejami bądź skałami, o różnym zasoleniu i wielkości. Cechują się zwykle bardzo dobrze rozwiniętą roślinnością, w tym rozległymi trzcinowiskami i łąkami podwodnymi. Do typowych roślin należą zarówno gatunki słonawowodne, jak i słodkowodne (*Phragmites australis*, *Potamogeton* spp., *Chara* pp., *Myriophyllum* spp., *Callitriche* spp., *Typha* spp., *Stratiotes aleoides*, *Scirpus* spp., *Lemna* spp., *Carex* spp. in.). W polskich obszarach morskich siedlisko 1150 reprezentują Zalew Szczeciński i Zalew Wiślany. W obydwu zdecydowaną przewagę we florze i faunie mają gatunki słodkowodne, chociaż np. śledź regularnie wchodzi na tarło do Zalewu Wiślanego. Ponadto, to siedlisko przyrodnicze

obejmuje zaliczane do wód śródlądowych jeziora przymorskie, których charakter ekologiczny jest determinowany przez powiązania z wodami morskimi (zob. niżej).

Duże płytkie zatoki (siedlisko przyrodnicze 1160)

Zgodnie z definicją są to: „wcinające się w ląd i oddzielone lądem od otwartego morza, osłonięte od wpływu falowania akweny o ograniczonym oddziaływaniu wód słodkich. Zbiorowiska roślinne i zwierzęce charakteryzuje duża różnorodność biologiczna” (Warzocha 2004). W polskich wodach siedlisko to reprezentowane jest przez aJCWP Zalew Pucki i częściowo aJCWP Zatokę Pucką zewnętrzną. W Zatoce Puckiej notowane są objęte ochroną na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz.U. 2014 poz. 1409): ramienica bałtycka *Chara baltica*, rozsocha morska *Tolypella nidifica* i krynicznik włosowaty *Nitella capilaris*, a także rośliny naczyniowe, które na piaszczystych obszarach dna tworzą jedno-, dwu- lub trójgatunkowe łąki podwodne. Najcenniejszym i jednocześnie najbardziej zagrożonym składnikiem łąk podwodnych jest trawa morska *Zostera marina*, objęta ścisłą ochroną. Płytsze rejony dna porastają łąki *Zannichellia palustris* i *Potamogeton pectinatus*. Wśród roślinności dennej bytuje zróżnicowana fauna litofilna. Większość z nich jest wrażliwa na eutrofizację, która powoduje zmniejszenie przezroczystości wody i sprzyja rozwojowi nitkowatych glonów tworzących maty na podwodnych łąkach.

Rafy (skaliste i kamieniste dno morskie, siedlisko przyrodnicze 1170)

Zgodnie z definicją są to „zanurzone pod wodą i wyniesione ponad otaczające dno morskie, skaliste podłoże w strefie sublitoralu” (Warzocha 2004). Siedlisko charakteryzuje się wysoką różnorodnością taksonomiczną roślin i zwierząt, rozmieszczonych strefowo, zależnie od głębokości. W polskich obszarach morskich siedlisko nie ma charakteru skalistego, ale kamienisty, tj. utworzone jest z otoczków oraz głazów i usytuowane jest w strefie litoralu. Charakterystycznymi dla tego siedliska gatunkami zespołu poroślowego są: makroglony – składnik fitobentosu, głównie krasnorosty: *Vertebrata fucoides* (dawniej: *Polysiphonia fucoides*) oraz objęte ochroną gatunkową *Furcellaria lumbricalis* i *Ceramium diaphanum* zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz.U. 2014 poz. 1409), a także bezkręgowce denne, między innymi: omulek *Mytilus trossulus* oraz obunogi z rodzaju *Gammarus*). W obrębie wód przybrzeżnych i przejściowych siedliska te występują w pobliżu miejscowości Rowy – tzw. „głazowisko Rowy” oraz w Zatoce Gdańskiej, w pobliżu Klifu Orłowskiego – naturalne kamienisko. Podobny zestaw gatunków skupiać mogą sztuczne rafy, wykonane z kamienia, tzw. progi podwodne, utworzone w 2006 r. w celu ochrony brzegu morskiego (Kruk-Dowgiałło i in. 2009), choć nie stanowią one chronionego siedliska przyrodniczego.

Specyficznym, unikatowym morskim siedliskiem przyrodniczym są piaszczyste łąchy i ryfy odślaniane okresowo spod wody. Nawiązują one charakterem ekologicznym do siedliska przyrodniczego 2140 „Muliste i piaszczyste płycizny odślaniane w czasie odpływu”, ale na Bałtyku ich odślanianie i zalewanie zależy od poziomu morza modyfikowanego przez wiatry, a nie od pływów. W Polsce przykładem takiego siedliska jest Ryf Mew na Zalewie Puckim oraz łąchy w ujściu Wisły. Miejsca takie mają duże znaczenie dla ptaków i fok.

Bezpośrednio do wód morskich przylegają siedliska lądowe, na które silnie oddziałują procesy zachodzące w morzu, jak na przykład kompleksy siedlisk wydmych (siedliska przyrodnicze wydmy inicjalnych 2110 – wydmy białych 2120 – wydmy szarych 2130 – lasów na wydmach 2180, z towarzyszącymi im w niektórych obszarach: zagłębieniami międzywydmowymi 2190, wrzosowiskami bażynowymi 2140, zaroślami rokitnika 2160 i wierzby piaskowej 2170) oraz jeziora przymorskie (siedlisko 1150). Innym siedliskiem bardzo silnie zależnym od wpływu morza są klify (siedlisko 1230). Występują prawie na całym wybrzeżu Polski, zajmując odcinki brzegu od 0,5 km do 4 km. Wybrzeże

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

klifowe południowego Bałtyku w granicach Polski obejmuje około 65 km wybrzeża otwartego morza, co stanowi około 20% jego długości. Klify występują także nad Zalewem Szczecińskim (GIOŚ 2012).



Fotografia 70. Naturalnie rozwijające się wydmy. Polygon Wicko.

Fot. Jolanta Kujawa- Pawlaczyk



Fotografia 71. Klif nadmorski – geoekosystem funkcjonujący dzięki abrazji. Wicie.

Fot. Paweł Pawlaczyk

Niemal całe polskie wybrzeże jest objęte ochroną jako Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków Natura 2000. Ich rozmieszczenie generalnie odpowiada rozmieszczeniu obszarów ważnych dla ptaków.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

W sumie jest wyznaczonych 7 ości ptasich, tj. PLB 320009 Zalew Szczeciński, PLB 220003 Pobrżeże Słowińskie, PLB320011 Zalew Kamieński, PLB990003 Zatoka Pomorska, PLC990001 Ławica Słupska, PLB990002 Wody Przybrzeżne Bałtyku, PLB220004 Ujście Wisły i PLB280010 Zalew Wiślany.

W analizach i ocenie stanu elementów hydromorfologicznych wykonywanej na potrzeby wyznaczania silnie zmienionych części wód wykorzystywano pojęcie strefy aktywnej profilu brzegowego, najbardziej wrażliwej na presje hydromorfologiczne (KZGW 2011). Strefa aktywna jest bardziej narażona na wpływ zmian hydromorfologicznych niż strefa głęboka (Dubrawski 2001) i właśnie tam w największym stopniu zaznaczają się ich skutki. Za KZGW (2011) poniżej podano przypisanie szerokości strefy aktywnej do poszczególnych JCWP (Tab. 9). W niektórych przypadkach dla jednej JCWP podanych jest kilka wartości ze względu na jej znaczne zróżnicowanie w obrębie JCWP.

Tabela 9 Szerokość strefy aktywnej w metrach na wybranych profilach morfometrycznych wg KZGW (2011)

JCWP	Kilometraż brzegu	Szerokość strefy aktywnej	Odległość izobaty 10 m od granicy strefy aktywnej
Wody przejściowe			
PLTW III WB 3	H 48	-	-
PLTW IV WB 4	97	296	1080
PLTW V WB 6	391	535	1235
PLTW V WB 7	423,5	150	2600
Wody przybrzeżne			
PLCW I WB 1	15	625	1045
PLCW I WB 2	H 20	700	735
PLCW II WB 4	131,5	130	525
PLCW II WB 5	148	225	1020
PLCW II WB 5	164	960	1175
PLCW II WB 5	217	330	1650
PLCW II WB 6E	224,5	370	1020
PLCW II WB 6W	234	575	910
PLCW II WB 7	271	420	635
PLCW II WB 7	300	360	1100
PLCW II WB 8	334,5	280	825
PLCW II WB 8	352	290	640
PLCW II WB 8	366	195	850
PLCW III WB 9	407,5	165	865

5.2 Przekształcenia w obrębie wód przejściowych i przybrzeżnych

Typowe źródła presji i oddziaływania na elementy hydromorfologiczne

Dominującą presją antropogeniczną wpływającą na hydromorfologię wód przejściowych i przybrzeżnych są straty i zaburzenia fizyczne w obrębie dna oraz brzegu morskiego, przede wszystkim będące wynikiem działalności gospodarczej (porty i przystanie) oraz trwałego i nietrwałego umacniania brzegu. Do elementów infrastruktury morskiej związanych z ingerencją w środowisko morskie należą także kable i rurociągi układane na dnie morza, choć po okresie prac budowlanych mają one niewielki wpływ na elementy hydromorfologiczne.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Do utraty dna dochodzi w wyniku budowy różnych obiektów infrastruktury hydrotechnicznej. Dodatkowo, podczas prowadzenia prac budowlanych ma miejsce krótkotrwałe zaburzenie dna morskiego. Zakres straty i zaburzenia siedlisk dennych zależy od rodzaju konstrukcji oraz dominujących warunków hydrodynamicznych i czasu trwania budowy. Dodatkowym niekorzystnym skutkiem tych prac jest przemieszczanie osadu o innej strukturze uziarnienia niż występujący w miejscu działań inwestycyjnych.

Częściowa lub całkowita utrata siedlisk ma miejsce podczas pogłębiania dna w ramach utrzymania torów wodnych, eksploracji osadów dennych, refulacji i sztucznego zasilania brzegu oraz jest wynikiem składowania urobku bagrowanego.

Wpływ depozycji materiału z pogłębiania na gatunki zależy głównie od rodzaju siedliska dna morskiego, typu i ilości materiału oraz odległości od miejsca wydobywania. Zakres przestrzenny oddziaływań może dochodzić do kilku kilometrów od miejsca depozycji osadu (GIOŚ 2019).

Do czasowej degradacji siedlisk dennych dochodzi także na skutek trałowania i wzmożonego ruchu statków, poruszających się ze zbyt dużą prędkością w rejonach małych głębokości.

Na podstawie dostępnych danych stwierdzono, że mniej niż 1% dna Morza Bałtyckiego jest potencjalnie utracone z powodu działalności człowieka, jednocześnie ponad 50% powierzchni dna morskiego może potencjalnie podlegać zaburzeniom (informacja dotyczy okresu 2011–2015).

W rejonie polskiego brzegu Bałtyku znajduje się 10 lokalizacji, w których w latach 2011–2016 było prowadzone pogłębianie dna morskiego, o łącznej powierzchni około 1,2 km² (Tab. 10). Urobek w ilości 700 tys. m³ był składowany w kilkunastu miejscach, niemal wzdłuż całego brzegu (za wyjątkiem Półwyspu Helskiego i Mierzei Wiślanej) (Tab. 11), przy czym największa ilość urobku była składowana w Zatoce Pomorskiej (w sumie ponad 5 mln m³) oraz w rejonie Gdańska (w sumie ponad 4 mln m³).

Tabela 10. Pogłębianie dna morskiego w latach 2011–2016 (na podstawie danych przekazanych przez urzędy morskie w Gdyni, Słupsku i Szczecinie). (GIOŚ 2019)

Nazwa miejsca	Powierzchnia [m ²]	2011 [m ³]	2012 [m ³]	2013 [m ³]	2014 [m ³]	2015 [m ³]	2016 [m ³]	Suma [m ³]
Półwysep Helski 6	673513	0	0	0	0	0	bd.	0
Jastarnia	175522	0	1357,305	1357,305	0	0	bd.	2714,61
Rozewie	150243	0	0	0	0	0	bd.	0
Piaski – wejście do portu	8801	0	0	1652,075	1652,075	0	bd.	3304,15
Tolkmicko	28200	0	0	0	14375,49	0	bd.	14375,49
Piaski – nabrzeże	2300	0	0	1652,075	1652,075	0	bd.	3304,15
Gdynia	4736	0	0	0	6457,42	0	bd.	6457,42
Frombork	31314	0	0	0	47337,03	0	bd.	47337,03
Elbląska	102081	0	0	25077	25077	10000	37596,97	97750,97
Wiśła Śmiała	29771	0	172733,33	172733,33	172733,33	0	bd.	518200
Kamienica Elbląska	20700	0	0	0	0	0	5150,52	5150,52

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Tabela 11 Składowanie urobku w latach 2011–2016 (na podstawie danych przekazanych przez urzędy morskie w Gdyni, Słupsku i Szczecinie)(GIOŚ 2019)

Nazwa miejsca	2011 [m ³]	2012 [m ³]	2013 [m ³]	2014 [m ³]	2015 [m ³]	2016 [m ³]	Suma [m ³]
Port Kołobrzeg, Bałtyk Właściwy	51677	0	0	0	0	bd.	51677
Port Darłowo Bałtyk Właściwy	39334	42000	0	0	0	bd.	81334
Port Ustka	20815	18000	0	0	0	bd.	38815
Port Łeba	24391	19500	0	0	0	bd.	43891
Kołobrzeg	0	35250	30000	21000	9000	4000	99250
Darłowo	0	0	122231	12000	16500	9000	159731
Ustka	0	0	28500	18000	24000	17000	87500
Łeba	0	0	13500	4500	0	bd.	18000
Gdynia	64750	0	55500	47300	0	bd.	167550
DCT	0	676945	0	49500	1943363	bd.	2669810
Zatoka Pomorska	0	0	0	1396500	0	bd.	1396500
Zatoka Pomorska	625691	2956966	18140	0	127500	bd.	3728300
Gdańsk	1415200	11700	81750	4500	4550	bd.	1517700

Z oceny strat fizycznych dna morskiego w obrębie wód przybrzeżnych i przejściowych wykonanej w ramach aktualizacji oceny wstępnej obszarów morskich (GIOŚ 2019a) wynika, że wynoszą one mniej niż 10% powierzchni siedlisk w tych akwenach. W większości przypadków presje te są skoncentrowane w wąskim pasie przybrzeżnym, często o szerokości kilkuset metrów, co w przybliżeniu odpowiada 10% szerokości wód przybrzeżnych i znacznie mniejszemu odsetkowi wód przejściowych. Do powierzchni tych nie były zaliczane trwałe umocnienia brzegowe i inne trwałe konstrukcje hydrotechniczne oraz porty. Większość tych ostatnich leży w ujściach rzek i nie wchodzi w zakres ocen stanu elementów hydromorfologicznych wód przybrzeżnych, których odlądowa granica leży wzdłuż linii podstawowej morza terytorialnego, zgodnie z definicją RDW. Wyjątkiem jest port we Władysławowie, który stanowił SZCW w poprzednim cyklu planistycznym. Obecnie port ten został włączony w całości do aJCWP Półwysep Hel.

Ocena wykonana w 2019 r., w ramach aktualizacji wyznaczania silnie zmienionych części wód powierzchniowych (Grela i in. 2019), obejmuje elementy umocnień brzegowych i konstrukcji morskich (poza portami wód przybrzeżnych) i pokazuje, jaki procent strefy newralgicznej dla ciągłości biologicznej jest poddany degradacji.

Powyższe presje wpływają na elementy hydromorfologiczne oraz hydrograficzne i powodują zmianę charakterystyk falowania wiatrowego oraz prądów morskich, a zarazem wzdłuż brzegowego transportu osadów i sedymentacji.

Istotne presje dotyczą brzegu. W strefie litoralu wód przejściowych, znaczący wpływ na procesy ekologiczne ma niszczenie i usuwanie roślinności. Przykładem może być Zalew Pucki. Na podstawie zgody z Urzędu Morskiego w Gdyni na odtworzenie brzegu, dzierżawcy pól campingowych na Półwyspie Helskim doprowadzili do całkowitego usunięcia trzcinowisk poprzez zasypianie ich piaskiem

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

i poszerzenie brzegu. W 1997 r. camping Małe Morze miał ponad 100 metrów brzegu z trzcinami, a obecnie szuwar został zupełnie zniszczony. Z informacji dyrektora Nadmorskiego Parku Krajobrazowego wynika, że Camping Solar miał około 100 metrów trzcinowisk, które również zniknęły. Camping Polaris miał 800 metrów brzegu trzcinowisk, a obecnie ma zaledwie 150 m.

Presję na strefę brzegową tworzy budowa rozmaitych umocnień brzegu, realizowana na długich jego odcinkach. Jej powodem jest wzrost poziomu morza i coraz silniejsze procesy abrazyjne, ale skutkiem jest zaburzenie transportu rumowiska wzdłuż brzegu morskiego i niekiedy zaburzenie procesów tworzących brzeg na innych odcinkach.



Fotografia 72. Budowa ostróg na mierzei jeziora Kopań, 2019.

Fot. Paweł Pawlaczyk



Fotografia 73. Kamienna opaska chroni brzeg, ale za cenę zupełnego zniszczenia naturalnych ekosystemów brzegowych. Wskutek zakłócenia dostawy i transportu piasku, za końcem opaski abrazja jest nasiloną. Poligon Wicko.

Fot. Paweł Pawlaczyk

Chronione siedlisko przyrodnicze, jakim są klify, zależne jest od ciągłych procesów abrazyjnych, odnawiających klif. Abrazja nie jest zagrożeniem dla klifów, a podstawowym czynnikiem ich integralności. Bezpośrednim zagrożeniem jest zabudowa brzegu trwałymi opaskami przerywającymi ciągłość ekologiczną i zaburzająca w różnym stopniu procesy abrazyjne typowe dla tego

geoekosystemu. Jednym ze znaczących efektów ubocznych umacniania jest eliminacja danego odcinka brzegu, jako źródła materiału budującego brzeg po stronie dominujących procesów akumulacji, co jednocześnie sprzyja powstawaniu zatok erozyjnych wymagających sztucznego zasilania piaskiem. Jak wykazały zniszczenia brzegu morskiego powstałe podczas sztormu Axel na przełomie 2016 i 2017 r. trwałe umacnianie nawet brzegów niskich wywołuje silny efekt abrazji plaży na skutek odbijania się fal sztormowych od umocnień (Łabuz 2018).

Istotna degradacja w obrębie klifu, powodująca jego przedwczesne osuwanie się, ma także miejsce na skutek niszczenia i przekształcania gruntów w pobliżu jego krawędzi i podstawy głównie z powodu nieprawidłowej zabudowy, penetracji przez turystów, wydeptywania ścieżek, intensywnego użytkowania rekreacyjnego plaży, zaśmiecania, zanieczyszczania.

Wydmy w polskiej strefie brzegowej Bałtyku w znacznym stopniu zagrożone są przez procesy abrazji, po części naturalne i wzmacniane wzrostem poziomu morza, ale po części będące skutkiem zakłócenia transportu rumowiska i dostawy piasku. W naturalnych warunkach plaża i szeroki pas wydm funkcjonują jako wzajemnie zależny; dynamiczny układ; zalesienie lub inne utrwalenie zaplecza wydm przyspiesza ich zanik i dodatkowo naraża je na abrazję. Próby utrwalania wydm mogą krótkoterminowo chronić brzeg, ale są często niszczące dla wydmych siedlisk przyrodniczych.

5.3 Metody renaturyzacji wód przejściowych, przybrzeżnych i brzegu morskiego

Poniżej przedstawiony jest katalog potencjalnych metod renaturyzacji, mających zastosowanie do wód przejściowych, przybrzeżnych oraz brzegu morskiego. Katalog określa paletę dostępnych środków, z której wybiera się i komponuje program renaturyzacji odpowiedni do konkretnej sytuacji. Nie oznacza to, że każde działanie należy wdrażać wobec każdego renaturyzowanego akwenu, a podstawowe przesłanki, czy dane działanie będzie właściwe i potrzebne, czy też nie, przedstawiono w opisach działań. Układ katalogu jest podobny, jak w przypadku katalogu metod renaturyzacji rzek. Dla odróżnienia od katalogu działań renaturyzacji cieków, działania odróżniono literą „M” (jak „morze”) w kodzie działania. Podobnie jak dla cieków, katalog ułożony jest w kolejności od metod najprostszych (modyfikacje prac utrzymaniowych - MU), przez mniej intensywne działania dodatkowe (MD), do najintensywniejszych środków technicznych (MT), przedstawia też skrótowo grupę działań w zlewni (MZ) oraz niezbędne niekiedy działania pomocnicze (MP).

Opracowany katalog działań jest zbieżny z propozycjami działań na rzecz ochrony wybrzeża, w tym przyrody nadmorskiej zaproponowanymi przez WWF (2013). Z najbardziej zbieżnymi działaniami wymienionymi w broszurze można wymienić: powstrzymanie zabudowy w pasie technicznym, na terenach zalewowych i podtapianych, odtwarzanie siedlisk w rejonach zurbanizowanych i turystycznych, minimalizowanie zabiegów technicznych, nieplanowanie zbiegów ochrony przed erozją jako sztywnych konstrukcji posadowionych na plaży, przywracanie roślinności rodzimej w pasie wybrzeża w miejscowościach turystycznych, zaniechanie wysiewania traw i gatunków ozdobnych, ograniczanie defragmentacji siedlisk.

W cytowanej publikacji (WWF 2013) zawarto także propozycje działań i metod ochrony brzegu najmniej ingerujących w środowisko nadmorskie, co także ma wiele wspólnego z działaniami na rzecz renaturyzacji, chociażby poprzez stosowanie mniej inwazyjnych zabiegów ochrony brzegu. W przypadku brzegów niskich należą do nich: ograniczanie budowy wałów przeciwpowodziowych na terenach niezamieszkałych, a nawet rozbiórka wałów w rejonie takich terenów. Unikanie regulacji ujść rzecznych i rozbudowy falochronów. Na obszarze brzegu wydmy są to: zaniechanie stosowania opasek i falochronów do zatrzymania erozji na brzegu, nie stosowanie zabiegów stabilizujących wydmy na odcinkach poza miejscowościami turystycznymi, zaniechanie prób utrwalania trawami, płótkami stromych erozyjnych zboczy wydmy, ograniczenie defragmentacji siedlisk wydmych zejściami

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

i opaskami betonowymi, ograniczenie zalesiania wałów wydm nadmorskich. W przypadku brzegów klifowych WWF proponuje odstąpienie od zabudowy technicznej podnóża klifów oraz stosowania ciężkich, technicznych rozwiązań ochronnych na plaży. Działanie takie połączone jest z wyznaczeniem strefy buforowej, która byłaby obszarem erodowanym na wybrzeżu klifowym celem zasilania podbrzeża i brzegu w osad. Jej szerokość powinna być skorelowana z tempem cofania wybrzeża w danym miejscu w czasie kolejnych min. 50 lat (pas szerokości co najmniej 50 m).

W powyższym zestawieniu wzięto pod uwagę tylko te działania, które są powiązane z art. 227 i art. 228 ustawy Prawo wodne, dotyczącymi prac utrzymaniowych. Zagadnienia związane z wpływem turystyki, niszczeniem siedlisk, zaśmiecaniem itp. wskazanymi w broszurze WWF (2013) wykraczają poza zakres opracowanego programu renaturyzacji.

Tabela 12. Katalog działań renaturyzacyjnych dla wód przejściowych i przybrzeżnych oraz brzegu morskiego

KOD	GRUPA	DZIAŁANIE
MU1	Modyfikacje renaturyzujące w ramach prac utrzymaniowych	Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin z brzegów wód przejściowych, szczególnie w obrębie zalewów
MU2		Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin z dna wód przejściowych, szczególnie w obrębie zalewów
MU3		Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin pływających i korzeniących się w dnie wód przejściowych i przybrzeżnych
MU4		Zaniechanie lub ograniczenie usuwania drzew i krzewów porastających dno i brzegi wód przejściowych i przybrzeżnych
MU5		Zaniechanie lub ograniczenie usuwania z brzegów i dna wód przejściowych elementów abiotycznych
MU6		Pozostawienie wydm do naturalnego rozwoju
MU7		Unaturalnienie roślinności w strefie wydm białych
MU8		Unaturalnienie roślinności w strefie wydm szarych
MU9		Zaniechanie odbudowy umacniania brzegu
MU10		Zaniechanie odbudowy ostróg
MU11		Zaniechanie zasilania plaż
MU12		Zaniechanie ekstrakcji i niszczenia osadów dennych
MU13		Ograniczenie lub zaniechanie pogłębiania dna oraz składowania urobku bagrowanego w strefie wód przejściowych
MU14		Ochrona barier biogeochemicznych
MD1	Działania dodatkowe	Restytucja roślinności podwodnej
MD2		Restytucja roślinności nadwodnej
MD3		Odbudowa słonych mokradł w strefie brzegowej wód przejściowych zasilanych wodami morskimi
MT1	Działania techniczne	Likwidacja zbędnych barier, przegród i innych liniowych konstrukcji wzdłuż brzegu
MT2		Likwidacja zbędnych obwałowań lub umocnień brzegu ograniczających wymianę wód morskich i śródlądowych
MT3		Likwidacja zbędnej zabudowy portowej. Likwidacja falochronów, pirsów i innych konstrukcji liniowej zabudowy
MT4		Likwidacja trwałych umocnień brzegów
MT5		Zastąpienie istniejących betonowych i żelbetowych umocnień materiałem naturalnym - głązy, kamienie (gabiony)
MT6		Zastąpienie umocnień zabudową biologiczną

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

MT7		Budowa progów podwodnych („sztucznych raf”) z wykorzystaniem materiałów naturalnych lub naturopodobnych
MT8		Likwidacja lub częściowa rozbiórka obwałowań
MT9		Odsuwanie wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych
MZ1	Działania w zlewni	Unaturalnianie mokradeł powiązanych z wodami przejściowymi
MZ2		Usuwanie barier wymianę wód słodkich i morskich
MZ3		Odtworzenie roślinności na terenach przylegających do brzegu.
MZ4		Likwidacja zabudowy hydrotechnicznej w obrębie ujść rzecznych, estuariów.
MP1	Działania pomocnicze	Monitoring stanu hydromorfologicznego dna morskiego i brzegów wód przejściowych i przybrzeżnych
MP2		Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji
MP3		Uzupełnienie rozpoznania procesów abrazji, a w szczególności abrazji wtórnej w strefie brzegu morskiego
MP4		Wykup gruntów w strefie zagrożonej osuwiskami i abrazją klifów
MP5		Działania prawne dotyczące strefy nadbrzeżnej - zakazy
MP6		Działania prawne dotyczące terenów zalewowych - zakazy
MP7		Informacja

MU1 - Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin z brzegów wód przejściowych, szczególnie w obrębie zalewów

Opis: Aktywne kształtowanie stref buforowych. Utrzymanie siedlisk dla organizmów wodnych, w szczególności ryb. Wykaszenie naprzemienne, ograniczenie częstotliwości do pojedynczego wykaszania letniego; w przypadku inwazyjnych gatunków obcych koszenie ukierunkowane na ich eliminację. Może obejmować także eliminację roślinności synantropijnej.

Więcej informacji → WWF 2013. Przykłady dobrych praktyk godzenia ochrony brzegów ochrony przyrody na świecie. Broszura. Oprac. T. Łabuz, Warszawa

Zastosowanie i korzyści: Utrzymanie strefy buforowej w strefie brzegowej wód przejściowych jest szczególnie istotne w zlewniach użytkowanych rolniczo. Optymalizacja funkcjonowania strefy buforowej dla spływu biogenów i zanieczyszczeń do morza. Utrzymanie płątów nieużytkowanej roślinności jako ostoji różnorodności biologicznej, Tworzenie obszarów zmniejszenia i rozproszenia energii fal sztormowych w strefach zagrożonych powodzią lub abrazją

Ryzyko: Głównym ryzykiem jest dominacja roślinności synantropijnej, w tym inwazyjnej, nad roślinnością rodzimą i gatunkami chronionymi.

Wymagania i koszty: Nie wymaga własności gruntu, jeżeli obejmuje zakres pasa technicznego. W przeciwnym przypadku wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu danego akwenu lub umowy z właścicielem gruntu. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Zaniechanie lub ograniczenie wykaszania nie generuje kosztów.

MU2 - Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin z dna wód przejściowych, szczególnie w obrębie zalewów

Opis: Pozostawienie roślinności wodnej do spontanicznego rozwoju.

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie naturalnych warunków siedliskowych. Utrzymanie roślinności jako elementu różnorodności biologicznej i siedliska dla organizmów wodnych. Tworzenie obszarów zmniejszenia i rozproszenia energii fal sztormowych w strefach zagrożonych powodzią lub abrazją.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Działanie dotyczy w całości dna zbiornika wodnego, który jest zarządzany przez urząd morski. Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin nie generuje kosztów.

MU3 - Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin pływających i korzeniących się w dnie wód przejściowych i przybrzeżnych

Opis: Pozostawienie roślinności wodnej do spontanicznego rozwoju.

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie naturalnych warunków siedliskowych. Utrzymanie roślinności jako elementu różnorodności biologicznej i siedliska dla organizmów wodnych. Tworzenie obszarów zmniejszenia i rozproszenia energii fal sztormowych w strefach zagrożonych powodzią lub abrazją.

Wymagania i koszty: Działanie dotyczy w całości zbiornika wodnego, który jest zarządzany przez właściwy urząd morski. Zaniechanie lub ograniczenie usuwania roślin pływających nie generuje kosztów.

MU4 - Zaniechanie lub ograniczenie usuwania drzew i krzewów porastających dno i brzegi wód przejściowych i przybrzeżnych

Opis: Pozostawienie do spontanicznego rozwoju roślinności drzewiastej, w tym drzew zamierających i martwych stabilizujących tereny wydymowe.

Zastosowanie i korzyści: Optymalne funkcjonowanie strefy buforowej rozwiniętej w oparciu o roślinność drzewiastą. Stabilizacja brzegów przez roślinność drzewiastą. Utrzymanie zadrzewień jako ostoji różnorodności biologicznej. Tworzenie obszarów zmniejszenia i rozproszenia energii fal sztormowych w strefach zagrożonych powodzią lub abrazją. Istotne także na brzegu klifowym, gdzie stabilizuje klify (GIOŚ 2019).

Wymagania i koszty: Nie są potrzebne ustalenia własnościowe, ponieważ dotyczą wód morskich oraz pasa technicznego zarządzanego przez urzędy morskie. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Zaniechanie lub ograniczenie usuwania nie generuje kosztów.

MU5 - Zaniechanie lub ograniczenie usuwania z brzegów i dna wód przejściowych elementów abiotycznych

Opis: Ograniczenie lub całkowite zaniechanie prac pielęgnacyjnych plaż z użyciem lekkiego i ciężkiego sprzętu. Ograniczenie intensywnej eksploracji bursztynu. Pozostawianie elementów skalnych, kamieni, powalonych drzew i rumoszu drzewnego, pozostawianie (>90%) kizdiny. Prace pielęgnacyjne, poza zbieraniem odpadów, nie powinny dotyczyć terenów nie wykorzystywanych jako oficjalne kąpieliska, natomiast w obrębie kąpielisk należy stosować metody alternatywne usuwania odpadów i śmieci.

Zastosowanie i korzyści: Inicjowanie spontanicznych procesów związanych z obecnością takich elementów przyrody. Zachowanie materiału siedliska dla organizmów (kizdina). Odtwarzana co roku kizdina jest zasiedlana przez rośliny jednoroczne, a jej występowanie jest bardzo zmienne w czasie i przestrzeni. Naturalne podłoże sprzyja występowaniu roślin o bardzo specyficznych cechach – nitrofitów i jednocześnie halofitów.

Ryzyko: Nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Zaniechanie lub ograniczenie usuwania nie generuje kosztów.

MU6 – Pozostawienie wydym do spontanicznego rozwoju

Opis: Całkowite zaniechanie prac na wydmach; pozostawienie dynamiki wydm procesom naturalnym.

Zastosowanie i korzyści: Umożliwienie naturalnych procesów powstawania wydm w jej wczesnej fazie z zachowaniem ciągu sukcesyjnego i warunków edaficznych. Spontaniczne kształtowanie się kompleksu siedlisk wydmowych. Odtworzenie naturalnych procesów transportu piasku, z ich sezonową i okresową zmiennością; odbudowa wzajemnych zależności wydm i plaży. Nadaje się do zastosowania szczególnie na akumulacyjnych odcinkach wybrzeża, na których procesy powstawania i rozwoju wydm mogą zachodzić bez pomocy człowieka.

Ryzyko: W przypadku uruchomienia procesów abrazyjnych zamiast akumulacji, brak ingerencji może przyspieszyć zanik wydm, choć w takiej sytuacji i tak będzie on najprawdopodobniej trudny do uniknięcia.

Wymagania i koszty: Zaniechanie lub ograniczenie usuwania nie generuje kosztów.

Przykład: Obszary dobrze wykształconych, a funkcjonujących naturalnie, bez żadnych zabiegów, kompleksów wydm: w Słowińskim Parku Narodowym, na poligonie Wicko, w rezerwacie przyrody „Helskie Wydmy”.

MU7 – Unaturalnianie roślinności w strefie wydm białych

Opis: Podstawowym sposobem realizacji działania jest ograniczenie utrwalania wydm i nasadzeń roślinności w miejscach niewymagających ochrony brzegu. Typowe nasadzenia polegają najczęściej na obsadzeniu odkrytych piaszczystych stoków wydm piaskownicą zwyczajną, w celu wspomaganie akumulacji piasku i stymulowania w ten sposób samoistnego odtwarzania wału wydmowego oraz jego poszerzania. Proces ten zachodzi jednak i bez wspomaganie, gdy tylko odpowiednia jest dostawa piasku; zaś bez wystarczającej ilości piasku nasadzenia nie osiągają zamierzonego efektu (istotny jest nie tylko piasek z plaży, ale także stan zaplecza białej wydmy). Negatywnym efektem nasadzeń jest zakłócenie naturalnych procesów transportu piasku przez wiatr. Ograniczenie nasadzeń umożliwi naturalny rozwój wydm. Optymalne warunki znajdzie wówczas prawdopodobnie Inica wonna – chroniony gatunek związany z nagim piaskiem i miejscami rozwiewanymi.

Działanie powinno umożliwić maksymalnie naturalny rozwój roślinności; należy więc zwrócić uwagę, by nie uniemożliwić go przez przykrycie roślinności np. chrustem, a także by nie wprowadzać na wydmy niczego, co mogłoby spowodować jej eutrofizację.

W niektórych przypadkach unaturalnianie roślinności wydmy białej może wymagać usuwania dawnych nasadzeń. Dotyczy to przede wszystkim gatunków obcych – wierzby ostrolistnej *Salix acutifolia* i róży pomarszczonej *Rosa rugosa* (zob. niżej), gatunków często dawniej nasadzanych.

Więcej informacji: Łabuz T. 2013. Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowisko przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. Raport. WWF, Warszawa,

Zastosowanie i korzyści: Działanie związane z potrzebami ochrony białych wydm jako siedliska przyrodniczego i utrzymania naturalnego ciągu sukcesyjnego. Ma zastosowanie szczególnie na akumulacyjnych odcinkach wybrzeża, na których procesy powstawania i rozwoju wydm białych mogą zachodzić bez pomocy człowieka.

Ryzyko: W przypadku uruchomienia procesów abrazyjnych zamiast akumulacji, brak ingerencji może przyspieszyć zanik wydm, choć w takiej sytuacji i tak będzie on najprawdopodobniej trudny do uniknięcia.

Wymagania i koszty: Zaniechanie lub ograniczenie nasadzeń nie generuje kosztów. Aktywna renaturyzacja wymaga wydatków zależnych od szczegółów przedsięwzięcia.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Przykład: W Polsce renaturyzację wydm na Półwyspie Helskim, w tym usuwanie z wydm gatunków obcych (szczególnie róży pomarszczonej) i następnie wprowadzanie typowo wydmovej roślinności (wydmuchrzyca, piaskownica, mikołajek) w odpowiedniej mozaice realizowała Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, w ramach przedsięwzięcia „Rewitalizacja szaty roślinnej i wydmych siedlisk przyrodniczych Cypla Helskiego” (Herbich 2015).

MU8 – Unaturalnianie roślinności w strefie wydm szarych

Opis: Podstawowym sposobem realizacji działania jest ograniczenie nasadzeń roślinności w miejscach niewymagających ochrony brzegu. Negatywnym efektem nasadzeń, niezależnie od wprowadzanego gatunku, jest stabilizacja wydm niszcząca charakter siedliska przyrodniczego, zanik siedlisk chronionej Inicy wonnej *Linaria odora* (gatunek związany z miejscami rozwiewanymi, z nagim piaskiem), niszczenie naturalnej roślinności wydmovej. Ewentualne nasadzenia, wyłącznie gatunków rodzimych typowych dla wydm, należy ograniczać tylko do rejonów wykorzystywanych do intensywnej rekreacji, pozostawiając pozostałe obszary wydmy kształtowane naturalnie.

Elementem renaturyzacji wydm jest niekiedy usunięcie z nich pozostałości elementów antropogenicznych, np. resztek dawnych budowli, czasem związane z nasadzeniem rodzimych gatunków wydmych w ich miejscu.



Fotografia 74. Chroniona Inica wonna (*Linaria odora*) potrzebuje na wydmie szarej miejsc z rozwiewanym piaskiem, a więc potrzebuje by wydma nie była całkiem utrwalona.

Fot. Jolanta Kujawa-Pawlaczyk

W niektórych przypadkach unaturalnianie roślinności wydmy białej może wymagać usuwania dawnych nasadzeń. Dotyczy to przede wszystkim gatunków obcych – wierzy ostroliśnej *Salix acutifolia* i róży pomarszczonej *Rosa rugosa* (zob. niżej), które na wydmie szarej mogą być silnie inwazyjne. Usunięcia może wymagać także nasadzana dawniej kosodrzewina *Pinus mugho*, będąca na wybrzeżu Bałtyku gatunkiem obcym. Szczególnie trudna do usunięcia jest róża pomarszczona, znana w całej Europie jako neofit zagrażający wydmom. Skuteczne usunięcie gatunku jest możliwe, ale trudne – wymaga

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

starannego mechanicznego usuwania wszystkich fragmentów kłaczy i korzeni, sprawdzania skuteczności zabiegu i powtarzania go w kolejnych latach (Weidema 2006, Houston 2008, Kollmann i in. 2011, Herbich 2016 i lit. tam cyt.).

Niekiedy renaturyzacja wydym polega na odtworzeniu naturalnych procesów eolicznych, w tym na usunięciu dawniej wprowadzonych zalesień w celu uruchomienia wydmy. Choć pozornie może to wydawać się „zniszczeniem”, naturalny system plaży i wydym, w którym piasek w różnych okresach roku transportowany jest w różną stronę, może być odporniejszy na działanie morza niż system, w którym wydmy utrwalono i zalesiono, uniemożliwiając wywiewanie z nich piasku.



Fotografia 75. Ekspansja na wydym róży pomarszczonej (*Rosa rugosa*) – inwazyjnego gatunku obcego; sytuacja wymagająca działań renaturyzacyjnych.

Fot. Jolanta Kujawa-Pawlaczyk

Więcej informacji: Łabuz T. 2013. Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowisko przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. Raport. WWF, Warszawa.

Zastosowanie i korzyści: Działanie związane z potrzebami ochrony szarych wydym jako siedliska i utrzymania ciągu sukcesyjnego. Ma zastosowanie szczególnie na akumulacyjnych odcinkach wybrzeża, na których procesy powstawania i rozwoju całego kompleksu wydymowego mogą zachodzić bez pomocy człowieka.

Ryzyko: nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Nie są potrzebne ustalenia własnościowe, ponieważ dotyczą pasa technicznego zarządzanego przez Urzędy morskie. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Zaniechanie lub ograniczenie nasadzeń nie generuje kosztów. Aktywna renaturyzacja wymaga wydatków zależnych od szczegółów przedsięwzięcia. Koszt usuwania róży pomarszczonej jest rzędu 25 euro/m².

Przykład: W Polsce renaturyzację wydym na Półwyspie Helskim, w tym usuwanie z wydym gatunków obcych (szczególnie róży pomarszczonej) realizowała Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, w ramach przedsięwzięcia „Rewitalizacja szaty roślinnej i wydymowych siedlisk przyrodniczych Cypla Helskiego” (Herbich 2015). Zrenaturyzowane wydmy są udostępnione jako Park Wydymowy w Helu

(por. działanie MP7). Zwalczanie róży pomarszczonej jest elementem wielu przedsięwzięć renaturyzacji wydm w Europie Zachodniej.

MU9 - Zaniechanie odbudowy umacniania brzegu

Opis: Całkowite zaniechanie odtwarzania istniejących umocnień ulegających degradacji lub odstąpienie od planów budowy nowych.

Zastosowanie i korzyści: Stopniowe przywrócenie naturalnych procesów hydrodynamicznych w strefie aktywnej pasa wód przybrzeżnych. Dopuszczenie do naturalnego rozwoju zróżnicowanej linii brzegowej: klifów, zatok, cypli. Dopuszczenie do abrazji i przywracanie równowagi bilansu rumowiska. Działanie znajduje potencjalne zastosowanie tam, gdzie chodzi o przywrócenie procesów abrazyjnych, a więc np. tam gdzie celem jest ochrona klifów bądź związanych z nimi gatunków, albo odtworzenie naturalnego krajobrazu brzegu. Działanie ma sens także w sytuacjach, gdy obecne umocnienie wywołuje negatywne skutki dla dynamiki brzegu na odcinkach sąsiednich.

Ryzyko: Degradacja umocnień może powodować abrazję brzegu, groźną gdy w strefie przybrzeżnej istnieje zabudowa.

Wymagania i koszty: Cały teren znajduje się w obrębie pasa technicznego. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Zaniechanie odbudowy nie generuje kosztów.

MU10 - Zaniechanie odbudowy ostróg

Opis: Całkowite zaniechanie odtwarzania istniejących umocnień ulegających degradacji (a tym samym postępujący ich rozpad) lub odstąpienie od planów budowy nowych.

Zastosowanie i korzyści: Stopniowe przywrócenie naturalnych procesów hydrodynamicznych w strefie aktywnej pasa wód przybrzeżnych. Dopuszczenie do naturalnego rozwoju zróżnicowanej linii brzegowej: klifów, zatok, cypli. Dopuszczenie do abrazji i przywracanie równowagi bilansu rumowiska. Działanie ma sens szczególnie w sytuacjach, w których odcinki zabudowane ostrogami wywołują negatywne skutki dla dynamiki brzegu na odcinkach sąsiednich.

Ryzyko: Związane jest z konsekwencjami przywrócenia naturalnego układu hydrodynamicznego i transportu osadów.

Wymagania i koszty: Cały teren znajduje się w obrębie pasa technicznego. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Zaniechanie odbudowy nie generuje kosztów.

MU11 - Zaniechanie zasilania plaż

Opis: Całkowite zaniechanie odtwarzania niszczonych przez falowanie i prądy fragmentów brzegu.

Zastosowanie i korzyści: Dopuszczenie do abrazji i przywracanie równowagi bilansu rumowiska. Stopniowe przywrócenie naturalnych procesów hydrodynamicznych związanych z abrazją i transportem materiału skalnego, który ostatecznie odkłada się w innych, naturalnych rejonach. Dopuszczenie do naturalnych procesów hydrodynamicznych brzegu celem przywrócenia zróżnicowania morfologii brzegu.

Ryzyko: W konsekwencji zaniechania zasilania plaż może dojść do niepożądanych procesów niszczenia terenów nadmorskich oraz osłabienia czynnika rozpraszania fal sztormowych, jakim są szerokie plaże.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Cały teren znajduje się w obrębie wód morskich zarządzanych przez urzędy morskie. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Zaniechanie zasilania plaż nie generuje kosztów.

MU12 - Zaniechanie ekstrakcji i niszczenia osadów dennych

Opis: Całkowite zaniechanie naruszania osadów oraz tworzenia wyrobisk na skutek poboru osadów do refulacji w wodach przejściowych i przybrzeżnych.

Zastosowanie i korzyści: Pobór osadów dennych jako refulatu powoduje powstawanie wyrobisk zaburzających naturalną strukturę dna płytkich wód przejściowych. Naruszenie osadów dennych stanowi istotny problem środowiskowy występujący podczas prac utrzymaniowych związanych z przemieszczaniem osadu dennego. W trakcie prac do toni wodnej przedostaje się zawiesina materiału nieorganicznego rozprzestrzeniającego się w losowych kierunkach przepływu wód, następnie ulega stopniowej sedymentacji, zgodnie ze strukturą cząstek zawiesiny.

W przypadku prowadzenia prac w obrębie skupisk roślinności podwodnej lub organizmów dennych zachodzi ryzyko okresowego pokrycia siedliska warstwą osadu prowadząc do chwilowej degradacji środowiska. Stopień degradacji zależy od grubości warstwy osadu i czasu jego zalegania.

Ryzyko: Nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Nie wymaga nakładów finansowych.

MU13 - Ograniczenie lub zaniechanie pogłębiania dna oraz składowania urobku bagrowanego w strefie wód przejściowych

Opis: Wyznaczenie nowych miejsc składowania urobku w strefie położonej poza wodami przejściowymi i przybrzeżnymi.

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie naturalnego stanu siedlisk bentosowych oraz ograniczenie przedostawania się do toni wodnej substancji szkodliwych. Przykładem niewłaściwego składowania urobku są składowiska w rejonie Zalewu Szczecińskiego.

Ryzyko: Nie występują żadne ryzyka.

Wymagania i koszty: Nie wymaga nakładów finansowych. W przypadku zmiany lokalizacji składowania urobku bagrowanego mogą wzrosnąć koszty transportu materiału wydobywanego z pogłębiania.

MU14 - Ochrona barier biogeochemicznych

Opis: Pozostawienie naturalnego ukształtowania terenu nadmorskiego funkcjonującego jako bariery biogeochemiczne.

Zastosowanie i korzyści: Utrzymanie naturalnej bariery dla powierzchniowego spływu biogenów i innych zanieczyszczeń do morza.

Wymagania i koszty: Wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu danego akwenu lub umowy z właścicielem gruntu w celu zapobieżenia przekształceniu zagospodarowania gruntów.

MD1 - Restytucja roślinności podwodnej

Opis: Okresowe nasadzenia trawy morskiej (*Zostera marina*).

Więcej informacji → Projekt Zostera <http://water.iopan.gda.pl/projects/Zostera/index-pl.html>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

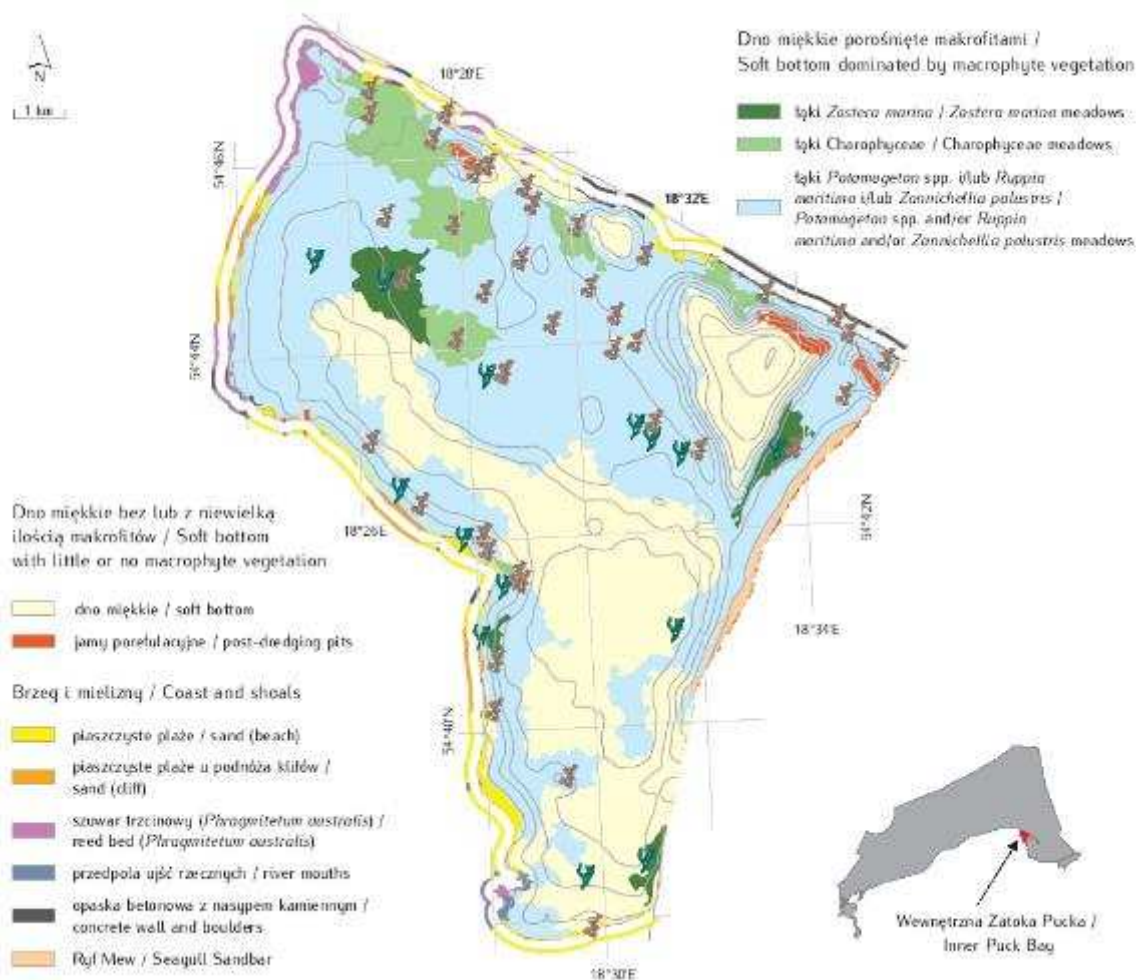
Więcej informacji: Celem projektu było przywrócenia łąk trawy morskiej *Zostera marina* w miejscach jej naturalnego wcześniejszego występowania w Zatoce (<http://www.zostera.pl>).

Projekt łączy w sobie założenia sprawdzonej w praktyce europejskiej biomanipulacji (zasilenie drapieżnikami) oraz inżynierii ekosystemowej (restytucja trawy morskiej i zniszczonych odcinków szuwaru przybrzeżnego).

Wymagania i koszty: Projekt zakładał odbudowanie siedlisk trawy morskiej *Zostera marina* najbardziej optymalną pod względem relacji efektu do kosztów metodą. Odbudowę poprzedzi szczegółowa inwentaryzacja i uważny wybór obszarów optymalnych do nasadzeń, uwzględniający charakterystykę dna, miejsca historycznego i obecnego występowania oraz stopnia fragmentacji łąk podwodnych trawy morskiej.

Zastosowanie i korzyści: Zwiększenie powierzchni występowania łąk podwodnych trawy morskiej *Zostera marina*.

Przykład: aJCWP Zalew Pucki, projekt Zostera.



Rysunek 62. Występowanie roślinności podwodnej w wewnętrznej Zatoce Puckiej (2007-2009 r.).

Źródło: <http://water.iopan.gda.pl/projects/Zostera/news-pl.html>

MD2 - Restytucja roślinności nadwodnej

Opis: Okresowe nasadzenia szuwaru przybrzeżnego (trzciny pospolitej *Phragmites australis*) w celu jego restytucji, ponieważ zniszczone siedliska trzciny nie odtwarzają się łatwo i szybko. Działania administracyjne skierowane na zahamowanie nadmiernej antropopresji są niezbędne aby zatrzymać proces degradacji, jednak restytucja trzciny w zniszczonych miejscach jest konieczna aby szybciej doprowadzić odcinki brzegu do stanu zbliżonego do naturalnego. Nasadzenia zmniejszą stopień fragmentacji siedlisk makrofitów przybrzeżnych będących schronieniem fauny naroślinnej i narybku ryb.

Więcej informacji: Jeden z celów projektu Zostera to przywrócenie naturalnego charakteru Półwyspu Helskiego poprzez odbudowę zbiorowisk trzciny w miejscach gdzie trzcinowiska i słone bagna zostały zniszczone przez rozwój infrastruktury rekreacyjnej.

Zastosowanie i korzyści: Zwiększenie powierzchni występowania szuwaru przybrzeżnego (trzciny pospolitej *Phragmites australis*).

Wymagania i koszty: Niezbędne jest wyhodowanie trzciny do nasadzeń, z rodzimego materiału macierzystego, pod nadzorem merytorycznym specjalisty z ośrodka produkcji sadzonek trzciny. Wyprodukowane sadzonki muszą być duże i silne, ponieważ warunki panujące w strefie przybrzeżnej pozbawionej wcześniej szuwaru są trudne. Koszty są zależne od skali przedsięwzięcia i obejmują wyhodowanie trzciny oraz wykonanie nasadzeń na brzegu. Przybliżony koszt to ok. 8000 euro/ha.

Przykład: aJCWP Zalew Pucki, projekt Zostera.

MD3 - Odbudowa słonych mokradeł w strefie brzegowej wód przejściowych zasilanych wodami morskimi

Opis: Nasadzenia roślinności nad- i podwodnej.

Zastosowanie i korzyści: Odtworzenie naturalnych warunków słonych mokradeł. Odtworzenie warunków siedliskowych.

Wymagania i koszty: Wymaga uzgodnień z Urzędami Morskimi. Główne koszty, to koszt sadzonek oraz ekspedycji celem wykonania nasadzeń.

MT1 - Likwidacja zbędnych barier, przegród i innych liniowych konstrukcji wzdłuż brzegu

Opis: Odtwarzanie warunków transportu rumowiska wzdłuż brzegu morskiego. Przywracanie naturalnych warunków sedimentacji osadów w strefie brzegu morskiego.

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie lub odbudowa procesów litodynamicznych oraz struktury substratu dennego i osadów. Dopuszczenie do abrazji i przywracanie równowagi bilansu rumowiska. Dopuszczenie do naturalnych procesów hydrodynamicznych brzegu celem przywrócenia naturalnego zróżnicowania morfologii brzegu.

Ryzyko: Zależy od pierwotnej funkcji obiektu likwidowanego. W przypadku obiektów związanych z ochroną przeciwsztorową może wystąpić zagrożenie.

Wymagania i koszty: Nie wymaga zmian własności w przypadku, gdy obiekty znajdują się w obrębie wód morskich lub pasa technicznego. Koszt rozbiórki obiektów stanowi 80% kosztów ich budowy. Zależny jest o wielkości, długości obiektu.

MT2 - Likwidacja zbędnych obwałowań lub umocnień brzegu ograniczających wymianę wód morskich i śródlądowych

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Opis: Przywracanie warunków dla okresowych wlewów wód morskich do jezior przybrzeżnych.

Zastosowanie i korzyści: Odtworzenie naturalnych warunków wymiany wód. Umożliwienie migracji organizmów wodnych.

Ryzyko: Istnieje pewne ryzyko, że połączenie będzie zasypywane przez piasek niesiony z falami podczas okresów sztormowych i wymagane będzie wykonywanie nowego przekopu.



Fotografia 76. Przesmyk przez mierzę jeziora Kopań, okresowo przekopywany. Stan po przekopaniu w listopadzie 2019 r.

Fot.: W. Krzywiński

Wymagania i koszty: Koszt rozbiórki umocnień betonowych stanowi około 80% kosztów budowy umocnień.

Przykład: wody przybrzeżne Basenu Bornholmskiego – mierzeja jez. Kopań.

MT3 - Likwidacja zbędnej zabudowy portowej. Likwidacja falochronów, pirsów i innych konstrukcji liniowej zabudowy

Opis: Rozbiórka budowli i przywracanie możliwie naturalnego brzegu morza.

Więcej informacji: WWF 2013. Przykłady dobrych praktyk godzenia ochrony brzegów ochrony przyrody na świecie. Broszura. Oprac. T. Łabuz, Warszawa.

Zastosowanie i korzyści: Odtwarzanie warunków transportu rumowiska wzdłuż zabudowanego brzegu morskiego. Działanie oznacza ingerencję na wielką skalę, jest więc rzadko stosowane, ale ma precedensy na świecie i w Europie. Jego zastosowaniem jest likwidacja portów, które utraciły sens istnienia, albo rozebranie tych elementów infrastruktury, których negatywny wpływ na procesy brzegowe okazuje się niemożliwy do zaakceptowania. Celem działania jest przywrócenie lub odbudowa procesów litodynamicznych oraz struktury substratu dennego i osadów; dopuszczenie do

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

naturalnych procesów hydrodynamicznych brzegu celem przywrócenia naturalnego zróżnicowania morfologii brzegu.



Fotografia 77. Przykład likwidacji portu (fotografia u góry) i przekształcenia terenu w rezerwat przyrody (fotografia na dole). Ostenda, Belgia.

Źródło: WWF, 2013

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Pełna realizacja takiego działania pociąga za sobą duże koszty związane z rozbiórką wszystkich żelbetonowych konstrukcji i wywiezieniem wszystkich pozostałości gruzu betonowego poza teren i może sięgać setek milionów Euro.

Przykład: Port wojenny w Belgii (za WWF 2013).

MT4 - Likwidacja trwałych umocnień brzegów

Opis: Usunięcie istniejącej zabudowy brzegu klifowego lub wydmowego, szczególnie powstałej w wyniku niewłaściwych przesłanek. Często infrastruktura taka powoduje znaczącą degradację brzegu i zapleczka wydm. Odtworzenie procesów abrazji morskiej. Odtworzenie naturalnych procesów eolicznych w strefie plaży. Świadczenia bardzo negatywnego oddziaływania „twardych” umocnień są przedstawione w pracy Łabuz (2018), prezentującej efekt niszczący falowania sztormowego odbitego od żelbetonowych opasek brzegowych.

Więcej informacji →

- Łabuz T. 2013. Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowisko przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. Raport. WWF, Warszawa
- Łabuz T. 2018. Erozja wydm na mierzejach Zatoki Koszalińskiej jako efekt ponadprzeciętnych zdarzeń sztormowych Barbara i Axel z przełomu 2016 i 2017 r. Przegląd Geograficzny 90, 3, s. 435–477.

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie procesów abrazji dostarczających materiału do naturalnej budowy brzegu. Dopuszczenie do naturalnych procesów hydrodynamicznych celem przywrócenia zróżnicowania morfologii brzegu. Umożliwienie występowania naturalnych procesów budowania brzegu i procesów wydmytujących, zachowania warunków siedliskowych. Dotyczy umocnień zbędnych, które nie są efektywne dla ochrony terenów zabudowanych lub zainwestowanych.

Ryzyko: W wyniku działania może niezbędne wykonanie sztucznego zasilania, które jednak pociąga za sobą znacznie mniejsze skutki uboczne. Jakkolwiek sztuczne zasilanie ma ograniczony zakres stosowalności, ponieważ wpływ na zmianę rozkładu falowania i prądów oraz degraduje siedliska bentosowe.

Wymagania i koszty: Koszt rozbiórki stanowi około 80% kosztów budowy umocnień.

MT5 - Zastąpienie istniejących betonowych i żelbetonowych umocnień materiałem naturalnym - głazy, kamienie (gabiony)

Opis: Likwidacja betonowych i żelbetonowych brzegu i zastąpienie ich umocnieniami biotechnicznymi, bardziej naturalnymi i stwarzającymi lepsze warunki siedliskowe organizmom morskim, szczególnie w sytuacji naprawy lub odbudowy umocnień.

Więcej informacji → Łabuz T. 2013. Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowisko przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. Raport. WWF, Warszawa

Zastosowanie i korzyści: Częściowe przywrócenie bardziej naturalnych warunków siedliskowych, poprawa siedlisk dla organizmów morskich. Wdrożenie możliwe jest jednak tylko tam, gdzie bardziej naturalny materiał jest odpowiedni technicznie. Działanie możliwe do ewentualnego wdrażania np. przy remoncie i przebudowie istniejących umocnień.

Ryzyko: Rozwiązania naturopodobne mogą okazać się bardziej narażone na zniszczenia sztormowe. Ich wprowadzanie wymaga rozważ, starannego projektowania i odpowiednich obliczeń wytrzymałościowych.

Wymagania i koszty: Koszt rozbiórki umocnień betonowych stanowi około 80% kosztów budowy umocnień. Budowa nowych umocnień, to około 2500 Euro za m.b.

MT6 - Zastąpienie umocnień zabudową biologiczną

Opis: Zastąpienie betonowych i żelbetonowych umocnień brzegu zabudową biologiczną. Działanie dedykowane jest np.: zabezpieczeniu odcinków wybrzeży wydmywanych ulegających wtórnej abrazji, może dotyczyć odbudowy stref szuwarowych w obrębie płytkich zatok morskich, jako stref buforowych rozpraszających energię fal, jednocześnie zwiększających bioróżnorodność oraz tworzących strefy buforowe wzdłuż brzegów zapobiegając spływom zanieczyszczeń ze zlewni.

Zastosowanie i korzyści: Częściowe przywrócenie naturalnych warunków siedliskowych. Działanie może znaleźć zastosowanie tam, gdzie wprowadzenie ciężkich umocnień okazało się błędem, np. generuje znaczne negatywne oddziaływania na sąsiednie odcinki brzegu.

Ryzyko: Zmiana zabudowy na biologiczną jest zmianą jej funkcji i skuteczności ochrony, zabudowa biologiczna ma bowiem zastosowania inne niż techniczna. Należy liczyć się z większą dynamiką brzegu, nawet gdy pozytywne skutki działania dla środowiska przyrodniczego i dla sąsiednich odcinków brzegu będą przeważające.

Wymagania i koszty: Koszt rozbiórki umocnień betonowych stanowi około 80% kosztów budowy umocnień. Budowa nowych umocnień, to około 2500 Euro za m.b.

MT7 - Budowa progów podwodnych („sztucznych raf”) z wykorzystaniem materiałów naturalnych lub naturopodobnych

Opis: Budowa „sztucznych raf” (progów podwodnych; twardych struktur) na dnie morza. Stosowane są kamienie lub specjalne elementy betonowe, o kształcie zapewniającym różnorodność warunków mikrosiedliskowych gatunkom zasiedlającym rafę, możliwości ukrycia rybom – tzw. „moduły siedliskowe”. Dobre efekty uzyskiwano np. przy zastosowaniu elementów o kształcie „garnca z otworami”. Stosowane są też ażurowe betonowe walce.

Więcej informacji →

- Chojnacki J., Raczyńska M., Grzeszczyk-Kowalska A., Zamkowski T. (2013). Sztuczne rafy jako innowacyjna biotechnologia wykorzystywana w procesie rewitalizacji środowiska morskiego. *Ekologia i Technika* 21, 4: 141-149.
- Jensen A., Collins K., Lockwood A.P. (eds.) 2012. Artificial reefs in European seas. Springer Science & Business Media.

Zastosowanie i korzyści: Z punktu widzenia renaturyzacji, sens działania polega na wzbogaceniu środowiska morskiego w twarde struktury, mogące stanowić zastępcze podłoże dla organizmów dna kamienistego, bardzo rzadkiego w polskiej strefie Bałtyku. Skutkiem jest zwiększenie różnorodności hydrobiontów oraz stworzenie miejsc tarliskowych dla ryb. Działanie budzi jednak pewne kontrowersje, właśnie ze względu na wprowadzanie sztucznych elementów, zmieniających charakter dna. Dawniej oczekiwano, że sztuczne rafy będą wspomagać naturalne procesy oczyszczające wody, jednak musiałyby być zastosowane na bardzo szeroką skalę, by to oddziaływanie było istotne.

Ta sama technologia bywa wykorzystywana poza zakresem renaturyzacji – do rozpraszania energii fal w celu ochrony brzegu. Wówczas najczęściej budowane są progi równoległe do linii brzegowej. Choć ich celem jest głównie ochrona brzegu, to mogą być zasiedlane przez organizmy dna kamienistego; zwiększając w ten sposób różnorodność biologiczną.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Ryzyko: Zdarza się, że konstrukcje nie spełniają swojej roli przy niskich poziomach morza. Notowano problemy z utrzymaniem trwałości sztucznych raf po sztormach.

Wymagania i koszty: Budowa raf seminaturalnych wymaga posadowienia konstrukcji, na których będzie rozwijała się roślinność podwodna. Koszt budowy 4 km rafy żelbetowej w Ustce, Rowach i Łebie wyniósł 144 mln PLN.

Przykład: Pierwsze polskie sztuczne rafy zostały zlokalizowane w strefie przybrzeżnej Zatoki Pomorskiej w 1990 r. jako eksperyment w zakresie rewitalizacji środowiska morskiego w Południowym Bałtyku, Sztuczne podłoże okazało się doskonałym siedliskiem dla zespołu omułka *Mytilus edulis*, w rejonie sztucznej rafy stwierdzono również duże koncentracje ryb i ich larw. W II dekadzie XXI w. sztuczne rafy zbudowano jako budowle ochrony brzegu w Rowach, Ustce i Darłównu.

MT8 - Likwidacja lub częściowa rozbiórka obwałowań

Opis: Rozbiórka zbędnych obwałowań. Odtwarzanie stref zalewowych (poldery) powstających w wyniku powodzi sztormowych poprzez częściową lub całkowitą likwidację obwałowań, w szczególności „chroniące” tereny przewidywane jako poldery zalewowe.

Zastosowanie i korzyści: Przywracanie obszarów zalewowych terenów nadmorskich. Naturalna ochrona przed zalewaniem terenów położonych powyżej maksymalnego poziomu morza.

Ryzyko: Rozebranie odcinka wału odmorskiego może wpłynąć na konflikty społeczne spowodowane zabudową powstającą wbrew istniejącym, udokumentowanym zagrożeniom powodziowym na terenach zalewowych.

Wymagania i koszty: Koszty rozbiórki wału można szacować na poziomie 80% kosztów jego budowy. Wymaga własności obszaru przewidzianego do zalewania.

Przykład: Polder Aklamer Stadtbruch nad Zalewem Szczecińskim, w części niemieckiej, w pobliżu miasta Anklam. W tym ostatnim przypadku w 1995 r. przy wysokim stanie wody doszło do zalania użytkowanego rolniczo polderu; kilkuletnich dyskusjach i próbach zdecydowano, by go nie odtwarzać i nie kontynuować odpompowywania wody z polderu. W rezultacie powstał zabagniony obszar, którego użytkowania zaniechano i zadeklarowano go jako obszar chronionej przyrody. Dziś Aklamer Stadtbruch ma wybitne walory przyrodnicze, w szczególności jest ważną ostoją ptaków i miejscem turystyki ornitologicznej (Theuerkauf i Timmermann 2006).

Przykłady likwidacji wałów są też elementem renaturyzacji estuarium Skaldy (Scheldt) w Belgii.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



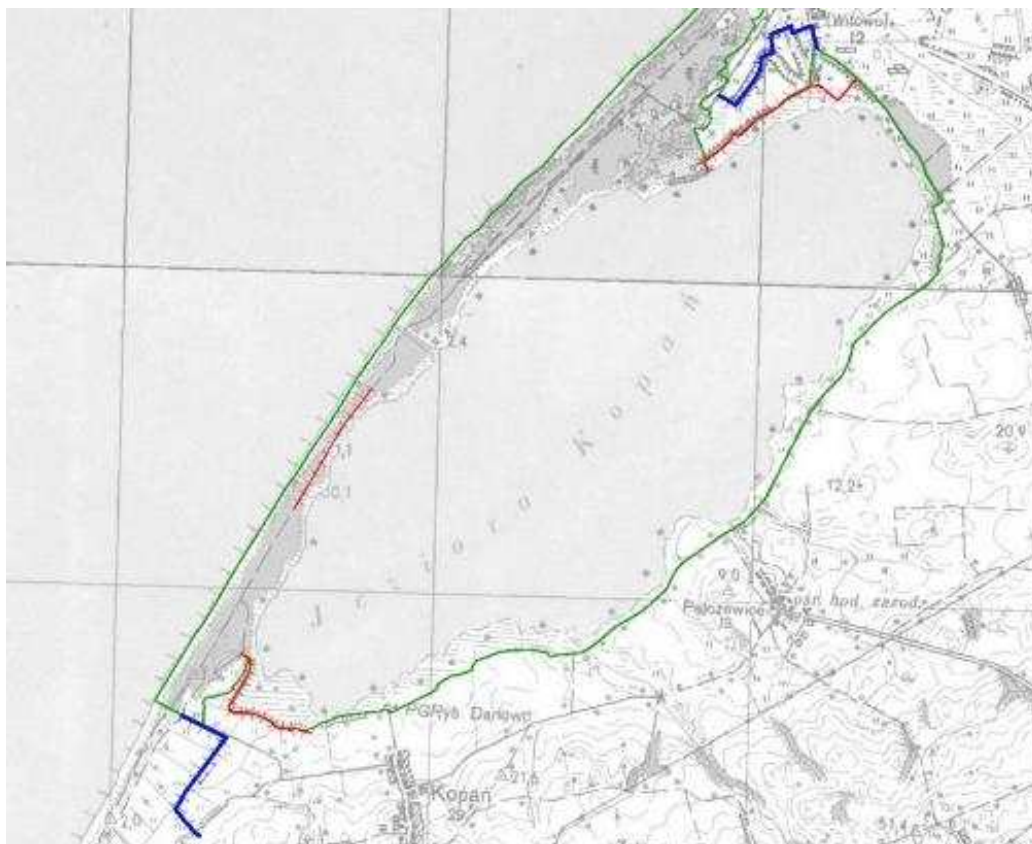
Fotografia 78. Dawny polder Anklamer Stadtbruch nad Zalewem Szczecińskim – spontaniczna renaturyzacja po przerwaniu obwałowań i decyzji o ich nieodtworzeniu.

Fot. P. Pawlaczyk

MT9 - Odsuwanie wałów przeciwpowodziowych i przywracanie terenów zalewowych

Opis: Likwidacja wałów (jak w działaniu MT8) i jednoczesna budowa nowych wałów w bardziej oddalonych od brzegu lokalizacjach w celu zachowania ochrony powodziowej.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 63. Przykład propozycji zlikwidowania -kreska czerwona i zbudowania nowych wałów – kreska niebieska w rejonie mierzei jez. Kopań na styku polskich wód przybrzeżnych Basenu Bornholmskiego i jez. Kopań.

Źródło: oprac. własne.

Zastosowanie i korzyści: Przywracanie obszarów zalewowych terenów nadmorskich. Likwidacja wałów o wątpliwej przydatności, których istnienie nie jest zbieżne z adaptacją do zmian klimatycznych i jednocześnie powoduje znaczące skutki przyrodnicze.

Ryzyko: Konflikty społeczne.

Wymagania i koszty: Wymaga rozbiórki całkowitej lub częściowej istniejącego wału przeciwpowodziowego i jednocześnie budowy wałów w nowym miejscu. Może wymagać własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu danego akwenu lub umowy z właścicielem gruntu, na którym zostanie zbudowany nowy wał przeciwpowodziowy. Koszty zależne od sytuacji terenowej i parametrów wałów.

Przykład: Karendorfer Wiese k. Greifswaldu w Meklenburgii – dawny obwałowany polder nadbrzeżny nad samym brzegiem Bałtyku. W latach 90-tych XX w. dla ochrony przyrody rozebrano wały otaczające polder i zasypano rowy. Zbudowano inny wał chroniący wieś i podniesiono nasyp drogi prowadzącej na wyspę Koos. Teren jest obecnie okresowo zlewany przy wysokim stanie morza, wypasany przez bydło i bawoły wodne – wykształcił się półnaturalny krajobraz słonych łąk z rozlewiskami wody; jest to atrakcyjne miejsce do obserwacji ptaków.

W ramach przedsięwzięcia „Kueste schatz” (<https://www.xn--schatzkste-geb.com/schatzkueste/>) na bałtyckim wybrzeżu Meklenburgii, w obiektach Bresewitz (k. Zingst) i Dramendorf (na wyspie Rugia) prowadzona jest rozbiórka obwałowań polderów nadmorskich, które mają być przywrócone jako tereny zalewowe wód morskich.

Przykłady odsuwania wałów są też elementem renaturyzacji estuarium Skaldy (Scheldt) w Belgii.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 64. Renaturyzacja dawnego polderu Karrendorfer Wiese na brzegu Bałtyku w Meklenburgii przez zmianę przebiegu wału przeciwpowodziowego.

Uzyskano obszar okresowo zalewany wodami morskimi. Problemem okazała się grobla – droga na wyspę Koos, którą podwyższono; okazało się, że przeszkadza to odtworzeniu się naturalnego przepływu wód. Na pd. od wyspy Koos widoczne także okresowo odsłaniane spod wody płycizny – cenny naturalny element geokosystemu strefy brzegowej morza

Oprac. własne na tle zdjęcia zoom.earth



Fotografia 79. Rozlewiska na dawnym polderze Karrendorfer Wiese.

Fot. P. Pawlaczyk

MZ1 –Unaturalnianie mokradeł powiązanych z wodami przejściowymi

Opis: Renaturyzacja mokradeł w bezpośredniej zlewni wód przejściowych, np. zalewów. Ze względu na specyfikę wód przejściowych, związane z nimi są specyficzne mokradła, o słonawym charakterze. Roślinność poszczególnych stref mokradeł uzależniona jest od ich tolerancji na zasolenie lub "zastodzenie" podłoża. Roślinność rosnąca słonawej musi być zdolna do przetrwania w warunkach obecności soli, okresowego zatapiania, oraz okresowych ruchów wód. Roślinność wyżej położona musi tolerować okresowe przesuszenia i niską zawartość składników pokarmowych. Stwierdzono, że roślinność wyżej położonych stanowisk solnisk nadmorskich ograniczona jest do gatunków wygrywających konkurencję z innymi roślinami, którym brak siedliskowych mechanizmów ochronnych, natomiast roślinność niżej położonych stanowisk ogranicza się do roślin tolerujących wysokie zasolenie, ruchy wodne i niski poziom tlenu. Poza tym znaczenie mokradeł w zlewni polega głównie na retencji wody poprzez ograniczenie jego odpływu. Mokradła odgrywają rolę naturalnych oczyszczalni, w których następuje transformacja zanieczyszczeń dopływających np. ze źródeł rolniczych. Ponad to słone mokradła są ważnym siedliskiem dla rozwoju ryb oraz zwierząt takich jak migrujące ptaki, a także stanowią ochronną barierę przybrzeżną.

Renaturyzacja solnisk nadmorskich wymaga odtworzenia naturalnych warunków wodnych, obok samego uwodnienia kluczowy jest dostęp wód słonych. Mokradła takie wymagają zwykle ochrony czynnej przez wypas; inaczej mogą przekształcić się w monotonne szuwary trzcinowe z pojedynczym tylko występowaniem halofitów, np. sitowca nadmorskiego *Bulboschoenus maritimus*. Metodą renaturyzacji wilgotnych łąk jest ich koszenie, połączone z usuwaniem poza ekosystem skoszonej biomasy.

Zastosowanie i korzyści: Utrzymanie cenny siedlisk przyrodniczych i siedlisk ptaków. W przypadku niektórych mokradeł, zahamowanie rozkładu i przywrócenie akumulacji torfów i torfopodobnych utworów solniskowych, a tym samym akumulacja CO₂. Działanie znajduje zastosowanie wszędzie tam, gdzie zachowały się pozostałości odpowiednich mokradeł nadające się jeszcze do renaturyzacji.

Ryzyko: Nie występuje znaczące ryzyko poza konfliktami własnościowymi. W rezerwatach nad Zalewem Puckim głównym zagrożeniem jest doprowadzanie wód burzowych i ścieków do Zalewu oraz kanałów przecinających teren rezerwatów; intensywna penetracja terenu przez turystów i ludność miejscową.

Wymagania i koszty: Działanie może wymagać zmiany w formie użytkowania renaturyzowanych mokradeł, jak i obszarów położonych w ich sąsiedztwie (wzrost poziomu wód gruntowych może skutkować lokalnymi podtopieniami). Koszt zależy od warunków lokalnych. Średni koszt renaturyzacji mokradła o powierzchni 1 ha szacowany jest na 9000 euro.

Przykład: Rezerwat Słone łąki u brzegu Zatoki Puckiej u nasady Półwyspu Helskiego. Rezerwat Beka nad Zalewem Puckim.

MZ2 - Usuwanie barier ograniczających wymianę wód słodkich i morskich

Opis: Renaturyzacja cieków lub połączeń wód słodkich z morzem. Przywrócenie optymalnych warunków przepływu wód i ich odpływu do morza, a także okresowych wlewów wód morskich do ekosystemów śródlądowych. Usuwanie barier utrudniających łączność wód słodkich z wodami morskimi. Np. rozbiórka wrót sztormowych, albo ich praca w sposób umożliwiający wlewy wód sztormowych; usunięcie fragmentu wału przeciwsztormowego na mierzei jeziora, na szerokość umożliwiającą okresowe przelewy wód sztormowych przez mierzeję.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 80. Fragmentu wału przeciwsztormowego, do rozważenia likwidacji i umożliwienia przelewania się fal sztormowych przez mierzeję, w najwęższym miejscu mierzei jeziora Kopań.

Fot. W. Krzywiński

Zastosowanie i korzyści: Przywrócenie drożności cieków dla organizmów wodnych. Odtworzenie hydromorfologicznej roli przepływów wysokich i niskich. Umożliwianie okresowych wlewów wód morskich do jezior przymorskich i zalewów, determinujące utrzymanie ich słonawego charakteru. Ochrona gatunków bytujących w słonowodnych siedliskach. Poprawa stanu siedliska przyrodniczego 1150 - Laguny przymorskie (obejmującego jeziora przymorskie i zalewy), zależnego od zasolenia i przynajmniej okresowego dopływu wód morskich.

Ryzyko: Odtwarzanie połączenia jeziora z morzem może okresowo ulegać zamknięciu ze względu na transport osadu, co będzie wymagało wykonania prac utrzymaniowych. Likwidacja urządzeń wodnych, np. wrót sztormowych, choć w okresach sztormowych zapewni wlewy wód morskich do jezior przymorskich, może zwiększać ryzyko powodziowe, któremu te wrota miały zapobiegać.

Wymagania i koszty: Zależne od indywidualnej sytuacji.

MZ3 - Odtworzenie roślinności na terenach przylegających do brzegu.

Opis: Celem jest ograniczanie spływu powierzchniowego – zalesienie. Najważniejszą funkcją tych stref jest buforowanie i filtrowanie zanieczyszczeń pomiędzy ekosystemami, istotne zwłaszcza, gdy ekosystem lądowy stanowi agrocenoza. Dodatkowo, stanowią one ostoje różnorodności biologicznej. Przywracanie właściwej struktury strefie ochronnej, obejmującej zarówno zadrzewienia i zakrzewienia, jak i zbiorowiska o charakterze łąkowym czy nieużytki wzdłuż brzegu morskiego przyczynia się do odtwarzania naturalnego charakteru ekosystemów wód stojących i płynących. Roślinność w tej strefie powinna być pozostawiona do spontanicznego rozwoju, co szczególnie dotyczy drzew i krzewów, w tym także zamierających i martwych.

Zastosowanie i korzyści: Utworzenie naturalnych stref buforowych, dzięki czemu zostanie ograniczony spływ powierzchniowych biogenów i zanieczyszczeń. Utrzymanie jak największej naturalności strefy ochronnej wzdłuż linii brzegowej ma na celu optymalizację funkcjonowania tego obszaru pod kątem jego funkcjonalności, roli dla różnorodności. Zaniechanie usuwania roślinności drzewiastej i krzewiastej przyczynia się także do stabilizacji brzegów i zapobiega ich erozji.

Ryzyko: Przy prawidłowym zaplanowaniu i wykonaniu, zadrzewiona i zakrzewiona strefa ochronna nie ogranicza możliwości gospodarki w zlewni. Ze względu na wartości przyrodnicze terenów przybrzeżnych, często związane z ekosystemami nieleśnymi, wprowadzanie zakrzewień lub zadrzewień wiąże się z ryzykiem negatywnego oddziaływania na środowisko (zniszczenia cennych ekosystemów nieleśnych); wymaga więc uprzedniej starannej inwentaryzacji przyrodniczej i skrupulatnej analizy.

Wymagania i koszty: Utrzymanie roślinności drzewiastej i krzewiastej powinno mieć zastosowanie na jak najdłuższym odcinku linii brzegu wydmowego. Szczególną ochroną w tej strefie objęte powinny być

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

gatunki rodzime, dostosowane do warunków siedliskowych. Zaniechanie usuwania drzew i krzewów nie generuje kosztów.

MZ4 - Likwidacja zabudowy hydrotechnicznej w obrębie ujść rzecznych, estuariów.

Opis: Odtwarzanie stref ujściowych rzek do morza. Odbudowa naturalnego charakteru koryt rzecznych w obrębie estuariów.

Zastosowanie i korzyści: Odtworzenie warunków hydromorfologicznych (dynamiki przepływu) przywrócenie równowagi bilansu rumowiska. Powstające łachy mogą być porośnięte unikalną roślinnością, często stanowiąc dogodne miejsce życia dla ptaków i ssaków morskich. Wariantowo można rozważać podejmowanie działań kompensujących rozbudowę. Działania są stosowane także w ramach adaptacji do zmian klimatu, z zachowaniem wymagań, co do ochrony środowiska naturalnego.

Ryzyko: Związane z zagrożeniem powodziowym po zrealizowaniu przedsięwzięć na skutek trudnych do przewidzenia czynników.

Wymagania i koszty: Koszty są zależne od skali działań i mogą sięgać milionów Euro. Jednymi z bardziej kosztownych zabiegów jest wykupywanie gruntów od prywatnych właścicieli.

Przykład: Belgijski Plan Sigma obejmujący m.in. estuarium rzeki Skaldy (Scheldt), gdzie siedliska zniszczone przez rozbudowę portu zostały zrekompensowane poprzez odbudowę terenów podmokłych, które zapewniły ochronę przed spiętrzeniami sztormowymi (Dauwe i Nolett 2014).



Rysunek 65. Lokalizacja kluczowych miejsc programu SIGMA w ujściu Skaldy.

Źródło: <https://www.sigmoplan.be/en/projects/>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 81. Kontrolowany polder zalewowy podczas sztormu 5-6 grudnia 2013

Źródło: <https://www.sigmaplan.be/en/projects/>

MP1 - Monitoring stanu hydromorfologicznego dna morskiego i brzegów wód przejściowych i przybrzeżnych

Opis: Kontynuacja monitoringu hydromorfologicznego.

Więcej informacji →

http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_wod/Program_monitoringu_wod_morskich_RM.pdf

Zastosowanie i korzyści: Pozyskanie właściwych danych pozwalających na identyfikację odcinków brzegu narażonych na degradację środowiska naturalnego w wyniku zabudowy hydrotechnicznej. Należy rozważyć zwiększenie liczby profili niwelacyjnych brzegu i dna morskiego, tak aby obejmowano zarówno miejsce występowania umocnień, jak i strefy narażonej na występowanie procesów wtórnej abrazji. Wymóg monitorowania takich rejonów wynika z Dyrektywy Ramowej ws. Strategii Morskiej¹⁹

Ryzyko: Nie dotyczy.

Wymagania i koszty: Roczny koszt monitoringu, to aktualnie około 25.000 Euro. Zwiększenie liczby profili spowoduje wzrost kosztów badań i pomiarów terenowych o około 30%.

Przykład: Program monitoringu wód morskich GIOŚ.

¹⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r., ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (Dz. U. L164 z 25.06.2008, str. 19).

MP2 - Weryfikacja terenowa przekształceń hydromorfologii i potrzeb renaturyzacji

Opis: Wizja terenowa w miejscu .

Zastosowanie i korzyści: W przypadku wątpliwości do co kompletności i wiarygodności bazy presji lub braku danych w bazie. Sama baza z kolei nie dostarcza informacji o negatywnym lub wtórnym oddziaływaniu zachodzących procesów. W trakcie wizji należy upewnić się co do czynników najintensywniej oddziałujących na stan hydromorfologiczny odcinka brzegu, a jeśli to możliwe – także na jego stan ekologiczny. Może być powiązane z działaniem MP3. Wizje należy przeprowadzać po otrzymaniu sygnałów o znacznych zmianach zachodzących zwykle po sztormach. Działanie to może być powiązane z działaniem MP1.

Ryzyko: Istnieje pewne ryzyko błędnej interpretacji zachodzących procesów degradacyjnych.

Wymagania i koszty: W wizji terenowej muszą brać udział specjaliści dobrze zorientowani w problematyce renaturyzacji (biolog, ekolog) oraz hydrodynamiki i litodynamiki w rejonie brzegu morskiego. Koszt zależy od czasu niezbędnego do przeprowadzenia wizji i odległości do miejsca badan. Szacunkowy koszt wizji wraz z ekspertyzą 1 specjalisty to ok. 1000 euro.

MP3 - Uzupełnienie rozpoznania procesów abrazji, a w szczególności abrazji wtórnej w strefie brzegu morskiego

Opis: Pełna inwentaryzacja rejonów abrazji wtórnej i ocena jej wpływu na stan hydromorfologiczny brzegu z uwzględnieniem powiązania przyczyn i skutków występujących na różnych odcinkach brzegu. Istnieje szereg opracowań naukowych dotyczących wtórnych efektów istnienia zabudowy klifów (Dubrawski, Zawadzka 2006, Dubrawski, Zawadzka 2015, Łabuz 2013). Są to jednak informacje rozproszone, niestanowiące formalnej podstawy do podejmowania działań naprawczych.

Zastosowanie i korzyści: Wskazanie na negatywne działanie istniejącej zabudowy technicznej w celu podjęcia uzasadnionych, stosownych działań naprawczych takich jak: likwidacja zabudowy lub jej modyfikacja.

Ryzyko: Ryzyko jest małe, wymaga jedynie dobrego zdefiniowania zakresu prac i wymagań w stosunku do wykonawcy.

Wymagania i koszty: Oszacowane koszty prac terenowych i kameralnych w skali jednego roku to 500.000 PLN.

MP4 - Wykup gruntów w strefie zagrożonej osuwiskami i abrazją klifów

Opis: Wykup gruntów. Pozyskanie gruntów w trybie art. 233 ustawy Prawo wodne. Docelowo także inne tryby, wymaga zmian legislacyjnych.

Zastosowanie i korzyści: Dopuszczenie do funkcjonowania naturalnych procesów w obrębie brzegu morskiego i ograniczenie wydatków z budżetu państwa na ich ochronę.

Ryzyko: utrzymanie zwartej strefy buforowej wpływa na zagospodarowanie strefy brzegowej wokół jeziora, wymaga bowiem rezygnacji z zagospodarowania rolniczego dochodzącego do samych brzegów jeziora. Ograniczenia dotyczą także działek o charakterze rekreacyjnym, na których roślinność na styku ląd-woda nie powinna być usuwana. Występowanie zwartej roślinności wzdłuż małych cieków dopływających do jeziora, a także porastającej ich dno, może mieć wpływ na odpływ wód po ulewnych deszczach. Na większych ciekach wpływ ten jest zaniedbywalny, jednak w przypadku mniejszych cieków występuje niewielkie ryzyko powodziowe w trakcie nawałnych opadów atmosferycznych, na odcinkach powyżej stref ujściowych cieków do jezior.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Wymagania i koszty: Wymaga własności pasa odpowiedniej szerokości wzdłuż brzegu danego akwenu lub umowy z właścicielem gruntu. Nie są potrzebne zezwolenia administracyjne. Grunty położone w rejonie korony klifu często mają bardzo niską wartość ze względu na ryzyko utraty terenów. W związku z tym koszt ha może być znacznie niższy od innych terenów położonych poza terenem zagrożonym. Z drugiej strony, sąsiedztwo brzegu morskiego jest przesłanką bardzo znacznie podnoszącą ceny gruntów, ze względu na społeczne wyobrażenia o możliwości zabudowy lub wykorzystania rekreacyjno-gospodarczego. O ile średnio w Polsce średnia cena 1ha gruntu rolnego słabej klasy wynosi obecnie ok. 8.500 euro, to grunty rolne (na których jednak sprzedający i kupujący wyobraża sobie zabudowę) w strefie przymorskiej osiągają ceny nawet do 100.000 euro/ha.

MP5 - Działania prawne dotyczące strefy nadbrzeżnej - zakazy

Opis: Zmiana lub opracowanie planów zagospodarowania przestrzennego dotyczących pasa nadmorskiego, uwzględniająca wyłączenie z zabudowy i zagospodarowania terenów zagrożonych osuwiskami lub w sąsiedztwie aktywnych osuwisk. Pełne wykorzystanie potencjału działania wymaga zmian legislacyjnych, także w przestrzeganiu obowiązujących zakazów lub ograniczeń.



Fotografia 82. Przykład nielegalnej zabudowy na klifie Chłapowskim.

Źródło: <https://npk.org.pl/files/site-npk/download/505/Kilofy%20na%20klifie.%20Polityka.%2028.08.2010.pdf>

Zastosowanie i korzyści: Eliminacja antropogenicznych presji i konieczności ochrony. Dopuszczenie do naturalnych procesów hydrodynamicznych brzegu celem przywrócenia zróżnicowania morfologii

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

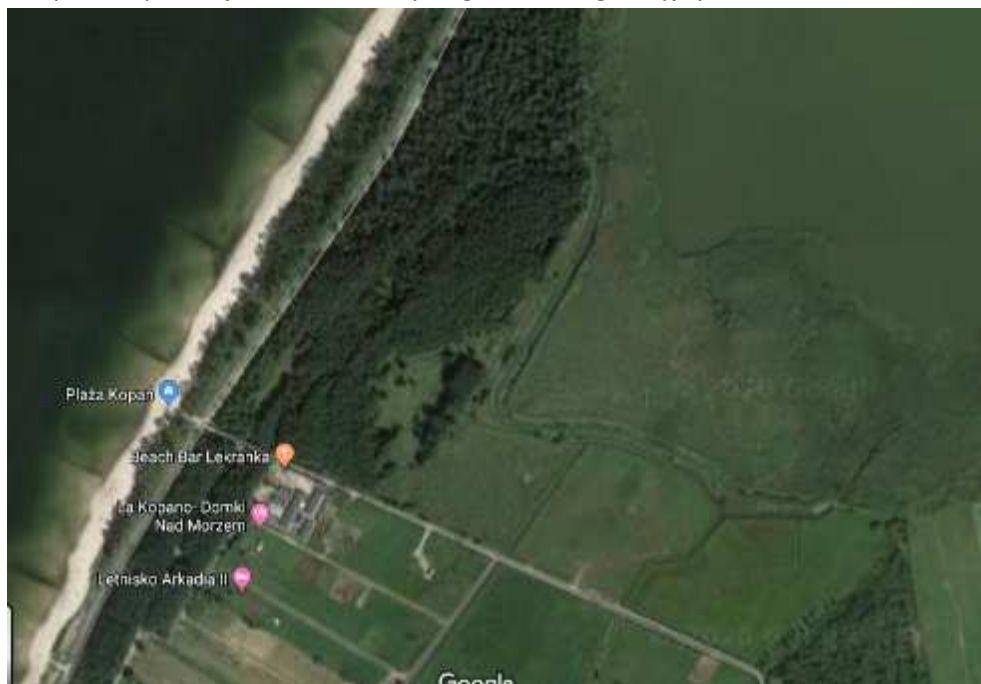
brzegu. Zablokowanie potencjalnych działań niweczących skuteczność renaturyzacji. Zakazy powinny dotyczyć zabudowy przemysłowej, mieszkaniowej i rekreacyjnej terenów przylegających do siedlisk 1130, 1160, 1150, wyłączenia z użytkowania gruntów rolnych na terenach przylegających do siedlisk: 1330, 7110, 6410, 91EO oraz wyłączenia z użytkowania lasów na siedliskach Bw, BMw, Bb, LMw, LMb. Brak planów zagospodarowania przestrzennego i wydawanie pozwoleń budowlanych w rejonach zagrożonych powodzią szturmowymi lub abrazją klifów prowadzi do wymuszania technicznej ochrony tych terenów.

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie terenów położonych w biskim sąsiedztwie korony klifów zależy od wprowadzonych nakazów i zakazów. Wpływ na strefę przylegającą do brzegu jest pozytywny w zakresie jakości wód i stanu siedlisk, a więc także w zakresie pełnienia usług ekosystemowych, gdyż na przykład naruszanie korony i może prowadzić do powstawania osuwisk, co przyczynia się do degradacji plaż wykorzystywanych do rekreacji w sezonie turystycznym.

Wymagania i koszty: Konieczne jest przygotowanie listy zakazów/ograniczeń w gospodarowaniu oraz granic obszaru ochronnego w strefie przylegającej do pasa technicznego.

MP6 - Działania prawne dotyczące terenów zalewowych - zakazy

Opis: Wykorzystywanie zakazów dot. terenów szczególnego zagrożenia powodzią, wprowadzanie zapisów w studiach i planach zagospodarowania przestrzennego, planach form ochrony przyrody itp. Pełne wykorzystanie potencjału działania wymaga zmian legislacyjnych.



Fotografia 83. Przykład zabudowy turystycznej na terenie polderu przy jez. Kopań.

Źródło: <https://www.google.pl/maps/> (2019 r.).

Zastosowanie i korzyści: Eliminacja antropogenicznych presji i konieczności ochrony brzegu morskiego. Dopuszczenie do naturalnych procesów hydrodynamicznych brzegu celem przywrócenia zróżnicowania morfologii brzegu i wymiany wód pomiędzy jeziorem a morzem. Działanie niezbędne w celu zablokowania potencjalnych działań niweczących skuteczność renaturyzacji.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Uzasadnieniem jest brak planów zagospodarowania przestrzennego i wydawanie pozwoleń budowlanych w rejonach zagrożonych powodziami sztormowymi lub abrazją klifów, co w rezultacie prowadzi do wymuszania technicznej ochrony tych terenów.

Ryzyko: Wpływ na zagospodarowanie terenów zalewowych zależy jest od wprowadzonych nakazów i zakazów. Wpływ na strefę przylegającą do brzegu jest pozytywny w zakresie jakości wód i stanu siedlisk, a więc także w zakresie pełnienia usług ekosystemowych.

Wymagania i koszty: Konieczne jest przygotowanie listy zakazów/ograniczeń w gospodarowaniu oraz granic obszaru ochronnego w strefie przylegającej do pasa technicznego.

MP7 - Informacja

Opis: informowanie i edukacja o celu i metodach renaturyzacji oraz o potencjalnych korzyściach. Rozpowszechnianie informacji wśród lokalnej społeczności zwiększa jej przychylność oraz szansę na skuteczną współpracę, zapobiegając czynom niweczącym skutki podejmowanej renaturyzacji. W tym celu w okolicy podejmowanych działań znaleźć się powinny tablice informacyjne, wyjaśniające zastosowane środki. Wskazane jest także podjęcie współpracy z lokalnymi mediami, co pozwoli dotrzeć do większej liczby odbiorców. Ważnym kanałem przekazywania informacji o korzyściach płynących z realizacji danego działania mogą być organizacje pozarządowe, w tym WWF, portale społecznościowe itp.

Więcej informacji →

- Portal edukacyjno-informacyjny [<http://natura2000.org.pl/e-szkolenia/e11-spoleczenstwo-obywatelskie-2/udzial-spoleczenstwa-w-ochronie-przyrody/>]
- Przekazy medialne [<https://slask.onet.pl/ruszyła-kampania-edukacyjno-informacyjna-natura-nie-boli/d4l4k>]

Zastosowanie i korzyści: Poprawa świadomości społecznej. Działanie podejmowane w celu przekonania społeczności do korzyści z renaturyzacji i ewentualne przeciwdziałaniu potencjalnym działaniom niweczącym skuteczność renaturyzacji.

Ryzyko: Dotyczy głównie nie osiągnięcia celu informacyjnego.

Wymagania i koszty: Koszt zależy od szczegółów działań, np. ustawienie tablicy informacyjnej to zwykle koszt 250-1000 euro/szt. Promocja w portalach społecznościowych wymaga jedynie czasu osób przygotowujących informacje.

Przykład: „Park Wydmowy” w Helu, którego głównym elementem są pomosty nad odtworzoną roślinnością wydmową (por. działanie MU8), zbudowany w ramach przedsięwzięcia „Rewitalizacja szaty roślinnej i wydmowych siedlisk przyrodniczych Cypla Helskiego”, jest miejscem informacji i edukacji o renaturyzacji wydym.

6. Praktyczne aspekty planowania renaturyzacji

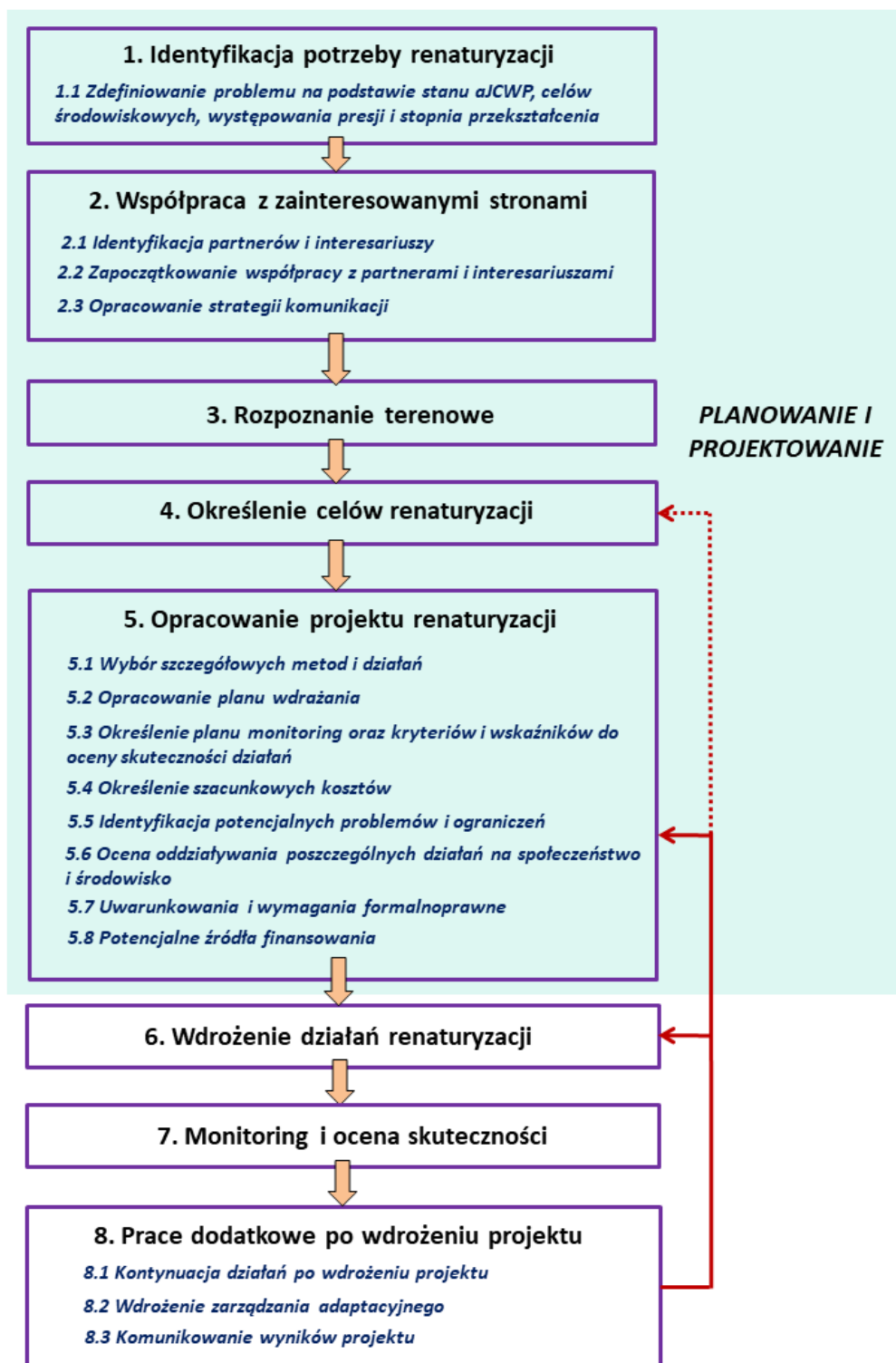
Renaturyzacja jest zarówno procesem ekologicznym jak i społecznym (Dufour i Piégay 2009; Naiman 2013). Wymaga dokładnego, indywidualnego zaprojektowania nie tylko względem uwarunkowań środowiskowych, ale także społeczno-gospodarczych. To właśnie wobec tych drugich konieczne jest podjęcie szeregu działań mających na celu uzgodnienie zakresu i szczegółów renaturyzacji z zarządcą wody, potencjalnymi interesariuszami, a także ogółem społeczeństwa. Tak więc, sukces renaturyzacji można osiągnąć tylko w przypadku, gdy planowane działania renaturyzacyjne będą przekonujące i zrozumiałe dla wszystkich zainteresowanych (w szczególności pod względem zrozumienia korzyści dla ogółu społeczeństwa). Działania te, o ile to możliwe, powinny uwzględniać potrzeby poszczególnych grup interesariuszy. Niezwykle istotne jest przeprowadzenie diagnozy społecznej w zakresie potrzeb, opinii i oczekiwań względem renaturyzacji. Pozwoli to na uwzględnienie w planowaniu działań potrzeb i opinii społeczeństwa w odniesieniu do projektowanych działań, jak również zminimalizuje ryzyko konfliktów społecznych spowodowanych brakiem wiedzy na temat celów i zakresu planowanych działań. Wdrożenie działań renaturyzacyjnych wymaga więc długiego i starannego procesu projektowania, dyskusowania i uzgadniania szczegółów.

Zaplanowanie projektu renaturyzacji wymaga przede wszystkim rzetelnego przygotowania merytorycznego, które umożliwi indywidualną analizę każdego przypadku, uwzględniając lokalne, a nie tylko generalne uwarunkowania danego obszaru. Oprócz rozpoznania podstawowych procesów geomorfologii fluwialnej, należy również przeanalizować szereg powiązań pomiędzy reżimem hydrologicznym, transportem rumowiska, jakością wody i występowaniem określonych typów siedlisk oraz gatunków roślin i zwierząt. Analiza ta pozwoli nie tylko na identyfikację przyczyn degradacji, ale także na zaplanowanie działań renaturyzacyjnych, które uwzględniając dynamikę wód, będą prowadziły do dobrego, samotrzymującego się stanu ekosystemów. Ważne jest również, aby zidentyfikować powiązania analizowanej części wód (ajCWP) w szerszym kontekście całej zlewni.

Algorytm planowania działań renaturyzacyjnych przedstawiono na Rys. 66.

Praktyczne elementy związane z każdym z przedstawionych zadań, z odniesieniem do krajowych uwarunkowań, przedstawiono w kolejnych podpunktach niniejszego rozdziału.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 66. Algorytm planowania działań renaturyzacyjnych.

Źródło: na podstawie Gann i in. 2019 i Keenleyside i in. 2012, zmodyfikowane

6.1 Wstępna identyfikacja potrzeby renaturyzacji

6.1.1 Zdefiniowanie problemu

Pierwszym krokiem jest identyfikacja obszarów wymagających renaturyzacji. W tym celu pomocne jest przeanalizowanie danego obszaru pod kątem ogólnych kryteriów:

1. Potrzeby odtworzenia ciągłości ekologicznej dla organizmów wodnych oraz transportu osadów.
2. Potrzeby osiągnięcia dobrego stanu/potencjału ekologicznego.
3. Konieczności renaturyzacji wynikającej z celów dla obszarów chronionych.
4. Potrzeby renaturyzacji wynikające z innych potrzeb zarządzania wodami lub z przyczyn społecznych np. ograniczenia ryzyka powodziowego, zwiększenia naturalnej retencji korytowej i dolinowej, uodpornienia ekosystemu na suszę (np. obniżenie brzegów rzeki i budowa bagiennych stref buforowych), zapobieganie skutkom zmian klimatu poprzez umożliwienie restytucji torfowisk dolinowych, przeciwdziałanie skutkom wtórnych procesów, w tym abrazji brzegu morskiego.

W celu rozpoznania powyższych potrzeb, powinna być wykonana kompleksowa analiza dostępnych danych pod kątem:

- stanu elementów hydromorfologicznych, biologicznych i fizykochemicznych (na podstawie wyników Państwowego Monitoringu Środowiska);
- zmiany reżimu hydrologicznego wraz z określeniem przyczyn globalnych (np. zmiany klimatyczne) i lokalnych - zlewniowych (np. nie zrównoważona gospodarka wodna, w tym; rozdział wód, zrzuty i przerzuty wód, pobory na cele komunalne i gospodarcze, ograniczenie retencji własnej zlewni, niedostosowanie instrukcji gospodarowania wodą dla urządzeń piętrzących do potrzeb ekosystemów wodnych i od wód zależnych, ograniczenie powierzchni obszarów wodno-błotnych);
- obecności obszarów chronionych i współzależność ich celów ochrony od stanu/potencjału ekologicznego aJCWP (zbieżność celów środowiskowych);
- występowania budowli zaburzających ciągłość ekologiczną cieków, wraz z określeniem ich funkcji: retencja wód, ochrona przeciwpowodziowa, gospodarka rybacka, nawodnienia rolnicze, wychwytywanie rumoszu, przeprawa przez rzekę itp. (w tym ocena funkcjonalności budowli, sterowania, wyposażenia w przepławki, efektywności, oddziaływania na strefę brzegową itd.);
- identyfikacji istniejących i potencjalnych konfliktów środowiskowych;
- funkcji infrastruktury hydrotechnicznej, w tym w szczególności funkcji strategicznych dla: zaopatrzenia ludności w wodę, ochrony przeciwpowodziowej, przeciwdziałania niedoborom wody, żegluga śródlądowej;
- ryzyka przenikania zanieczyszczeń obszarowych z sąsiadujących gruntów ornych, upraw trwałych i nieskanalizowanych terenów zabudowanych;
- obecności i kondycji ekosystemów związanych z obszarami wodno-błotnymi oraz identyfikacji potencjalnych presji oddziałujących na te obszary;
- występowania prostych, uregulowanych odcinków rzek, które zostały przekształcone w przeszłości;
- prowadzonych prac utrzymaniowych i celów, dla których prace te są wykonywane;
- lokalizacji obszarów zagrożenia powodziowego i obszarów zagrożonych suszą;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- lokalizacji zniszczeń brzegu morskiego spowodowanych istnieniem złej zabudowy brzegu, powstałej zarówno w celu obrony brzegu, jak i niewłaściwych przedsięwzięć inwestycyjnych, a nawet samowoli budowlanej.

Analizę danych należy wykonać w sposób syntetyczny zaczynając od sprawdzenia, czy wymagane cele i założenia dotyczące stanu i funkcji środowiska są spełnione, a następnie podążać w kierunku zdiagnozowania potencjalnych przyczyn ich nieosiągnięcia.

Przykład 1

Rozpoznano w celach środowiskowych dla obszarów chronionych, iż niezbędne jest utrzymanie ciągłości ekologicznej. Natomiast wstępna analiza wykazała obecność przegród uniemożliwiających migrację organizmów wodnych.

Przykład 2

Wyniki monitoringu wskazują na zły stan wód pod względem elementów biologicznych (np. makrobezkręgowców). Należy więc sprawdzić, czy możliwą przyczyną tego stanu są prace utrzymaniowe, prace regulacyjne lub inne.

Przykład 3

Dany obszar jest zagrożony występowaniem powodzi. Należy przeanalizować, czy możliwe jest zmniejszenie zagrożenia poprzez zwiększenie możliwości retencyjnej doliny i koryta. Należy przeanalizować ukształtowanie i użytkowanie terenów zalewowych oraz lokalizację wałów przeciwpowodziowych.

Przykład 4

Dany obszar jest zagrożony przerwaniem mierzei w wyniku sztormów. Należy przeanalizować, czy przyczyną tego stanu rzeczy jest przerwanie ciągłości transportu osadów wzdłuż brzegu związane z istnieniem trwałych umocnień lub budowli hydrotechnicznych w innym rejonie. Należy zweryfikować zasadność budowy umocnień.

Pomocne mogą być również wyniki priorytetyzacji aJCWP pod kątem potrzeby renaturyzacji, wykonanej w ramach projektu "Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych".

Potrzebę renaturyzacji wód wstępnie mogą sugerować następujące objawy:

Rzeki:

- Szybkie, nagłe powodzie powodujące podtopienia terenów zabudowy;
- Susza powodująca duże straty w plonach;
- Przy wezbraniach woda zagraża przelaniem się przez wały;
- Przy wezbraniach energia wody powoduje zniszczenia (podmywa drogi, niszczy mosty);
- Mało wody (w tym zanik przepływu) w cieku w okresach niżówek, zagraża rybom i innym organizmom wodnym;
- Ciek o przegłębionym dnie, koryto mieści wodę 10 letnią zagraża ekosystemom od wód zależnym (zbiorowiskom łągowym);
- Ciek nadmiernie wyprostowany o uproszczonej strukturze, ubogie życie biologiczne w cieku;
- Ciek nadmiernie nasłoneczniony, brak zadrzewień wzdłuż brzegów;
- Ciek silnie zarasta roślinnością, wymaga częstych prac utrzymaniowych;
- Ciek niedrożny dla organizmów wodnych/ryb (piętrzenia, jazy, progi, stopnie, zapory przeciwrumowiskowe, niewłaściwe przepusty);
- Eutrofizacja i zamulenie cieku wskutek nadmiernej dostawy biogenów ze spływu powierzchniowego;
- Ciek w sąsiedztwie meliorowanych mokradeł;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Ciek obustronnie obwałowany o wąskim międzywalu;
- Ciek o umocnionych brzegach i dnie;
- Ciek w obrębie leja depresji;
- Ciek w obrębie szkód górniczych.



Rysunek 67. Przykładowe presje hydromorfologiczne na rzekach, sugerujące potrzebę renaturyzacji.

Fot. Sylwia Horska-Schwarz

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Fotografia 84. Dolina Iny w zachodniopomorskim wczesną wiosną

Uproszczone koryto rzeki sugeruje potrzebę renaturyzacji, a wysokie uwilgotnienie doliny pozwala unaocznić jej potencjał – istniejące wciąż pozostałości starych torów korytowych, możliwości odtworzenia łączności rzeki z równiną zalewową.

Źródło: Archiwum Towarzystwa Przyjaciół rzek Iny i Gowienicy

Jeziora:

- Zanik przepływu na cieku zasilającym jezioro lub bardzo niski przepływ;
- Spływ powierzchniowy ze zlewni rolniczej po nawałnych opadach;
- Jezioro w sąsiedztwie meliorowanych mokradeł (odwadnianie do jeziora);
- Brak wymiany wód w jeziorze (woda stagnuje);
- Nadmierna eutrofizacja wód (zakwity sinic);
- Woda o złej jakości, nieprzydatna do kąpielii (zanieczyszczona biogenami);
- Duża ilość namulów organicznych na dnie;
- Złe warunki tlenowe (brak ryb, śnięte ryby);
- Woda o małej przejrzystości i brzydkim zapachu;
- Zabudowa dochodząca do linii brzegowej;
- Jezioro szybko zarasta (zmniejszyło powierzchnię lustra wody);
- Brak strefy buforowej wzdłuż linii brzegowej (szuwarów, zadrzewień na brzegach);
- Stwierdzono brak wody na wypływie (brak wymiany wody w jeziorze);
- Jezioro znajduje się w zasięgu leja depresji.

Wody przybrzeżne i przejściowe; brzeg morski:

- Wyniki monitoringu siedlisk wskazujące na ich zły stan z powodów antropogenicznych;
- Znaczny ubytek plaży w miejscach gdzie wcześniej plaże były stabilne;
- Pojawienie się procesów intensywnej sedymentacji w miejscach, gdzie wcześniej nie występowała;
- Pojawienie się ograniczenia wymiany wód morskich z jeziornymi lub rzecznyymi, wpływającego na pogorszenie stanu siedlisk w estuarium lub jeziorze;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Przekształcenia hydromorfologiczne w ujściowych odcinków cieków, wpływające na stan siedlisk estuariowych;
- Spływ powierzchniowy ze zlewni rolniczej po nawalnych opadach;
- Spływy z ciągów drenarskich lub rowów melioracyjnych.

6.1.2 Analiza dostępnych danych

Analiza dostępnych danych służy nie tylko do identyfikacji potrzeby renaturyzacji, ale jest również podstawą do podejmowania właściwych decyzji w sferze projektowania i realizacji przedsięwzięć renaturyzacyjnych. Ważne jest, aby korzystać z rzetelnych, wiarygodnych i aktualnych danych. Informacje o przestrzeni przyrodniczej są zbierane, przetwarzane oraz udostępniane w różnej formie i na różnych zasadach, głównie przez powołane do tego instytucje państwowe. Dane, które można wykorzystać podczas planowania renaturyzacji można podzielić na: dane monitoringowe (z PMŚ), hydrologiczne, przestrzenne i inne. Oprócz opisanych w niniejszym rozdziale typów danych, bardzo często przydatne są również różnego rodzaju opracowania naukowe.

Metakatalogiem danych administracji publicznej jest serwis internetowy Otwarte Dane - <https://dane.gov.pl/>, realizujący w tym zakresie cel Centralnego Repozytorium Informacji Publicznej.

Dane z Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ)

Państwowy Monitoring Środowiska jest prowadzony w ramach zadań organów Inspekcji Ochrony Środowiska (GIOŚ) na podstawie art. 349 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz. U. z 2018 r. poz. 2268, z późn. zm.). Celem zadań jest dostarczenie informacji o stanie/potencjale ekologicznym i stanie chemicznym wód Polski, niezbędnych do gospodarowania wodami w dorzeczach, w tym do ich ochrony przed eutrofizacją i zanieczyszczeniami antropogenicznymi. Monitoringiem objęte są wszystkie większe i ważniejsze aJCWP, w ostatnich latach badania zostały skierowane również na małe aJCWP. Zakres monitoringu zależy od celu i typu, wyróżniamy monitoring diagnostyczny, operacyjny, badawczy i obszarów chronionych. Punkty pomiarowo-kontrolne (ppk) w monitoringu wyznaczane są w taki sposób, aby uwzględniały jak najwięcej presji i były reprezentatywne dla badanej części wód. Najczęściej punkty lokalizowane są na zamknięciu aJCWP. Badania są powtarzane cyklicznie co 3-6 lat, zależnie od występujących presji i otrzymanych wyników badań w poprzednim cyklu. W cyklu badawczym również częstotliwość badań jest zróżnicowana. Elementy biologiczne badane są 1 raz w roku, za wyjątkiem fitoplanktonu (4-6 razy), natomiast badania fizykochemiczne 4-6 razy zależnie od typu wód. Wyniki badań PMŚ stanowią podstawę do klasyfikacji stanu/potencjału ekologicznego aJCWP. Badania wykonywane są według oficjalnie przyjętych metodyk i norm. Do badań elementów biologicznych wykorzystuje się metodyki badawcze opracowane na zlecenie GIOŚ, powstałe w oparciu o normy i wytyczne KE. Natomiast badania fizykochemiczne wykonywane są w oparciu o Polskie Normy publikowane przez PKN lub metodami równoważnymi. Badania stanu hydromorfologicznego JCWP rzecznych i jeziornych prowadzone są z zastosowaniem metodyk opracowanych na zlecenie GIOŚ, zgodnych z europejską i polską normą CEN.

Inspekcja Ochrony Środowiska odpowiada również za monitoring siedlisk i gatunków chronionych. Celem monitoringu przyrodniczego jest zdobywanie wiedzy i określenie aktualnego stanu ochrony gatunków i siedlisk przyrodniczych na terenie regionów biogeograficznych. W Polsce wyróżnia się region kontynentalny, region alpejski oraz morski obszar bałtycki. Celem monitoringu jest dostarczenie danych o stanie ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków o znaczeniu europejskim. Ocenia się stan i zmiany zachodzące w zasięgu ich występowania, zajmowanej powierzchni oraz strukturze i funkcji,

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

a w przypadku gatunków - stan i zmiany zachodzące w ich zasięgach występowania, wielkości i strukturze populacji oraz powierzchni i jakości siedlisk, z którymi są związane.

Tabela 13. Opis danych z PMS w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
Wyniki monitoringu wód powierzchniowych w odniesieniu do rzek, jezior, zbiorników wodnych oraz wód przejściowych i przybrzeżnych	Informacja na temat stanu środowiska (wyniki pomiarów oraz przypisanie dla klasy) w punktach pomiarowych PMS w odniesieniu do elementów biologicznych, hydromorfologicznych i fizykochemicznych. Pomiary prowadzone z różną częstotliwością w zależności od rodzaju monitoringu (od 1 do 12 razy w roku).	Informacja na temat stanu wód w odniesieniu do elementów biologicznych, hydromorfologicznych i fizykochemicznych - dane wieloletnie, pozwalające określić tendencje zmiany stanu środowiska	Dane uśrednione dla aJCWP ogólnodostępne na stronach Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska, syntetyczne zestawienie na stronie GIOŚ w formacie xlsx: http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-wod Dane bardziej szczegółowe (np. surowe wyniki pomiarów) udostępniane po uprzednim złożeniu wniosku
Metody i wyniki monitoringu siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt z załączników dyrektywy siedliskowej UE	Ocena stanu ochrony gatunków i siedlisk jest przeprowadzana co 5-8 lat na wybranych stanowiskach (zwykle punktowych), wg metodyk specyficznych dla każdego gatunku i typu siedliska.	Jeżeli monitorowane jest stanowisko związane z rozważanym akwenem, to dane dobrze charakteryzują potrzeby chronionego gatunku lub siedliska. Metodyki monitoringu dobrze określają ogólne potrzeby siedlisk i gatunków chronionych, do uwzględnienia przy projektowaniu renaturyzacji, także w miejscach innych niż monitorowane	Ogólnie dostępne są metody i zbiorcze podsumowania wyników: http://siedliska.gios.gov.pl/pl/ Szczegółową lokalizację stanowisk i wyniki z poszczególnych stanowisk można uzyskać tylko na wniosek
Metody i wyniki monitoringu ptaków	15 podprogramów szczegółowych, służących monitorowaniu poszczególnych grup	Dane dobrze charakteryzują ogólnopolskie trendy poszczególnych gatunków ptaków i	Ogólnie dostępne są metody i syntetyczne wyniki (trendy ogólnopolskie): http://www.monitoringptakow.gios.gov.pl/

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
	gatunków ptaków. Dane zbierane corocznie, ale na powierzchniach próbnych, przeznaczone do statystycznej analizy trendów ogólnopolskich.	ich grup (np. ptaki wodne, ptaki mokradel), jednak w związku z metodą ich zbierania nie są przeznaczone do charakterystyki ornitofauny poszczególnych miejsc., akwenów.	

Dane hydrologiczne

Administratorem danych hydrologicznych jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB). Podstawowe dane hydrologiczne obejmują dane pomiarowo-obszaryjne dla stacji wodowskazowych w postaci dziennych stanów i przepływów wody. Dodatkowo istnieje możliwość zamówienia określonych danych hydrologicznych dla zlewni niekontrolowanych oraz przepływów o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia.

Tabela 14. Opis danych hydrologicznych w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
Archiwalne dane pomiarowo-obszaryjne dla stacji wodowskazowych	dziennie stany i przepływy wody dla stacji wodowskazowych z wielolecia	<ul style="list-style-type: none"> - informacja na temat reżimu hydrologicznego - możliwa identyfikacja momentu, w którym reżim hydrologiczny uległ zmianie - tendencje zmiany dostępności wody na przestrzeni lat (np. w kontekście zmian klimatu i przepływów środowiskowych) - możliwość wyznaczenia przepływu korytotwórczego 	Dane ogólnodostępne na stronie https://dane.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obszaryjne/
Archiwalne dane pomiarowo-obszaryjne dla stacji wodowskazowych na brzegu morskim	Dziennie stany wody (poziom morza) dla stacji wodowskazowych z wielolecia	<ul style="list-style-type: none"> - częstość stanów ostrzegawczych i alarmowych - częstość niżówek - tendencje rocznych zmian poziomu morza 	Dane nie są ogólnodostępne na stronie https://dane.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obszaryjne/
Dane hydrologiczne dla zlewni niekontrolowanych	Uzależniona od potrzeb	- użyteczne przy wstępnej koncepcji działań na dopływach wyższych/najwyższych rzędów	IMGW-PIB, po uprzednim złożeniu zamówienia: - wykonanie własnych obliczeń na podstawie przyjętych metodyk.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
			- opracowania danych hydrologicznych dla zlewni niekontrolowanych.
Przepływy o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia	Wartości przepływów o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia; fale hipotetyczne	- projektowanie technicznych działań renaturyzacyjnych - analizy związane z określeniem wpływu działań renaturyzacyjnych na zagrożenie powodziowe	IMGW-PIB, po uprzednim złożeniu zamówienia

Dane przestrzenne

Dane przestrzenne zawierają informacje na temat topografii, ukształtowania terenu, struktury użytkowania, istniejącej infrastruktury technicznej (drogi, linie kolejowe i energetyczne) i wiele innych. Dane te mogą być udostępniane za pomocą geoportali, jako usługa WMS lub WFS oraz pozyskiwane w postaci analogowej i cyfrowej, umożliwiającej analizę z wykorzystaniem oprogramowania GIS, np. QGIS, ArcMap, ArcGIS, MapInfo.

Oficjalnymi i wiarygodnymi źródłami informacji o środowisku są przede wszystkim dane gromadzone i udostępniane przez powołane do tego instytucje państwowe funkcjonujące na podstawie Ustawy z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. 2010, nr 76, poz. 489). Wśród danych przestrzennych dostępnych w Polsce na szczególną uwagę zasługują bazy referencyjne udostępniane przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) oraz jego wojewódzkie i powiatowe oddziały (WODGiK oraz PODGiK), w skład których wchodzi: mapy topograficzne, zasadnicze, tematyczne, ortofotomapy oraz numeryczny model terenu (NMT) i pokrycia terenu (NMPT). Referencyjne geodane wektorowe mapy referencyjne występują na dwóch poziomach dokładności:

- 1:250 000 – jako Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO),
- 1:10 000 – jako Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT).

Oprócz tego, dostępne są dane tzw. Mapy Wektorowej Poziomu Drugiego (VML2), odpowiadającej dokładności 1: 50 000, opracowanej przez Służbę Topograficzną Wojska Polskiego w początku XXI w.

Do celów renaturyzacji szczególnie przydatna jest BDOT. Założeniem jest ciągła aktualizacja tej bazy.

Opracowaniem jeszcze bardziej szczegółowym, dostarczającym informacji o poszczególnych działkach ewidencyjnych i mogącym mieć zastosowanie w renaturyzacji jest mapa zasadnicza wraz z ewidencją gruntów i budynków (EGiB). Jest ona przygotowana w zróżnicowanej skali, zależnej od rodzaju zagospodarowania terenu:

- 1:5000 – mapa zasadnicza dla obszarów rolnych i leśnych,
- 1:1000 – 1:2000 – mapa zasadnicza dla terenów średnio zurbanizowanych,
- 1:500 – 1:1000 – mapa zasadnicza dla obszarów silnie zurbanizowanych, o dużej intensywności zabudowy i dobrze rozwiniętej infrastrukturze technicznej.

Ważnym źródłem danych wykorzystywanych w renaturyzacji wód są mapy archiwalne. Umożliwiają one porównanie stanu historycznego z XIX lub początku XX wieku ze stanem obecnym, w celu określenia np. zmian przebiegu koryta w wyniku prac regulacyjnych, procesu powstawania starorzeczy, zmian w zagospodarowaniu terenu, itp. W praktyce zwykle korzysta się następujących map archiwalnych:

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Topographische Karte (Meßtischblatt) cz. wschodnia (Ostdeutschland) (najłatwiej dostępne są mapy z lat 30-tych i 40-tych XX w., ale zwykle można znaleźć wydania z końca XIX w. – niemiecka mapa topograficzna, skala 1:25 000, zasięg przestrzenny – zachodnia i północna Polska;
- Mapa Szczegółowa Polski Wojskowego Instytutu Geograficznego (1929-1939), skala 1:25 000, zasięg przestrzenny – Polska w granicach II RP;
- Galizien und Bukowina Franziszeische Landesaufnahme (1861-1864) – austriacka mapa topograficzna, skala 1:28 800, zasięg przestrzenny – dawny zabór austriacki;
- Одноверстовая карта западного пограничного пространства (1880-1930) – rosyjska mapa topograficzna, skala 1:42 000, zasięg przestrzenny – wschodnia Polska, jednak mała liczba dostępnych arkuszy;
- Новая Топографическая Карта Западной России (1880-1935) – rosyjska mapa topograficzna, skala 1:84 000, zasięg przestrzenny – wschodnia Polska.

Szybki podgląd historycznego stanu rzeczy, w postaci nałożenia mapy historycznej i aktualnej, można znaleźć w serwisach internetowych www.zamki.pl oraz www.mapire.eu. Niektóre serwisy wykorzystujące fotomapę (np. Google Earth, Zoom.Earth) dają możliwość przełączania między fotomapami z różnych lat. Serwis Google Earth Timelapse umożliwia wyświetlanie animacji ze zdjęć satelitarnych Landsat za okres ok. 35 lat, choć ze względu na skalę narzędzie to nadaje się raczej do śledzenia zmian w zlewniach, a nie w korytach cieków.

W bibliotekach specjalistycznych (polskie biblioteki uniwersyteckie, Biblioteka Miejska w Berlinie) można niekiedy odnaleźć papierowe mapy w dużej skali, nawet z XVIII w.

Tabela 15. Charakterystyka danych przestrzennych przydatnych podczas planowania renaturyzacji.

Dostęp do danych	Sposób udostępniania		Przydatność w renaturyzacji
	Pobieranie	Przegląd.	
Dane, którymi dysponują Wody Polskie			
Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) Dane do pobrania na stronie w formacie shp: https://dane.gov.pl/dataset/869,komputerowa-mapa-podziału-hydrograficznego-polski Dane na Geoportalu lub jako usługa WMS: http://geoportal.kzgw.gov.pl/services/KZGW_2012/19aPGW/MapServer/WMSServer	X	X	- informacja na temat przebiegu cieków, granic zlewni, lokalizacji jezior i zbiorników wodnych
Jednolite Części Wód Powierzchniowych (JCWP) Dane do pobrania na stronie w formacie shp: https://dane.gov.pl/dataset/599,baza-danych-przestrzennych-aktualizacji-planow-gospodarowania-wodami-apgw/resource/672/table Podgląd na Geoportalu KZGW: https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gmap=gpPGW lub jako usługa WMS http://geoportal.kzgw.gov.pl/services/KZGW_2012/19aPGW/MapServer/WMSServer	X	X	- przynależność administracyjna poszczególnych części wód (jeziornych, przejściowych, przybrzeżnych, rzecznych)
Cele środowiskowe dla JCWP	X		- informacje na temat szczegółowych celów

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Dostęp do danych	Sposób udostępniania		Przydatność w renaturyzacji
	Pobieranie	Przegląd.	
Po uprzednim złożeniu wniosku, dane udostępniane w formacie shp			środowiskowych dla każdej JCWP
Identyfikacja presji w regionach wodnych dorzeczy W ramach projektu opracowano 2 geobazy: - Baza przekształceń hydromorfologicznych <u>HYMO</u> - Baza <u>Pobory i zrzuty</u> Po uprzednim złożeniu wniosku, dane udostępniane w formacie gdb*	X		- informacje na temat przekształceń hydromorfologicznych z podziałem na kategorie budowli hydrotechnicznych - informacje o poborach i zrzutach wód oraz ścieków
Mapy Zagrożenia Powodziowego (MZP) Dane ogólnodostępne na stronie (także do pobrania w formacie pdf): http://mapy.isok.gov.pl/imap/ Po uprzednim złożeniu wniosku, dane udostępniane w formacie shp	X	X	- informacja na temat zasięgu obszarów zagrożonych powodziową o prawdopodobieństwie wystąpienia 0,2%, 1%, 10% wraz z głębokościami i rzędnymi wody
Wektorowe mapy referencyjne			
Geoportal Wizualizacja BDOT oraz EGiB dostępne na stronie lub jako WMS: http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycja_BDOT10k_WMS/MapServer/WMSServer		X	- informacje na temat pokrycia terenu - lokalizacja sieci komunikacyjnej (drogi, koleje, energetyka) i wodnej - informacje na temat infrastruktury wodnej i technicznej
GUGiK, WODGiK Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) w skali 1:10 000 - po uprzednim złożeniu odpowiedniego wniosku dane udostępniane w formacie gdb lub shp	X		
PODGiK Mapa zasadnicza z ewidencją gruntów i budynków (EGiB) w skali 1:500-1:5000 - po uprzednim złożeniu odpowiedniego wniosku dane udostępniane w formatach dxf (mapa) oraz pdf (dane opisowe)	X		- informacje dotyczące praw własnościowych do gruntów - możliwość oszacowania kosztów związanych z wykupem gruntów
Ortofotomapy			
Geoportal Dane ogólnodostępne o interwale siatki 10 lub 25 cm na stronie lub jako usługa WMS: http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO/MapServer/WMSServer		X	- informacje na temat lokalizacji większych obiektów hydrotechnicznych - informacje na temat pokrycia i zagospodarowania terenu
GUGiK, WODGiK po uprzednim złożeniu wniosku, dane udostępniane w formacie GeoTIFF	X		

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Dostęp do danych	Sposób udostępniania		Przydatność w renaturyzacji
	Pobieranie	Przegląd.	
Mapy bazowe w oprogramowaniu ESRI (ArcMap, ArcGIS Pro) (Add Data -> Add Basemap.. -> Imagery lub Imagery with Labels)		X	- analiza zmiany: zagospodarowania terenu, przebiegu cieków, linii brzegowej jezior na podstawie ortofotomap archiwalnych (taka opcja jest również dostępna w Google Earth Pro)
Google Maps Dane ogólnodostępne na stronie: https://www.google.pl/maps		X	
Alternatywne internetowe serwisy mapowe, np. Bing, ZoomEarth		x	
Darmowe oprogramowanie Google Earth Pro Program do pobrania na stronie: https://www.google.pl/intl/pl_ALL/earth/versions/#earth-pro - bazuje na WMS	X	X	
Zdjęcia lotnicze i dronowe			
GUGiK, WODGiK fotogrametryczne zdjęcia lotnicze po uprzednim złożeniu wniosku	X		- uszczegółowienie informacji dostępnych na ortofotomapach (większa rozdzielczość)
Ukośne.pl Dane ogólnodostępne (dla głównych miast Polski) o interwale siatki od 6 do 8 cm na stronie: https://ukosne.pl/		X	
Wykonanie lub zlecenie wykonania zdjęć lub ortofotomap (interwał siatki do 2 cm)	X		
Zobrazowania satelitarne			
Zobrazowania satelitarne (Sentinel-2, Landsat-7 i inne) Dane ogólnodostępne na stronie: https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/	X		- zmiany czasowe i przestrzenne środowiska (dane co 5 dni) - analiza kondycji roślinności - analiza zmian biegu rzeki i linii brzegowej zbiorników wodnych - rozpoznanie lokalizacji starorzeczy
Zobrazowania satelitarne Sentinel Dane ogólnodostępne na stronie (pobieranie po uprzednim zarejestrowaniu użytkownika): https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser	X	X	
Google Earth Engine Platforma integrująca różne dane satelitarne i ich analizy; udostępniająca w szczególności dane Landsat i Modis oraz ich mozaiki. Narzędzie Timelapse umożliwia oglądanie animacji zmian obrazu satelitarnego od 1984 r., jednak w małych skalach		x	
Numeryczne modele wysokościowe			

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Dostęp do danych	Sposób udostępniania		Przydatność w renaturyzacji
	Pobieranie	Przegląd.	
Geoportal Dane ogólnodostępne o interwale siatki 1 m na stronie lub jako usługa WMS: http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/PZGIK/NMT/GRID1/WMS/Hypsometry Dostępne także narzędzie umożliwiające generowanie przekrojów wysokościowych terenu.		X	<ul style="list-style-type: none">- informacje dotyczące ukształtowania terenu- lokalizowanie starorzeczy, kanałów bocznych- lokalizacja piętrzeń wody, obwałowań i warg brzegowych- możliwość obliczenia spadków terenu, w tym spadków koryta oraz wykonania profili poprzecznych doliny rzecznej
GUGiK, WODGiK <u>Interwał siatki 100 m</u> - dane ogólnodostępne w formacie txt na stronie: http://www.gugik.gov.pl/pzgik/dane-bez-oplat/dane-dotyczace-numerycznego-modelu-terenu-o-interwale-siatki-co-najmniej-100-m-nmt_100 <u>Interwał siatki 1m lub 25 m</u> - po uprzednim złożeniu wniosku dane udostępniane w różnych formatach: tin, ttn, grd, dgn/dxf, xyz, asc, dostępny jest NMT oraz NMPT*	X		
EU-DEM Dane ogólnodostępne o interwale siatki 25 m w formacie GeoTIFF na stronie: https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1.1	X		
Enhanced Shuttle Land Elevation Data Dane ogólnodostępne o interwale siatki 30 m na stronie: https://earthexplorer.usgs.gov/ (zakładka Data Sets -> Digital Elevation -> SRTM)		X	
Mapy historyczne			
Mapster oraz Archiwum Map WIG Dane ogólnodostępne (skany oryginalnych map w formacie jpg) na stronach: http://igrek.amzp.pl/ oraz http://polski.mapywig.org/news.php	X	X	<ul style="list-style-type: none">- informacja na temat historycznego przebiegu cieków (np. sprzed regulacji) i występowania potencjalnych starorzeczy- informacja na temat historycznego pokrycia terenu zlewni
Mapy z przeszłością Dane ogólnodostępne (m.in. Meßtischblatt oraz Mapy WIG) na stronie: http://hgis.cartomatic.pl/		X	
Mapire Dane ogólnodostępne (szczególnie bogaty zbiór map z d. Austro-Węgier) na stronie: https://mapire.eu/		X	
CORINE Land Cover – CLC Dane do pobrania na stronie w formacie shp: https://clc.gios.gov.pl/	X	X	<ul style="list-style-type: none">- zmiany pokrycia terenu w latach 1990-2018 w okresach 6-letnich

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Dostęp do danych	Sposób udostępniania		Przydatność w renaturyzacji
	Pobieranie	Przegląd.	
Dane ogólnodostępne na stronie: http://clc.gios.gov.pl/index.php/geoportal			
Inne dane przestrzenne			
Formy ochrony przyrody Dane ogólnodostępne na stronach: http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/ (przeglądanie) https://www.gdos.gov.pl/dane-i-metadane (pobieranie)	X	X	- lokalizacja obszarów chronionych, w tym obszarów, których zasięgi pokrywają się (analizy w kontekście różnych celów środowiskowych)
Skany map PIG-PIB w skali 1:50 000 <u>Mapa hydrogeologiczna – pierwszy poziom wodonośny</u> – występowanie i hydrodynamika (MPH-PPW-WH) <u>Mapa litogenetyczna (MLP)</u> Dane ogólnodostępne (skany oryginalnych map w formacie jpg) na stronie: https://geolog.pgi.gov.pl/#/main	X	X	- związek wód powierzchniowych z podziemnymi – kierunek przepływu wód podziemnych, miejsca infiltracji wód powierzchniowych - litologia i typy genetyczne utworów powierzchniowych
Zabytki Dane ogólnodostępne na stronach: Geoportal Narodowego Instytutu Dziedzictwa https://mapy.zabytek.gov.pl/nid/ (przeglądanie na mapie) https://dane.gov.pl/dataset/1130 (pobieranie – rejestr zabytków)		X	- rejestr zabytków – istotne w przypadku objęcia pracami renaturyzacyjnymi zabytkowych budowli wodnych lub systemów hydrotechnicznych, albo w przypadku prac mogących zmienić warunki wodne zabytków

Dane hydrologiczne

Administratorem danych hydrologicznych jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB). Podstawowe dane hydrologiczne obejmują dane pomiarowo-obszaryjne dla stacji wodowskazowych w postaci dziennych stanów i przepływów wody. Dodatkowo istnieje możliwość zamówienia określonych danych hydrologicznych dla zlewni niekontrolowanych oraz przepływów o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia.

Tabela 16. Opis danych hydrologicznych w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
Archiwalne dane pomiarowo-obszaryjne dla stacji wodowskazowych	dziennie stany i przepływy wody dla stacji wodowskazowych z wielolecia	- informacja na temat reżimu hydrologicznego - możliwa identyfikacja momentu, w którym reżim hydrologiczny uległ zmianie	Dane ogólnodostępne na stronie https://dane.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obszaryjne/

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
		<ul style="list-style-type: none"> - tendencje zmiany dostępności wody na przestrzeni lat (np. w kontekście zmian klimatu i przepływów środowiskowych) - możliwość wyznaczenia przepływu korytotwórczego 	
Archiwalne dane pomiarowo-obszerwacyjne dla stacji wodowskazowych na brzegu morskim	Dzienne stany wody (poziom morza) dla stacji wodowskazowych z wielolecia	<ul style="list-style-type: none"> - częstość stanów ostrzegawczych i alarmowych - częstość niżówek - tendencje rocznych zmian poziomu morza 	Dane nie są ogólnodostępne na stronie https://dane.imgw.pl/data/dane_pomiarowo_obszerwacyjne/
Dane hydrologiczne dla zlewni niekontrolowanych	Uzależniona od potrzeb	<ul style="list-style-type: none"> - użyteczne przy wstępnej koncepcji działań na dopływach wyższych/najwyższych rzędów 	IMGW-PIB, po uprzednim złożeniu zamówienia: <ul style="list-style-type: none"> - wykonanie własnych obliczeń na podstawie przyjętych metodyk. - opracowania danych hydrologicznych dla zlewni niekontrolowanych.
Przepływy o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia	Wartości przepływów o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia; fale hipotetyczne	<ul style="list-style-type: none"> - projektowanie technicznych działań renaturyzacyjnych - analizy związane z określeniem wpływu działań renaturyzacyjnych na zagrożenie powodziowe 	IMGW-PIB, po uprzednim złożeniu zamówienia

Dane przyrodnicze

Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska prowadzi Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody, będący referencyjnym źródłem danych o obszarach chronionych. Rejestr jest wyświetlany w formule geoserwisu, może być także pobierany jako dane przestrzenne i tekstowe.

Ten sam organ prowadzi także polską bazę danych o obszarach Natura 2000. Standardowe Formularze Danych dla poszczególnych obszarów są dostępne w formie pdf. Dane są regularnie przekazywane do Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska (EEA), która udostępnia dla całej Unii Europejskiej geoserwis oraz możliwość pobrania danych przestrzennych i tekstowych (w formie bazodanowej). Dane udostępniane są przez EEA z przeciętnie półrocznym opóźnieniem w stosunku do aktualizacji krajowych. W przypadku problemów z dostępem do danych w Polsce, szybsze i łatwiejsze jest zwykle skorzystanie z tej europejskiej kopii.

Występowanie chronionych siedlisk i gatunków nie zostało w Polsce skartowane i nie można oczekiwać, że jakkolwiek instytucja posiada kompletne dane na ten temat. Jednak, wrywkowe dane gromadzone są przez regionalne dyrekcje ochrony środowiska, na których ciąży taki obowiązek.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Ważnym elementem tych danych są zwykle dane przestrzenne w dokumentacjach do planów ochrony lub planów zadań ochronnych poszczególnych obszarów; nawet one nie zawsze jednak zbierane są w sposób zapewniający ich kompletność, o czym trzeba zawsze pamiętać sięgając do nich. Jak dotąd, dane te nie zostały zintegrowane. Tylko niektóre regionalne dyrekcje ochrony środowiska zbudowały własne systemy danych przestrzennych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska realizuje przedsięwzięcie „Inwentaryzacja cennych siedlisk przyrodniczych kraju, gatunków występujących w ich obrębie oraz stworzenie Banku Danych o Zasobach Przyrodniczych”, które zakłada taką integrację, jednak dopiero pod koniec 2022 r. Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska prowadzi także bazę danych o ocenach oddziaływania na środowisko (<http://bazaoos.gdos.gov.pl/>), jednak jej funkcjonalność jak na razie jest mierna.

Dane o przyrodzie, w tym o występowaniu cennych gatunków i siedlisk, zbierane są także przez rozmaite, rozproszone osoby i instytucje. Regionalne i lokalne kartoteki przyrodnicze albo inicjatywy wspólnego gromadzenia danych o pewnych grupach gatunków są próbami integracji tych danych, w wyniku których powstają cenne, ale na pewno niekompletne bazy. Największą jest baza www.ornitho.pl, szeroko używana przez ornitologów (stanowiąca zresztą część międzynarodowego przedsięwzięcia), do której wprowadzono już niemal 4 mln obserwacji ptaków w Polsce. Mimo istnienia takich baz, jedynym sposobem wiarygodnego i pewnego ustalenia, jakie elementy przyrody (gatunki, siedliska) związane są z interesującym nas akwenem, pozostaje przeprowadzenie (w odpowiednim czasie i korzystając z odpowiednich specjalistów) terenowej inwentaryzacji przyrodniczej.

Tabela 17. Opis danych przyrodniczych, w tym o przyrodniczych obszarach chronionych, w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody	Referencyjne źródło danych o wszystkich formach ochrony przyrody	Dane określają podstawowe wymogi prawne ochrony przyrody. Analiza niezbędna przed podjęciem jakichkolwiek prac.	Geoserwis: http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/ Dane przestrzenne do pobrania: http://www.gdos.gov.pl/dane-i-metadane Baza danych tekstowych: http://crfop.gdos.gov.pl/
Polska baza danych o obszarach Natura 2000	Referencyjne źródło danych opisowych o obszarach Natura 2000	Dane określają szczegółowo przedmioty ochrony na poszczególnych obszarach Natura 2000, co pociąga za sobą wymogi wobec ochrony tych siedlisk i gatunków. Analiza niezbędna przed podjęciem jakichkolwiek prac na obszarach Natura 2000	Dane ogólnodostępne: https://natura2000.gdos.gov.pl/
Dane o obszarach Natura 2000 w Europie – Europejska Agencja Ochrony Środowiska	Przekazane przez państwa członkowskie i zintegrowane dla całej UE kompletne dane o	Dane określają szczegółowo przedmioty ochrony na poszczególnych obszarach Natura 2000, co pociąga za sobą	Dane ogólnodostępne: Geoserwis: http://natura2000.eea.europa.eu/ Dane do pobrania: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-10

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
	obszarach Natura 2000 (z wyjątkiem danych zastrzeżonych)	wymogi wobec ochrony tych siedlisk i gatunków. Alternatywne źródło danych w przypadku trudności z dostępem do danych krajowych.	

Inne

Oprócz ww. rodzajów danych, bardzo przydatne (a czasem niezbędne) są również rozproszone dane będące w zasobach zarządców wód.

Tabela 18. Opis pozostałych źródeł informacji w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.

Rodzaj danych	Szczegółowość danych	Przydatność w renaturyzacji	Źródło
Dane będące w zasobach zarządców wód	Uzależniona od dostępności danych w archiwum oraz stażu pracowników	<ul style="list-style-type: none"> - informacje o bieżących oraz historycznych pracach utrzymaniowych i regulacyjnych, znaczeniu budowli hydrotechnicznych, urządzeniach melioracyjnych, wydanych pozwoleniach wodnoprawnych, potrzebach użytkowników wód i terenów zalewowych - informacje na temat występowania powodzi i podtopień np. na obszarach nieobjętych mapami zagrożenia powodziowego - zaobserwowane informacje na temat stanu środowiska 	Informacje uzyskane od zarządów zlewni, nadzorów wodnych, RZGW, spółek wodnych
Dane batymetryczne		Niezbędne do oceny zmian dna morskiego	Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej RP, Urzędy Morskie

6.1.3 Analiza podobnych przykładów renaturyzacji

Bardzo pomocnym elementem w planowaniu i późniejszym doborze konkretnych działań renaturyzacyjnych może być przegląd projektów, które zakończyły się sukcesem. Analiza podobnych przykładów może przynieść następujące korzyści:

- rozeznanie, w jaki sposób rozwiązano problem podobny do naszego; pozwala to również na weryfikację, czy zaplanowane przez nas działanie może być wykorzystane do rozwiązania danego problemu (oczywiście mając cały czas na uwadze indywidualny charakter analizowanego przez nas obszaru);
- identyfikacja potencjalnych zagrożeń wynikających z zastosowania poszczególnych działań (na podstawie wyników monitoringu);
- rozeznanie potencjalnych kosztów.

Dodatkowo korzystanie z baz projektów renaturyzacyjnych ma wiele innych korzyści:

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- wyrobienie sobie ogólnego poglądu, w jakich przypadkach stosuje się konkretne działania;
- zwiększenie bazy wiedzy na temat możliwości działań renaturyzacyjnych;
- rozeznanie na temat możliwości finansowania projektów renaturyzacji, w szczególności w odniesieniu do środków UE;
- ogólne rozeznanie na temat kosztów renaturyzacji, od dużych i kompleksowych projektów realizowanych w skali zlewni po koszty poszczególnych działań realizowanych w skali lokalnej;
- śledzenie bieżących trendów dotyczących zmian w podejściu do renaturyzacji, które cały czas ewoluuje wraz z rozwojem dyscypliny i zdobywaniem kolejnych doświadczeń ze zrealizowanych projektów;
- możliwość nawiązania kontaktu i współpracy z osobami posiadającymi większe doświadczenie w zakresie realizacji projektów renaturyzacji (bardzo często w takich bazach podane są dane osoby kontaktowej lub organizacji odpowiedzialnej za realizację danego przedsięwzięcia).

Punktem wyjścia do znalezienia podobnych projektów renaturyzacji może być zestawienie przygotowane w ramach projektu „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych”. W załączniku 2 do dokumentu „Koncepcja krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych” uwzględniono przegląd 101 projektów zrealizowanych i planowanych na przestrzeni ostatnich 10 lat w krajach europejskich.

Dodatkowo, szerzej opisane przykłady można odnaleźć w ogólnodostępnych i cały czas aktualizowanych bazach stworzonych w celu szerzenia wiedzy i doświadczenia w zakresie projektów renaturyzacji, ochrony ekosystemów i zwiększania naturalnej retencji:

- Onema – Francja (<http://www.river-restoration.onema.fr/>);
- River Restoration Centre – Wielka Brytania (<https://www.therrc.co.uk/>);
- ECRR – European Centre for River Restoration (<http://www.ecrr.org/>) – międzynarodowa europejska organizacja zrzeszająca specjalistów z zakresu planowania i wdrażania renaturyzacji rzeki (uwzględniając renaturyzację przeprowadzone i opisane w ramach projektu RESTORE);
- RiverWiki – produkt projektu RESTORE (<https://restorerivers.eu/>), wciąż rozwijana baza danych, wg stanu na luty 2020 zawierająca opisy ponad 1300 przedsięwzięć)
- REFORM – baza danych projektu REFORM - REstoring rivers FOR effective catchment Management (<https://reformrivers.eu/>);
- LIFE – międzynarodowa baza projektów Life (<http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm>);
- Damremoval – baza zawierająca informację o planowanych i wykonanych pracach mających na celu usunięcie przegród na rzekach Europy (<https://www.damremoval.eu/>);
- Portal Urban Waters Network (<https://urban-waters.org/>), zawierający zbiór projektów zarządzania rzekami w miastach, w tym ich renaturyzacji;
- Niemiecki portal „Bundesprogramm Blaues Band Deutschland” (<https://www.blaues-band.bund.de/>), poświęcony przedsięwzięciu renaturyzacji niemieckich rzek żeglownych i ich dolin, zawierający bazę projektów;
- NWRM – Natural Water Retention Measures (<http://nwrn.eu/>) – baza zawiera informację o projektach uwzględniających zwiększenie retencji dolinowej;
- Portal Komisji Europejskiej i Europejskiej Agencji Środowiska - CLIMATE-ADAPT, gdzie znajdują się przykłady renaturyzacji w tym estuariów (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/case-studies-climate-adapt/>).

6.2 Środowisko społeczne i współpraca z zainteresowanymi stronami

Renaturyzacja rzek jest nie tylko wyzwaniem merytorycznym, ale i złożonym procesem społecznym. Krąg podmiotów i osób zainteresowanych wodami jest zwykle szeroki, a ich motywacje i dążenia – rozmaite (Tab. 19, Rys. 68). Aby przedsięwzięcie renaturyzacyjne było w ogóle możliwe do wdrożenia, musi uzyskać przynajmniej elementarną akceptację ze strony tych interesariuszy (brak aktywnego sprzeciwu). Bardziej ambitnym celem jest, by przedsięwzięcie przyniosło satysfakcję przynajmniej części społeczeństwa, tj. by „uznali je za własne”. Osiągnięcie ambitnego celu satysfakcji społecznej wymaga, by szczegóły renaturyzacji wypracować w sposób partycypacyjny, tj. z udziałem także zainteresowanych stron, z uwzględnieniem ich problemów, potrzeb, oczekiwań i dążeń – próbując to zrealizować, trzeba uczciwie dopuścić, że końcowy wynik procesu tak zaplanowanej komunikacji może być odmienny od pomysłu, z którym się je zaczyna.

Osiągnięcie tych celów jest zwykle możliwe, ale niełatwe. Wymaga, by do środowiska społecznego renaturyzacji podchodzić równie profesjonalnie, jak do jej aspektów hydrologiczno-przyrodniczych, a na zagadnienia szeroko rozumianej komunikacji społecznej poświęcić odpowiedni czas, wysiłek i zasoby. W dodatku, potrzebny czas, wysiłek i formy pracy nie są w pełni możliwe do wyprzedzającego zaplanowania, gdyż proces taki będzie skuteczny tylko wtedy, gdy będzie adaptatywny. Pomoc profesjonalisty w zakresie komunikacji społecznej, a także osób o umiejętnościach mediacyjnych, jest wysoce rekomendowana. Pomocne może być także profesjonalne wsparcie w zakresie zrozumienia socjologicznych aspektów dyskusji. Szczególnie osiąganie ambitnej wersji celu, tj. proces partycypacyjnego planowania renaturyzacji, jest trudne i długotrwałe, łatwo też o błędy, które mogą podważyć lub zniweczyć skuteczność takiego procesu. Wówczas sięgnięcie po doświadczenie specjalisty w zakresie moderacji uzgodnień społecznych jest nieodzowne.

Istotne jest, że:

- Renaturyzacja wód jest z reguły „społecznie korzystna”, tj. z ogólnospołecznego punktu widzenia suma obiektywnych korzyści przeważa nad sumą obiektywnych strat (gdyby było inaczej, to w ogóle byśmy jej nie podejmowali). Jednak, ten komunikat nie jest łatwo przekazać. Podstawowym problemem jest, że zwykle inne grupy społeczne odnoszą korzyści, a inne ponoszą straty. Korzyści mogą być przy tym przyjmowane jako oczywistość (większe bezpieczeństwo od powodzi, mniejsze problemy w razie suszy, rzeka nad którą dobrze się wypoczywa, w której dobrze się wędkuje), podczas gdy straty postrzegane są jako konkretne zdarzenia i epizody (stagnująca woda na łące, grunt zalany przez przepływ ponadkorytowy);
- Renaturyzacja wód jest podejściem stosunkowo nowym, często odmiennym od szeroko rozpowszechnionych w społeczeństwie przekonań na temat „właściwych metod zarządzania rzekami”. W świadomości społecznej często rozpowszechnione, a niekiedy dominujące jest przekonanie, że problemy gospodarki wodnej można rozwiązać zwiększając wysiłek i nakłady na regulację i utrzymanie cieków oraz inwestycje wodne; jak również że rzekę da się zaplanować, ukształtować i utrzymać tak, by trzymała się wyznaczonego jej miejsca – ani nie wylewając z koryta, ani nie zmieniając kształtu tego koryta. Idea renaturyzacji oparta jest na wiedzy, że te przekonania nie są prawdziwe – ale oznacza to, że przekonanie do renaturyzacji jest to tyle trudne, że od wielu osób wymaga zmiany dotychczasowej, uporządkowanej wiedzy o otaczającym ich świecie. Tylko niektóre działania, jak np. odtwarzanie drożności rzek dla ryb, stanowią tu wyjątek, bo są powszechnie akceptowane.

Pierwszym krokiem będzie zawsze identyfikacja interesariuszy. Zidentyfikowanie niektórych z nich jest dość oczywiste (por. Tab. 19), ale nie należy zakładać, że tak sporządzona lista będzie wystarczająca i kompletna. Zainteresowane osoby lub podmioty często ujawniają się dopiero podczas procesu.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Konieczne jest zapewnienie, by sama informacja umożliwiająca wyrażenie takiego zainteresowania była dostępna szeroko, a to wymaga użycia co najmniej kilku kanałów informacyjnych, w tym także nieformalnych. Wymagane prawem obwieszczenie, czy nawet „podanie do publicznej wiadomości” nie jest zwykle działaniem wystarczającym. Normalne jest, że jedna osoba może występować w kilku różnych rolach społecznych – np. sołtys wsi może być równocześnie rolnikiem i wędkarzem.

Tabela 19. Typowi interesariusze zagadnień potencjalnej renaturyzacji wód.

Interesariusze instytucjonalni	Interesariusze ekonomiczni	Interesariusze społeczni
<ul style="list-style-type: none"> - Administracja właściwa dla problematyki gospodarki wodnej – PGW WP, - Administracja uczestnicząca w procesie planistycznym i decyzyjnym w zakresie użytkowania zlewni istotnej dla zarządzania zasobami wodnymi, - Administracja środowiskowa- RDOŚ, parki narodowe, zarządy parków krajobrazowych, urząd marszałkowski, - Służby ochrony zabytków (gdy dot. urządzeń hydrotechnicznych), - Urzędy Morskie (na obszarach morskich), - Gmina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Właściciele, posiadacze, i użytkownicy terenów zależnych od wód w zlewni; szczególnie gruntów w strefie zagrożenia powodziowego, - Użytkownik rybactwa wód publicznych; - Hodowcy ryb, oraz producenci innych produktów rolnych wodozależnych, - Podmioty zajmujące się dostarczaniem wody pitnej i odprowadzaniem ścieków, - Inni użytkownicy zasobów wodnych, - Przemysł, szczególnie sektory o znacznym oddziaływaniu na zasoby wodne – chłodnictwo, energetyka itp., - Podmioty, których aktywność gospodarcza związana jest z zasobami wodnymi – np. operatorzy turystyki wodnej. 	<ul style="list-style-type: none"> - Wędkarze, - Wodniacy , - NGO statutowo zainteresowane problematyką gospodarowania zlewnią i zasobami wodnymi lub problematyką ochrony przyrody, - NGO i lokalne grupy nieformalne zainteresowane dziedzictwem kulturowym, - Lokalne stowarzyszenia rozwoju (LGD, LGR), - Lokalne stowarzyszenia i grupy nieformalne skupione wokół troski o środowisko, wodę, - Osoby uprawiające turystykę i rekreację związaną z ekosystemem wodnym lub jego sąsiedztwem.



Rysunek 68. Różne role społeczne, w jakich ten sam człowiek może występować względem ekosystemu wodnego.
Źródło: Landers and Nahli (2013) za Gerner i in. (2018), zmienione.

Rozważyć należy, w jaki sposób chcemy kontaktować się z poszczególnymi interesariuszami (strategia komunikacji), których z nich chcemy głębiej angażować w proces, a których tylko informować.

Identyfikacja interesariuszy instytucjonalnych, a także osób i podmiotów szczególnie korzystających z wód, realizujących inne działania wymagające zgody wodnoprawnej lub działania wymagające odstąpienia od zakazów obowiązujących na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią jest zwykle łatwa, bo wynika wprost z przepisów prawa i z odpowiednich dokumentów. Nie jest to jednak zakres wystarczający do dobrej organizacji dyskusji o renaturyzacji. Identyfikacja interesariuszy realizujących zwykle korzystanie z wód oraz interesariuszy, na których modyfikacje wód mogą bezpośrednio wpłynąć, jest już zagadnieniem bardziej złożonym: wymaga wyszukiwania według własności lub posiadania terenu w zasięgu potencjalnego przedsięwzięcia. W praktyce, może wymagać terenowej kwerendy po domach w sąsiedztwie zamierzonego przedsięwzięcia i wywiadów na temat innych potencjalnych interesariuszy. Najtrudniejsza może być identyfikacja potencjalnie zainteresowanych grup nieinstytucjonalnych, a nie można jej zlekceważyć, gdyż grupy takie mogą mieć ponadprzeciętne znaczenie w procesie uzgodnień społecznych. Niektóre takie grupy mogą być zorganizowane jako stowarzyszenia, koła lub kluby, ale bardzo często nie przybierają żadnej sformalizowanej postaci. Niekiedy, ale nie zawsze, widoczne są np. jako grupy w mediach społecznościowych.

Lokalne Grupy Działania i Lokalne Grupy Rybackie to sformalizowane stowarzyszenia²⁰ działające na rzecz rozwoju lokalnego. To w ramach takich grup powstają strategie rozwoju lokalnego, w które potencjalnie może zostać wkomponowana także renaturyzacja niektórych wód.

W przypadku wód, istotną grupą nieformalną tworzą zwykle wędkarze. Jest ona o tyle ważna, że działania renaturyzacji wód są praktycznie zawsze korzystne dla ryb; zainteresowani rybostanem wędkarze mogą więc być naturalnymi sojusznikami renaturyzacji.

Częste jest też istnienie mniej lub bardziej sformalizowanych grup skupionych wobec idei „małej ojczyzny”, patriotyzmu lokalnego poszczególnych miejscowości lub małych regionów; lokalnego dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego. Zagadnienia wodne (w tym także dziedzictwo kulturowe związane z wodą; tradycyjne gospodarowanie wodą; potencjalne odtwarzanie niektórych rozwiązań historycznych – np. dawnych stawów, dawnych rozwiązań retencyjnych) może być istotnym zagadnieniem mieszczącym się w profilu zainteresowania takich grup.

Współcześnie, zwłaszcza w obliczu narastającego i powszechnie już dostrzeganego kryzysu środowiskowego, klimatycznego i wodnego, narastającym zjawiskiem jest pojaw nieformalnych grup skupionych wobec mikroaktywności społecznych na rzecz środowiska. Zaangażowanie może przybierać formę działań np. na rzecz odtworzenia zadrzewień, odtworzenia stawu, elementów mikroretencji w zlewni, usuwania śmieci, ale także lokalnej rewitalizacji potoków i rzek.

Istotną dla lokalnych społeczności sferą jest często udostępnienie i zagospodarowanie terenów nadrzecznych. Pod pojęciem „rewitalizacji rzek” często rozumiana jest nie ich renaturyzacja i „ożywienie” w sensie ekologicznym, ale włączenie rzek i terenów nadrzecznych tkankę społeczną, np. w przestrzeń miasta, osiąganą przez odpowiednie zagospodarowanie terenu (por. REURIS 2011). Istnieje tu jednak przestrzeń do synergii z faktyczną renaturyzacją wód, ponieważ elementy naturalności są często społecznie pożądane, stanowiąc atrakcyjny element rzek miejskich, czy organizowanych wokół rzek terenów zielonych.

Istotne związki społeczne rozwijają się także wokół rekreacji wodnej lub nadwodnej, zarówno w miejscach zagospodarowanych jak i niezagospodarowanych. Nie chodzi tu tylko o typowo wodne formy wypoczynku, jak kajakarstwo, żeglarsstwo czy kąpiele, ale także o rekreację w krajobrazie, którego woda jest elementem. Istotne mogą być emocjonalne związki ludzi z elementami tego

²⁰ Oprócz ogólnego prawa o stowarzyszeniach, zasady działania takich grup określa także ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o rozwoju lokalnym z udziałem lokalnej społeczności (Dz. U. z 2019 poz. 1167).

krajobrazu – takimi jak np. drzewa, miejsca dzikie, szumy i szypoty na potokach; ale także z elementami antropogenicznymi jak młyn, tama, zbiornik wodny. Elementy naturalności, dzikości i niezagospodarowania terenu mogą dla niektórych osób stanowić istotną wartość. Niekiedy związki te mogą nie być do końca uświadamiane sobie nawet przez samych zainteresowanych, mogą też dotyczyć elementów multisensorycznych (ciszy lub szumu wody; zapachu). Nawet wówczas nie można jednak ich lekceważyć, bo ich zerwanie wywoła u zainteresowanych poczucie straty.

Praktyczne doświadczenia sugerują, że często warto zadbać o reprezentację kobiet w procesach partycypacyjnych. Kobiety, obok dobrego rozpoznania sytuacji lokalnej i indywidualnych interesów, mogą wnieść do rozmów większą otwartość, gotowość do rozważania różnych interesów, słuchania argumentów i przekazywania ich dalej w gronie sąsiadów, a także mobilizowania innych do włączenia się. Często lepiej też identyfikują nieoczywiste i nieformalne aspekty problemów. Wiele kobiet jest aktywnymi działaczkami i animatorkami lokalnych społeczności, mogą więc okazać się niezwykle cennymi partnerkami zarówno na etapach przygotowania, jak i w samych uzgodnieniach.

Identyfikacja potencjalnych interesariuszy, w tym grup nieformalnych takich jak przykładowo wymienione wyżej, jest niezbędna, ale jest dopiero wstępem do procesu uzgodnień społecznych. Kolejnym wyzwaniem jest uzyskanie ich zaangażowania.

Uzyskanie zaangażowania kluczowych interesariuszy jest we współczesnym społeczeństwie trudnym zadaniem, ponieważ o uwagę każdego człowieka konkurują dziś wiele spraw i zdarzeń. Nieobecność na spotkaniu dyskusyjnym, niezłożenie uwag do dokumentu, brak odpowiedzi na pismo, niekoniecznie świadczą o braku zainteresowania, a mogą świadczyć po prostu o zaangażowaniu w inne sprawy. W dobrze zorganizowanym procesie partycypacyjnym nie można jednak pominąć interesów takich stron; muszą one dostać kolejną okazję do ich wyrażenia. Z drugiej strony, współczesne media społecznościowe lub media mogą generować bańki masowego ale chwilowego zainteresowania określonymi sprawami. Jedyną metodą uzyskania realnej współpracy jest cierpliwość i wielokrotne stwarzanie okazji do zaangażowania się. Proces samej organizacji współpracy musi być odpowiednio długi; wymaga aktywnego poszukiwania interesariuszy i docierania do nich, nawet jeśli sami się nie zainteresują. Pominięte potencjalne konflikty prędzej czy później ujawnią się i w konsekwencji mogą opóźnić bądź całkowicie zniweczyć możliwość realizacji przedsięwzięcia. Negatywny scenariusz to np. protest i konieczność reagowania na kryzysową sytuację społeczną na dalszych etapach inwestycji, co w niektórych przypadkach może oznaczać korygowanie kursu już podjętych działań, a to z kolei, na zasadzie domina, może budzić opór tych interesariuszy, którzy włączyli się w proces wcześniej i z którymi pewne ustalenia zostały już poczynione.

Szczególnie ważne jest uzyskanie zaangażowania tych grup społecznych, które mogą być potencjalnymi beneficjentami renaturyzacji, czyli potencjalnych sojuszników w procesie. Mając własne kanały komunikacji, a często również osobiste relacje z pozostałymi interesariuszami, mogą być rzecznikiem zmian wobec tych, którzy się im początkowo sprzeciwiają. Często istotna jest tu rola wędkarzy (patrz wyżej), a także ekologicznych organizacji pozarządowych.

Zaangażowane interesariuszy w proces partycypacyjnego planowania musi się skupiać wokół konkretnej rzeki. Kluczowym poziomem budowania współpracy powinna być więc aJCWP (albo jej fragment jeśli aJCWP nie jest w rzeczywistości jednolita pod względem celów i problemów). Nie można skutecznie przeprowadzić takiego procesu na ogólnym poziomie organizacji, np. na poziomie krajowym ani regionu wodnego.

Przed rozpoczęciem budowy współpracy wokół konkretnej rzeki trzeba dysponować już wiedzą; taką którą docenią lokalni partnerzy, porównując ją z własną wiedzą i doświadczeniem. Konieczne jest co najmniej zebranie wiedzy z wszystkich źródeł kameralnych oraz z wizji terenowej; posiadanie przynajmniej zgrubnego, ale własnego pojęcia o występujących problemach. Nie można zakładać, że wiedzę na temat rzeki mają dopiero wnieść do procesu interesariusze i nie można pozwolić sobie na

nieznajomość podstawowych faktów. Ekspert rozumiejący lokalne uwarunkowania, chętny do ich dyskusowania z mieszkańcami okazuje szacunek społeczności, a tym samym budzi większe zaufanie, które jest podstawą do dobrego, merytorycznego dialogu.

Kolejnym krokiem będzie identyfikacja interesów wszystkich związanych z rzeką interesariuszy oraz ich problemów. Najlepiej zrobią to oczywiście oni sami, ale moderator musi koniecznie ten proces ukierunkować tak, by skupić się o problemach i na ich sednie, a nie na sugestiiach rozwiązań. Przykładowo, problemem może być okresowe zalewanie piwnicy, ale nie „brak oczyszczania rowu melioracyjnego”. W przeciwnym razie ryzykujemy, że myślenie interesariuszy skupi się na raz wypowiedzianych pomysłach rozwiązania problemów, często tych już znanych i nie zawsze skutecznych, co będzie blokować poszukiwanie rozwiązań mniej standardowych, w tym tych, do których można wykorzystać renaturyzację. Należy również pamiętać, że interesariusze niekoniecznie są ekspertami od rozwiązań (choć bywają i tacy, których wiedza nie ustępuje wiedzy profesjonalistów) i nie taka powinna być ich główna rola w procesie. Zasadniczym zadaniem procesów partycypacyjnych powinno być trafne zidentyfikowanie potrzeb i problemów interesariuszy i lokalnych uwarunkowań. Wówczas, na dalszych etapach procesu, będziemy w stanie zaproponować różne warianty działań renaturyzacyjnych, pokazać płynące z ich wdrożenia korzyści, ale i możliwe ryzyka ich zastosowania, które będą mogły stać się podstawą dyskusji z interesariuszami i ich świadomej decyzji, dlaczego takie czy inne działania warto jest wdrożyć.

W pierwszych etapach procesu uzyskamy zapewne obraz, komu potencjalne działania renaturyzacyjne mogą odpowiadać, a komu mogą przeszkadzać. Musimy się tego dowiedzieć, niezależnie czy sami zainteresowani będą nam chcieli to wyprzedzająco powiedzieć, czy nie. „Przeszkadzanie” interpretować trzeba zarówno w aspekcie realnego wpływu na interesy zainteresowanych osób, jak i w aspekcie generowania dysonansu z ich obecną świadomością i wizją świata. Istotne jest, że te dwa aspekty nie są tożsame. Ponieważ postrzeganie rzeczywistości zawsze jest subiektywne, interpretacja tych samych faktów przez różne osoby może być różna, a oparta na wiedzy interpretacja przyczynowo-skutkowa jest argumentem istotnym, ale nie uniwersalnym. Nawet twardy dowód, że umieszczenie głazów w rzece nie ma wpływu na wystąpienie wezbrania, ponieważ nie zmienia znacząco relacji między przepływem a stanem wody, może nie ochronić przed oskarżeniami ze strony właściciela gruntu zalanego po wielodniowych opadach.

Interesariusze mogą być sceptycznie nastawieni do renaturyzacji nie dlatego, że faktycznie dotkną ich jej konsekwencje, ale dlatego, że jakakolwiek zmiana wiąże się z niepewnością, wątpliwościami czy zaskoczeniem, że „rzeczy mają się inaczej niż dotąd”. Zmiana utartych schematów działania wymaga zmiany świadomości zarówno dla interesariuszy instytucjonalnych, jak i mieszkańców, nawet wtedy, gdy ci ostatni są tylko obserwatorami tych zmian. Także tutaj pomoc osób zajmujących się komunikacją społeczną będzie nieoceniona, bo już na etapie wstępnych rozmów z interesariuszami będą oni umieli zarówno bardziej trafnie wychwycić interesy nie zawsze wyrażane wprost, a przy tym „znormalizować” wyrażane obawy, zasygnalizować wyzwanie, jakim są liczne ścierające się interesy i zachęcić do włączenia się do rozmów.

W przypadku renaturyzacji wód wyzwanie jest szczególnie trudne, ponieważ wiele działań renaturyzacyjnych to działania odwrotne do tych, które w świadomości społecznej były dotąd traktowane jako elementy właściwego zarządzania wodami.

Sam proces polegał będzie najprawdopodobniej na spotkaniach o charakterze warsztatowym i wspólnych dyskusjach, jak rozwiązać zarówno problemy jego uczestników, jak i problemy ekosystemu. Uczestnikiem procesu musi być osoba lub zespół mający jasno sprecyzowane zadanie „reprezentanta interesu środowiska”, tj. utożsamiający się z ogólnym interesem społecznym, polegającym na osiągnięciu wyznaczonych celów środowiskowych. Inaczej istnieje ryzyko, że interesariusze gromadnie ustalą zbiorową wizję ignorującą te cele. Zadaniem organizatora procesu

musi być więc zapewnienie takiego „advokata środowiska”. Nie można zakładać, że w tej roli wystąpią zawsze środowiskowe NGO, bo nie są one w stanie angażować się we wszystkie sprawy. Szczególną dbałość należy wykazać wobec lokalnych interesariuszy, którzy angażując się „po stronie rzeki” stają się potencjalnymi rzecznikami renaturyzacji rzeki w lokalnej społeczności. Cele środowiskowe dla wód – i konieczność renaturyzacji wód, by te cele osiągnąć – są przecież także interesem społecznym i przedmiotem wyboru społecznego, tylko że wyartykułowanym na poziomie europejskim, przez zapisy Ramowej Dyrektywy Wodnej, społecznie uzgodnione i przyjęte w procesie legislacyjnym, a w 2019 r. dodatkowo potwierdzone w procesie „weryfikacji sprawności i wydajności regulacyjnej” (*fitness check*).

Zadaniem organizatora dyskusji musi być zapewnienie takiej ciągłej dostępności ekspertów, mających fachową wiedzę o możliwych do zastosowania działaniach renaturyzacyjnych oraz ich konsekwencjach, a przy tym przygotowanych do dyskusowania lokalnych uwarunkowań. Nie do przecenienia jest przywoływanie przykładów: gdzie podobne działania wdrożono, kto na tym i co zyskał, ale także - jakie problemy wystąpiły, czy i jak sobie z nimi poradzono. Pozwala to interesariuszom lokalnym oderwać się od utartych schematów rozumienia swojej sytuacji i nieco „nabrać wątpliwości”, co jest ważne, by w ogóle przygotować się do zmiany pierwotnej opinii czy nastawienia.

Nie można z góry przewidzieć, ile czasu to zajmie, ani ilu spotkań będzie to wymagać. Z drugiej strony uczestnicy procesu muszą odczuwać, że rozmowy nie będą przeciągane w nieskończoność i być motywowani do poszukiwania do rozwiązania. Profesjonalny moderator prowadzący proces może być tu bardzo pomocny. Celem procesu jest wypracowanie optymalnego rozwiązania, tj. zapewniającego także interes środowiska (cele środowiskowe) przy maksymalnym uwzględnieniu interesów wszystkich innych zainteresowanych stron. Należy dążyć do tego, aby ostatecznie wypracowane rozwiązanie uczestnicy procesu uznali za „swoje własne”. Jeśli to się uda – to takie rozwiązanie musi koniecznie być wdrożone. Nie ma nic gorszego niż proces, w który interesariusze się angażują i wkładają konstruktywnie swój wysiłek, a następnie produkt tego wysiłku jest odkładany na półkę albo realizowany inaczej niż uzgodniono.

Nieocenioną pomocą mogą być przykłady z innych miejsc w Polsce (najlepiej!), ewentualnie w Europie – w szczególności doświadczenia osób, które renaturyzację faktycznie zrealizowały, oraz osób które stanęły w obliczu zmian przez renaturyzację wywołanych.

Koniecznym, choć niewystarczającym warunkiem dobrego procesu uzgodnień społecznych, jest jego uczciwość. Na każdym etapie procesu komunikacji konieczne jest budowanie wzajemnego zaufania i unikanie wszelkich sytuacji – nawet pozornie obiektywnie uzasadnionych i wyjaśnionych – które takie zaufanie mogłyby podkopać. Uczciwość wymaga także otwartości organizatora procesu na jego wyniki. Łatwiej jest to osiągnąć, gdy proces ten realizuje się odpowiednio wcześniej, gdy żadne opcje nie są jeszcze przesądzone. Błędem jest np. doprowadzanie do sytuacji, w których udaje się wypracować dobre, optymalne dla wszystkich stron rozwiązanie, ale nie jest ono realizowane, gdyż zdaniem organizatora „spowodowałoby zbyt duże opóźnienie inwestycji, bo wymagałoby zmiany projektów, zmiany istniejących zezwoleń”. Często jednak tak właśnie się dzieje; zwłaszcza gdy rzetelny proces partycypacyjny uruchamiany jest dopiero w odpowiedzi na kryzysową sytuację społeczną. Uczciwość procesu wymaga również, by nie lekceważyć potrzeb słabszych jego uczestników. Organizator procesu musi być świadom, jakie skutki negatywne może spowodować pozostawienie bez osłony ludzi, którym inwestycja pogorszy warunki życia i pracy, nawet jeżeli sumaryczny interes społeczny na tym skorzysta. Powinien jednak być świadom także znaczenia aspektów niematerialnych i subiektywnych związków między ludźmi a krajobrazem.

Rozwiązanie sytuacji, w której ogólnospołeczne korzyści z przedsięwzięcia osiągane są jednak kosztem strat niektórych interesariuszy, nie jest w ogóle możliwe bez jakichś mechanizmów „transferu korzyści”, w tym uczciwej kompensacji tych strat. Praktyka wdrażania takich mechanizmów

w przypadku przedsięwzięć środowiskowych jest jeszcze w Polsce słabo rozwinięta, ale przynajmniej podstawowe metody, jak np. wykup gruntów realizowany na zasadach satysfakcjonujących obie strony transakcji, zwykle są koniecznym elementem przedsięwzięć renaturyzacji wód (por. także rozdz. 6.9.3; działanie P4 w rozdz. 3.3).

Dobrze przeprowadzony proces uzgodnień społecznych nie ogranicza się w żadnym razie do formalnego przeprowadzenia konsultacji społecznych, tj. do zapewnienia wszystkim zainteresowanym możliwości złożenia uwag i wniosków. To po stronie organizatora procesu leży dotarcie do sedna potencjalnych napięć społecznych i znalezienie rozwiązania zapewniającego zarówno satysfakcję społeczeństwa z dobrego stanu środowiska i wód, jak i satysfakcję interesariuszy lokalnych.

6.3 Rozpoznanie terenowe

Po identyfikacji potrzeby renaturyzacji oraz potencjalnych przyczyn degradacji i presji, analizę dostępnych danych należy uzupełnić o niezbędne badania terenowe i obliczenia. Dostarczą one dokładniejszych informacji na temat obecnego stanu i dynamiki środowiska oraz umożliwią dobór odpowiednich działań renaturyzacyjnych. Zakres i szczegółowość badań terenowych będzie uzależniony od stopnia degradacji środowiska oraz skali wymaganych działań renaturyzacyjnych.

Rozpoznanie terenowe wraz z wcześniejszą analizą dostępnych danych i potrzeb interesariuszy powinno umożliwić:

- identyfikację presji występujących w obrębie danego aJCWP lub oddziałujących na aJCWP, przyczyn degradacji oraz ich skutków;
- rozpoznanie obecnego stanu środowiska, dynamiki zachodzących procesów ekologicznych i hydromorfologicznych, oraz uwarunkowań społeczno-gospodarczych;
- umieszczenie analizowanych ekosystemów (rzecznych i jeziornych) w szerszym kontekście całej zlewni;
- rozpoznanie możliwości i potencjału wdrożenia działań renaturyzacji, w tym potencjalnych problemów i ograniczeń;
- pozyskanie danych niezbędnych do zaprojektowania działań renaturyzacyjnych.

6.3.1 Rozpoznanie terenowe w przypadku rzek

W przypadku rzek, elementami, których rozpoznanie jest konieczne do określenia obecnego stanu środowiska, przyczyn degradacji i prawidłowego doboru działań renaturyzacyjnych, są:

- zasięg i formy antropogenicznych przekształceń strefy brzegowej, cel wprowadzenia danych umocnień (np. ochrona przed erozją brzegową, występowanie budowli hydrotechnicznych, umocnienia na obszarach zurbanizowanych);
- elementy świadczące o aktywności morfodynamicznej cieku (widoczne odsypy brzegowe i śródkorytowe, erozja brzegów i dna); zdolność cieku do swobodnej migracji koryta; problemy związane z obniżeniem dna;
- uziarnienie i zróżnicowanie rumowiska, występowanie sekwencji bystrzy i plos, stopień zamulenia koryta;
- zróżnicowanie głębokości i prędkości przepływu wody;
- struktura roślinności w strefie przybrzeżnej, na brzegach i w obrębie koryta; elementy towarzyszące drzewom: zwisające konary, odkryte korzenie na skarpie, podwodne korzenie drzew, powalone drzewa, gruby rumosz drzewny, drobny rumosz drzewny; stopień zacienienia koryta;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- występowanie poszczególnych grup organizmów wodnych, w tym chronionych gatunków roślin i zwierząt oraz analiza stanu siedlisk dla tych gatunków (z uwzględnieniem wymagań dla poszczególnych stadiów rozwojowych);
- analiza możliwości migracyjnych wzdłuż cieku oraz pomiędzy korytem a terenami zalewowymi dla poszczególnych grup organizmów wodnych; w przypadku priorytetowych gatunków ryb, można bazować na informacjach zawartych w Tabeli 17;
- występowanie przepławek dla ryb i ich sprawność (metody określania sprawności opisano w rozdz. 3.3, w opisie działania P2 „Weryfikacja drożności barier - funkcjonalności przepławki”).
- użytkowanie terenu w bezpośrednim sąsiedztwie koryta cieku, w kontekście umożliwienia swobodnej migracji koryta, dopływu zanieczyszczeń i drobnych osadów do koryta;
- połączenie koryta z terenami zalewowymi, starorzeczami, kanałami bocznymi, siedliskami mokradłowymi (podczas wysokich i niskich stanów wody); obecność i kondycja ekosystemów związanych z obszarami wodno-błotnymi oraz identyfikacja potencjalnych presji oddziałujących na te obszary;
- występowanie obiektów hydrotechnicznych modyfikujących dynamikę oraz zasięg przepływu i transportu rumowiska, w tym w miarę możliwości pomiary parametrów obiektów np. światło, wysokość piętrzenia, rzędna progu, długość niecki wypadowej; możliwości sterowania w celu zapewnienia przepływów środowiskowych; występowanie obiektów melioracyjnych, rozpoznanie terminów i sposobu ich użytkowania;
- występowanie ujść wody;
- występowanie obiektów przeciwpowodziowych i obiektów małej retencji oraz ich wpływ na przepływ wody w obrębie doliny cieku;
- występowanie pozostałości obiektów zniszczonych;
- występowanie punktowych źródeł zanieczyszczeń oraz ich rodzaje (przelewy na kanalizacji ogólnospławnej, zrzuty ścieków z oczyszczalni komunalnych i innych, odprowadzenia wód deszczowych).

Pomocne do zebrania większości powyższych informacji będą wypełniane w trakcie rozpoznania formularze terenowe HIR, w których uwzględnia się najważniejsze elementy wpływające na stan hydromorfologiczny cieku. Informacje na temat użytkowania terenów przyległych i własności gruntów można uzyskać na podstawie wypisów z rejestru gruntów.

Tabela 20. Warunki migracji dla gatunków ryb i minogów wymienionych w załącznikach Dyrektywy Siedliskowej. Według Makomaska- Juchniweicz i Baran 2012, zmienione.

Grupa	Gatunek	Warunki migracji dobre lub bardzo dobre – odcinek swobodnej migracji	Warunki migracji bardzo dobre – wysokość przegród
I	łosoś	Pełna łączność z morzem: brak barier lub dobrze działające urządzenia służące migracji ryb	<0,30 m
II	boleń	Brak barier na odcinku rzeki, w obrębie którego znajduje się stanowisko, o długości >50 km	<0,20m
	brzana		
	brzanka		
III	minóg rzeczny		brak przegród

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

	minóg strumieniowy	Brak barier na odcinku rzeki, w obrębie którego znajduje się stanowisko, o długości >20 km	
	minóg ukraiński		
	lipień		
IV	głowacz białopłetwy	Brak barier na odcinku rzeki, w obrębie którego znajduje się stanowisko, o długości >10 km	brak przegród
	kiełb Kesslera		
	kiełb białopłetwy		
	koza		
	koza złotawa		
	piskorz		
	różanka		

Określenie typologii cieków

Określenie typologii umożliwi przyjęcie metodyki obliczeń właściwej dla danego typu cieków podczas planowania szczegółowych działań. Pomocna będzie tu klasyfikacja koryt cieków naturalnych i kanałów Rosgena. Dla cieków o niewielkich spadkach stosowna jest klasyfikacja cieków wg mocy jednostkowej strumienia. W przypadku cieków o spadkach powyżej 0,2 ‰ zastosowanie mają równania równowagi koryt żwirowych. Z zastosowaniem wymienionych metod wykonano kilka projektów renaturyzacyjnych:

- „Tarliska Górnej Raby”;
- Wspieranie naturalnego rozrodu wędrownych ryb łososiowatych (troć i łosoś), zlewni Dolnej Odry i Zalewu Szczecińskiego w oparciu o przyjazne środowisku działanie postaci budowy tarlisk, monitoring biologiczny i środowiskowy oraz znaczenie projektu dla rozwoju i restrukturyzacji społeczno-gospodarczej regionu;
- działania projektu LIFE13 NAT/PL/000009 LIFE DrawaPL: kanał obiegowy w Głębocku, tarliska na rzece Grabowa koło Lejkówka, tarliska na rzece Radew koło Wroniego Gniazda, przygotowanie żwirowo-kamienistego dna dla rdestniczki gęstej. Kolejne działania są w przygotowaniu do realizacji.

Pomiary geodezyjne

Prawidłowe wykonanie pomiarów geodezyjnych jest kluczowe dla właściwego doboru parametrów planowanych rozwiązań renaturyzacyjnych: deflektorów, odtwarzania różnorodności morfologii z zastosowaniem pryzm żwirowo-kamiennych, podnoszenie rzędnych dna, przywracania naturalnego układu w planie i profilu podłużnego koryta itp. W każdym z przypadków istotne jest uzyskanie przekrojów nie tylko samego koryta cieków, ale także co najmniej łóżyska cieków. Najkorzystniej jest wykonać także kilka przekrojów doliny do krawędzi równi zalewowej. Siatka pomiarów powinna oddać kształt koryta na tyle dokładnie, by możliwy był dokładny obmiar interwencji, ale także właściwie został zaprojektowany profil podłużny, kształty i wymiary przekrojów poprzecznych, pryzm i bystrzy oraz dobrane ich uziarnienie itp.

Jednostkowa moc strumienia

Ważnym elementem prac koncepcyjno-projektowych jest obliczenie energetyki cieków wyrażonej mocą jednostkową strumienia dla przepływu pełnokorytowego, a nie zastanego stanu wód. Przy przepływach pełnokorytowych wartość tego wskaźnika jest najwyższa, i do niej muszą być dobrane projektowane parametry koryta, uziarnienie materiału pryzm i bystrzy, odporność deflektorów i innych elementów modyfikujących morfologię koryta, a także ewentualnych umocnień brzegowych itp. Konieczne jest również określenie rzędnych wód charakterystycznych (SNQ, SSQ) oraz

maksymalnej przepustowości koryta (przepływu brzegowego). Pomocne w tym zakresie będzie wykorzystanie jednowymiarowych modeli hydraulicznych, np. HEC-RAS, Mike 11, lub wyższego rzędu, jeżeli uzasadnione będzie wykonanie prognozy wpływu proponowanych rozwiązań na stabilność dynamiczną koryta i ewentualne zmiany jego morfologii w czasie.

Struktura równi zalewowej

Rozpoznanie warunków sedymentacji osadów pozakorytowych jest w wielu przypadkach niezbędne aby właściwie ocenić zdolność cieku do odtwarzania podczas wezbrań dawnych (kopalnych) form morfologii koryta. Często podczas wezbrań, dużej dynamiki przepływu wody odtworzeniu ulegają koryta kopalne, zamulone rynny starorzeczy itp., co mogłoby zagrażać stabilności obwałowań, często na nich zlokalizowanych (skutek rozmycie obwałowań, przerwanie wałów). Docelowo, jeśli zidentyfikujemy takie ryzyko, trzeba rozważać wzmocnienie tych obwałowań, które muszą zostać zachowane.

6.3.2 Rozpoznanie terenowe w przypadku jezior

Analizy i pomiary terenowe poszczególnych aJCWP, w tym także jezior, rozpatrywanych pod kątem przyszłej renaturyzacji mają w pierwszej kolejności na celu uzupełnienie i weryfikację danych pozyskanych na etapie wstępnym (prace kameralne w oparciu o dane ze źródeł wskazanych w rozdz. 6.1.2.). W przypadku jezior, rozpoznanie terenowe pozwala m.in. na: uściślenie presji istotnych dla określenia stanu hydromorfologicznego, zweryfikowanie informacji dotyczących stanu technicznego i funkcjonowania zaewidencjonowanych urządzeń piętrzących, obecności obiektów hydrotechnicznych nie uwzględnionych w bazach danych, funkcjonalności urządzeń zapewniających migrację organizmów (przeplawki), zakresu przekształceń litoralu przez użytkowników wód korzystających z nich w sposób powszechny w rozumieniu art. 32 ust. 2 Prawa wodnego (rekreacja, amatorski połów ryb, sporty motorowodne, itp.), istnienia punktów poboru wody, zrzutu ścieków, wód deszczowych, ujść rowów melioracyjnych. Służą także weryfikacji nieaktualnych już danych kartograficznych, np. dotyczących obecności roślinnych stref buforowych, nowej infrastruktury technicznej czy też niewidocznych na ortofotomapach obiektów tymczasowej zabudowy rekreacyjnej na obszarach zalesionych.

Jak potwierdziły doświadczenia zespołów realizujących prace pilotażowe w ramach projektu "Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych", pomocnym narzędziem w badaniach terenowych, może być formularz terenowy dedykowany stosowanej w LHS_PL (Lake Habitat Survey – modyfikacja polska, Kutyla i Soszka 2015). O ile wyniki indeksu LHSM_PL (Lake Habitat Modification Score) nie dają podstaw do pełnej oceny przekształceń hydromorfologicznych jezior, tym samym nie mogą decydować o doborze działań renaturyzacyjnych, o tyle zebrane na formularzu terenowym dane w sposób istotny wzbogacają zasób informacji zarówno o presjach istniejących w zlewni jeziornej, jak i w obrębie samego zbiornika. Za szczególnie przydatne dla potrzeb projektowych uznać można informacje zawarte w częściach B i C formularza, dotyczące stopnia przekształceń oraz aktualnej struktury makrofitów w litoralu i w strefie brzegowej jeziora. Dane te w połączeniu z analizą substratu dna i wynikami badań wykonywanych w ramach PMS mogą docelowo posłużyć do planowania zabiegów rekultywacyjnych opartych o nieinwazyjne lub mało inwazyjne metody biologiczne.

Przed przystąpieniem do prac terenowych z wykorzystaniem metody LHSM_PL, wykonywanych na potrzeby przyszłej renaturyzacji jeziora, należy dokonać nieznacznych modyfikacji jej założeń. Transekty pomiarowe powinny zostać wyznaczone w sposób pozwalający na ocenę charakterystycznych odcinków brzegu jeziora, bez konieczności zachowania założonej w metodyce

referencyjnej równej odległości pomiędzy nimi. Dodatkowo – w formie opisowej, należy dokonać charakterystyki lub weryfikacji presji, form użytkowania terenu i struktury roślinności w strefie przyjeziornej ograniczonej ekwidystantą 100 m. Ważne jest też objęcie rozpoznaniem terenowym dolnych odcinków dopływów (minimum o długości 100 m) i zweryfikowanie posiadanych informacji analogicznych do tych, dotyczących linii brzegowej jeziora. Niewątpliwą zaletą metody LHSM_PL są też relatywnie niskie koszty przeprowadzenia wizji terenowej. Metoda ta nie wymaga dużych nakładów czasowych i finansowych, specjalistycznego wyposażenia, ani wysoko wykwalifikowanych wykonawców.

Sporadycznie, wspomniany powyżej zakres obserwacji terenowych w połączeniu z informacjami możliwymi do pozyskania z istniejących zasobów (rozdz. 6.3.3.), stanowić może podstawę do dalszych prac planistycznych. Jednak w większości przypadków konieczne będzie wykonanie pomiarów uzupełniających, w tym w szczególności pomiarów hydrometrycznych na ciekach zasilających i wypływających z jeziora. Optymalnie, pomiary takie powinny być wykonywane w cyklu minimum kilkuletnim, obejmującym odpowiednio rok hydrologiczny suchy, mokry i normalny z częstotliwością dostosowaną do naturalnego rytmu wahań jeziora. W cyklu jednorocznym pomiary hydrometryczne ukierunkowane na charakterystykę reżimu hydrologicznego powinny być przeprowadzone w minimum jednomiesięcznych interwałach czasowych. W odniesieniu do jezior, na których jednym z elementów przyszłej renaturyzacji będą zabiegi rekultywacyjne, także każdorazowo podczas poboru prób do analiz fizyczno-chemicznych. Wskazane jest, aby pobranie takich próbek i wykonanie analiz zawartości związków biogennych nie ograniczało się do dopływów i wypływu z jeziora, ale objęło również ujścia drobnych rowów i zbieraczy melioracyjnych. Jedynie w przypadku jezior monitorowanych (Państwowa Służba Hydrologiczno-Meteorologiczna, nadzór wodny) dopuszczalna jest rezygnacja z uzupełniających pomiarów hydrometrycznych i oparcie się wyłącznie na aktualnych danych monitoringowych.

Spośród prac terenowych na jeziorach, najwięcej trudności może nastręczyć aktualizacja planu batymetrycznego, mająca na celu identyfikację zmian morfometrycznych w obrębie misy zbiornika. W szczególności w odniesieniu do dużych jezior (pow. 300 ha) nakłady finansowe i techniczne związane z wykonaniem takich prac będą niewspółmierne do odniesionych korzyści. Prace takie powinny być wykonywane jedynie w przypadku zbiorników, dla których prawdopodobieństwo zmian morfometrycznych zostało potwierdzone wcześniejszymi badaniami lub obserwacjami. W miarę możliwości korzystać należy z najnowszych dostępnych planów batymetrycznych, względnie ograniczyć zasięg pomiarów do punktów charakterystycznych (wypłyenia, głęboczki), stref erozyjnych lub wzmożonej akumulacji osadów (np. ujścia dopływów). Pełnego zdjęcia batygraficznego, często też wykonania mapy różnicowej, będą natomiast wymagały jeziora lub jego części, dla których prawdopodobne jest zalecenie wybagrowania osadów dennych.

Prace inwentaryzacyjne dot. siedlisk i gatunków stanowiących przedmioty ochrony powiązanych z aJCWP obszarów chronionych oraz pomiary geodezyjne związane np. z ustaleniem linii brzegowej - ze względu na czasowo- i kosztochłonność - nie powinny stanowić elementu wstępnego rozpoznania terenowego. Niemniej istotnym aspektem wstępnego rozpoznania uwarunkowań zewnętrznych jest analiza powiązań jeziora z aJCWP rzeczny (dopływy, odpływy).

6.3.3 Rozpoznanie terenowe w przypadku wód przejściowych i przybrzeżnych

W obrębie wód przejściowych i przybrzeżnych badanie terenowe powinno być realizowane w przypadku pojawienia się sygnałów, w tym również z monitoringu siedlisk NATURA 2000, o występowaniu niekorzystnych zjawisk niszczenia brzegu, powiązanych z istnieniem zabudowy hydrotechnicznej lub innej działalności ludzkiej, czego efektem może być podjęcie decyzji o potrzebie renaturyzacji. W trakcie badań na obszarze niemonitorowanym w ramach PMŚ należy ustalić fakt występowania niekorzystnych zjawisk, udokumentować stan środowiska naturalnego oraz wykonać

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

odpowiednie pomiary. Trzeba mieć na uwadze, że rozciągłość zmian wzdłuż brzegu może być znaczna, nawet do kilkudziesięciu kilometrów, co będzie się wiązało ze dużą czasochłonnością prac pomiarowych i dokumentacyjnych. Prace te powinny objąć ocenę zasięgu i form antropogenicznych przekształceń strefy brzegowej w powiązaniu z ustaleniem celu wprowadzenia umocnień (np. ochrona przed erozją brzegową, występowanie budowli hydrotechnicznych, umocnienia na obszarach zurbanizowanych) oraz innych obiektów budowlanych, które są ujęte w bazie danych presji hydromorfologicznych (HYMO):

- występowanie obiektów hydrotechnicznych modyfikujących dynamikę oraz zasięg przepływu i transportu rumowiska wzdłuż brzegu;
- występowanie obiektów przeciwpowodziowych;
- użytkowanie terenu zarówno w morskim pasie nadbrzeżnym (pas techniczny i pas ochronny), jak również na terenach przyległych, mogących mieć wpływ na strefę brzegu
- stan połączenia morza z terenami zalewowymi podczas wysokich i niskich stanów wody;
- strukturę roślinności w strefie przybrzeżnej i na brzegach, a szczególności na wymachach;
- ocenę możliwości migracyjnych dla ryb pomiędzy morzem a jeziorami, a przypadku zalewów rzekami;
- występowanie poszczególnych grup organizmów wodnych, w tym chronionych gatunków roślin i zwierząt oraz analiza stanu siedlisk dla tych gatunków (z uwzględnieniem wymagań dla poszczególnych stadiów rozwojowych);
- występowanie punktowych źródeł zanieczyszczeń, zrzutu ścieków;
- obecność i kondycja ekosystemów związanych z obszarami podmokłymi oraz identyfikacja potencjalnych presji oddziałujących na te obszary;
- wykonanie pomiarów batymetrycznych oraz profili morfometrycznych brzegu i dna, sięgających co najmniej do granicy strefy aktywnej, poza strefę rew. Prace takie powinny zatem być wykonywane jedynie w przypadku odcinków brzegu, dla których prawdopodobieństwo zmian morfometrycznych zostało potwierdzone wcześniejszymi badaniami lub obserwacjami i przewidywane jest wykonanie prac studialnych dotyczących renaturyzacji;
- badania granulometryczne osadów dennych i materiału zalegającego na plaży;

W procesie planowania i projektowania zabiegów renaturyzacyjnych w obrębie wód przejściowych i przybrzeżnych bardzo ważną rolę odgrywa modelowanie matematyczne. Pozwala ono na ustalenie specyficznych dla badanego obszaru procesów hydrodynamicznych i przyrodniczych (Yang i in., 2010) oraz prognozowanie zmian w obrębie siedlisk zarówno organizmów roślinnych, jak i zwierzęcych zachodzących w wyniku planowanej likwidacji umocnień, przegród i innych konstrukcji modyfikujących te procesy.

W przypadku planów zaniechania lub modyfikacji prac utrzymaniowych w obrębie wód przejściowych, które w całości należą do wód wewnętrznych niezbędne są ponad to naukowe ekspertyzy dotyczące procesów biologicznych. Wskazane powyżej aspekty badawcze, biorące pod uwagę modelowanie powinny zawsze stanowić etap poprzedzający decyzję o pojęciu określonych działań.

Podjęcie działań renaturyzacyjnych na dużą skalę w tych wodach będzie wiązało się z przeprowadzeniem kilku kampanii pomiarowych ze względu na bardzo różne oddziaływania procesów hydrodynamicznych w strefie przybrzeżnej. W związku z tym pomiary (jeżeli nie są dostępne aktualne) powinny objąć wszystkie elementy wskazane w metodyce opracowanej dla GIOŚ (2009).

Do listy badanych parametrów należą:

- Wyniki pomiarów morfometrycznych: szerokości skłonów przybrzeża (brzegowego, strefy rew i głębokowodnego), stan rew – liczba i powierzchnia przekroju;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Zmienność głębokości: za skłonem brzegowym, za strefą rew do granicy aJCWP;
- Struktura ilościowa i podłoże dna: uziarnienie – mediana średnicy ziaren, zawartość materii organicznej, zawartość biogenów (Nog i Pog), zawartość siarczków całkowita, chlorofil a, potencjał redox (Eh) i pH, zawartość zanieczyszczeń,
- Struktura pokrycia roślinnością, skład roślinności, skład organizmów bentosowych.

Podobnie jak w przypadku jezior powyższe pomiary i obliczenia będą wymagały znacznych nakładów finansowych, gdyż obejmą duże odcinki brzegu oraz będą rozłożone w czasie. ze względu na losowy charakter istotnych procesów hydrodynamicznych, występujących w okresach sztormowych. Jak pokazują przykłady w pracy Łabuza (2018) negatywne skutki budowy umocnień brzegowych uwidaczniają się podczas ekstremalnych zjawisk pogodowych po wielu latach od zrealizowania inwestycji.

Działania renaturyzacyjne prowadzone w mniejszej skali, głównie obrębnie brzegu, będą wymagały mniejszych nakładów i zakresu pomiarów. Będą dotyczyły przede wszystkim stanu zagospodarowania terenu, a przede wszystkim identyfikacji obiektów budowlanych, które nie znajdują się w bazie HYMO. Często może być to analiza stanu prawnego, gdyż obiekty te powstają też naruszeniem prawa.

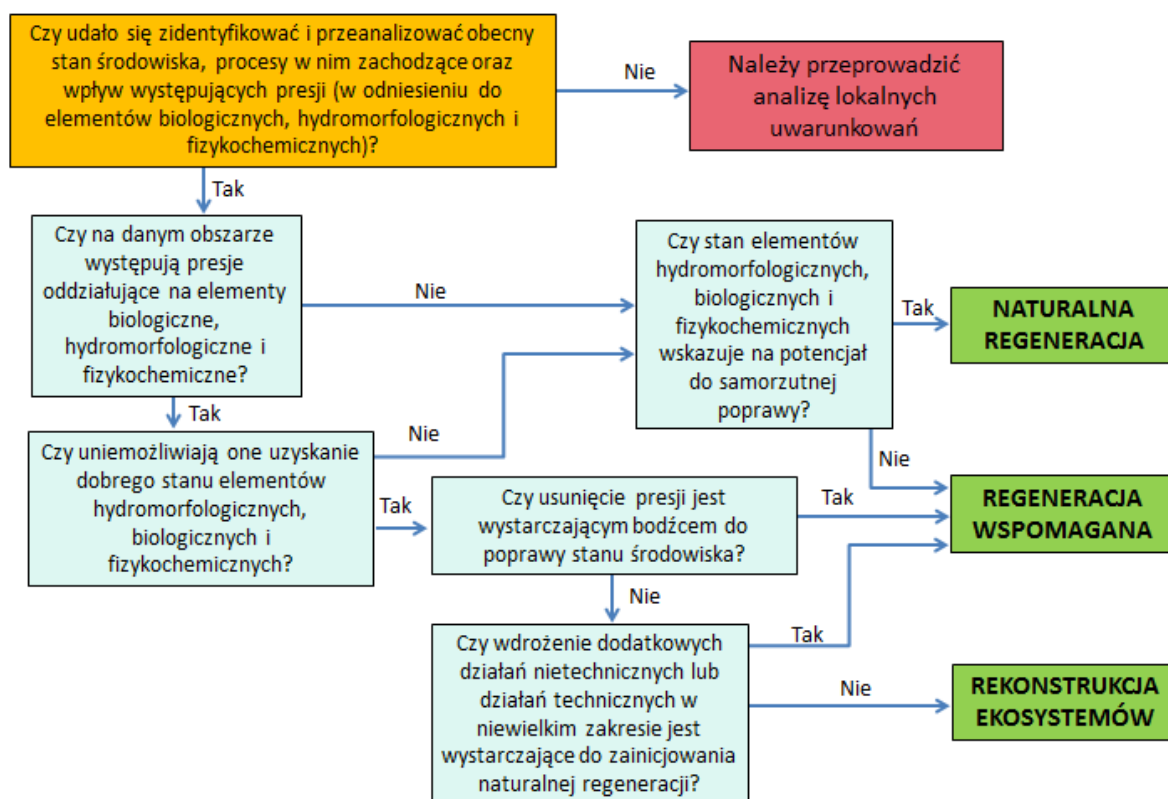
6.4 Określenie celów renaturyzacji

6.4.1 Wybór odpowiedniego podejścia do renaturyzacji

Intensywność działań renaturyzacyjnych uzależniona będzie od stopienia zdegradowania ekosystemu oraz jego zdolności do regeneracji. Dlatego też, przed określeniem szczegółowych celów, warto przeanalizować oba czynniki i przyjąć odpowiednią strategię renaturyzacji (Rys. 69):

- **regenerację naturalną** - pozostawienie siedlisk do samoistnej regeneracji elementów hydromorfologicznych lub biotycznych (w przypadku niskiego stopnia przekształcenia ekosystemów wodnych); lub
- **regenerację wspomaganą** – wymaga usunięcia przyczyn degradacji i zastosowania działań mających na celu „pobudzenie” naturalnych procesów biologicznych i hydromorfologicznych; lub
- **rekonstrukcję ekosystemów** – w przypadku, gdy ekosystem jest silnie zdegradowany w zakresie jego stanu jak i procesów w nim zachodzących; wymaga działań technicznych mających na celu zmianę dotychczasowych warunków hydromorfologicznych (np. ukształtowanie nowego, meandrującego profilu koryta) oraz ekologicznych, mających na celu przywrócenie i wspomaganie rozwoju różnorodności biologicznej (np. reintrodukcja ryb, wprowadzanie roślinności).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16



Rysunek 69. Algorytm wspomagający przyjęcie odpowiedniej strategii renaturyzacji.

Źródło: Oprac. własne

6.4.2 Wyznaczenie celów szczegółowych

Generalne cele renaturyzacji zostały opisane w rozdziale 2. Na etapie planowania działań renaturyzacyjnych ważne jest jednak określenie celów szczegółowych, które pozwolą skoncentrować się na oczekiwanych wynikach projektu. Dodatkowo cele szczegółowe pozwalają określić zakresu monitoringu, którego wyniki zostaną wykorzystane do oceny skuteczności działań renaturyzacyjnych. Przy określaniu celów szczegółowych, pomocna jest metodyka zaproponowana w dokumencie PRAGMO (Hammond i in. 2011). Zgodnie z nią, cele projektu renaturyzacji powinny być:

- **Konkretne** - zwięzłe, jasne, szczegółowe, skoncentrowane i dobrze zdefiniowane. Powinny w prosty sposób wskazywać jak chcemy osiągnąć oczekiwany wynik.
- **Mierzalne** - aby możliwe było śledzenie konkretnych efektów wprowadzonych działań renaturyzacyjnych. Mierzalne cele umożliwiają zweryfikowanie wyników i określenie, czy cel został osiągnięty.
- **Osiągalne** - w przeciwieństwie do generalnych celów renaturyzacji (oraz aspiracji i wizji), cele szczegółowe muszą być osiągalne. Pozwala to utrzymać motywację w dążeniu do ich uzyskania. Jeśli cele będą zbyt daleko wybiegały w przyszłość motywacja może zmaleć.²¹ Pomocą w określeniu, co jest możliwe do osiągnięcia w ramach planowanych działań,

²¹ Generalne cele renaturyzacji (opisane w rozdziale 2) są celami długoterminowymi, do których wdrażanie poszczególnych działań powinno nas przybliżać. Natomiast ze względów praktycznych, warto wyznaczać cele osiągalne w wyniku realizacji danego projektu. Małymi krokami będą one nas przybliżać do osiągnięcia celów generalnych (np. dobry stan/potencjał wód, cele środowiskowe dla obszarów chronionych w obrębie aJCWP).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

może być przegląd zrealizowanych już projektów (zakończonych sukcesem, rozdział 6.1.3.) lub wyznaczenie „warunków referencyjnych” (na podstawie dostępnych danych lub innego, podobnego obiektu, który nie został przekształcony).

- **Realistyczne** - osiągnięcie celu wymaga zasobów, takich jak umiejętności, środki finansowe, wyposażenie itp. Większość celów jest osiągalna, ale może wymagać zmiany priorytetów, aby przy określonych zasobach możliwa była ich realizacja. Należy zastanowić się nad dostępnymi zasobami (pieniądze, ludzie i czas) i wziąć pod uwagę długoterminowe zarządzanie po projekcie, które może być konieczne np. ze względu na monitoring. Na realność celów wpływają również potencjalne konflikty interesów.
- **Określone w czasie** - czyli, należy ustalić termin osiągnięcia celu. Terminy stwarzają poczucie obowiązku. Brak wyznaczonego terminu zmniejsza motywację i pilność wymaganą do wykonania zadań.²² Podczas określania terminów należy wziąć pod uwagę nie tylko czas trwania prac projektowych, ale również sezonowość niektórych zjawisk, jak np. większe stany wody, tarło łososia itp.

Przy wyznaczaniu celów szczegółowych można kierować się poniższymi wskazówkami.

1. Wyznaczenie celu ogólnego

Przykłady:

- zwiększenie różnorodności siedlisk w obrębie koryta
- umożliwienie tarła ryb powyżej jazu
- zwiększenie różnorodności siedlisk w obrębie koryta i ograniczenie procesów erozji dennej
- przywrócenie dynamiki procesów na terenach zalewowych

Wiadomo, co chcemy uzyskać, ale nadal nie określono, w jaki sposób to osiągnąć i jak zmierzyć wynik działań

²² Osiągnięcie samoutrzymującego się stanu aJCWP może wymagać długiego okresu czasu, którego nie da się jednoznacznie określić. Natomiast określenie terminu osiągnięcia poszczególnych celów szczegółowych jest istotne ze względów praktycznych realizacji projektu np. ze względu na monitoring.

2. Uszczegółowienie celów

Przykłady:

- zwiększenie różnorodności siedlisk w obrębie koryta **poprzez:**
 - zwiększenie różnorodności siedlisk dla makrobezkręgowców przez zróżnicowanie prędkości przepływów
 - utworzenie kryjówek dla ryb
- umożliwienie tarła ryb powyżej jazu **poprzez:**
 - usunięcie jazu
 - zwężenie koryta powyżej w celu utworzenia bystrza
- zwiększenie różnorodności siedlisk w obrębie koryta i ograniczenie procesów erozji dennej **poprzez:**
 - wprowadzenie deflektorów
 - zwiększenie zacienienia koryta
- przywrócenie dynamiki procesów na terenach zalewowych **poprzez:**
 - wykopanie nowego meandrującego koryta z nową wyższą rzędną dna, która umożliwi naturalne połączenie koryta z terenem zalewowym (po uprzednim upewnieniu się, że nie wpłynie to negatywnie na jakiegokolwiek nieruchomości)
 - nasadzenia drzew na terenach zalewowych

Wiadomo, co chcemy osiągnąć oraz w jaki sposób. Teraz należy wyznaczyć cele, które będą konkretne, mierzalne, osiągalne, realistyczne i określone w czasie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

3. Wyznaczenie celów szczegółowych

Pytania pomocnicze:

Jak zmierzyć wyniki projektu?

Co jest realistyczne zarówno pod względem wielkości projektu, jak i dostępnego czasu i zasobów?

Przykład 1 Lokalne warunki umożliwiają zwiększenie zróżnicowania różnorodności siedlisk w obrębie koryta poprzez wprowadzenie odpowiednich elementów różnicujących przepływy. Teren wzdłuż cieków jest użytkowany rolniczo, dlatego też działania muszą ograniczać się do koryta cieków. Wprowadzenie dodatkowych elementów, które wpływają na zawężenie przekroju koryta.

Cele ogólne:

- zwiększenie różnorodności siedlisk dla makrobezkręgowców poprzez zróżnicowanie prędkości przepływu wody
- utworzenie kryjówek dla ryb

Cele szczegółowe:

- Utworzenie **2 zastoisk o głębokości co najmniej 2 m i łącznej powierzchni co najmniej 50 m²**
- **Zwiększenie zróżnicowania szerokości i głębokości koryta** poprzez **lokalną redukcję powierzchni przekrojów poprzecznych w 8 miejscach za pomocą materaców faszynowych**
- **Zwiększenie powierzchni koryta pokrytej przez włosieniczniki.**

konkretne

mieralne

Przykład 2 Jaz o wysokości piętrzenia 2 m, stanowi przeszkodę dla ryb łososiowatych. Dodatkowo budowla ulega degradacji ze względu na charakter cieków – duże spadki, rzeka żwirowa. Istnieje możliwość usunięcia jazu. Konieczne będzie zbadanie uziarnienia rumowiska powyżej jazu. Możliwe, że koryto w tym miejscu jest bardzo mocno zamulone. Oczekuje się, że konieczne będą dodatkowe prace w celu zawężenia koryta powyżej jazu, aby zainicjować tworzenie się odsypisk żwirowych.

Cele ogólne:

- usunięcie jazu
- zawężenie koryta powyżej w celu utworzenia odsypisk żwirowych

Cele szczegółowe:

- **Zwiększenie liczby tarlisk pstrąga potokowego** na nowych bystrzach **powyżej jazu w ciągu dwóch sezonów.**
- **Zwiększenie liczby migrujących ryb** na nowo udostępnionym odcinku
- **Zmniejszenie szerokości koryta o 30%** na długości **60 m** powyżej jazu **za pomocą rumoszu drzewnego (po zakończeniu prac ziemnych)**

konkretne

mieralne

określone w czasie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Przykład 3 W przeszłości ciek został wyprostowany, co przy dość dużym spadku przyczyniło się do erozji dennej i obniżania zwierciadła wody. Analiza danych i wizja terenowa świadczą o potencjale cieku do tworzenia różnych form hydromorfologicznych. W celu wytracenia energii poprzez przywrócenie meandrów należy odpowiednio ukierunkować zachodzące procesy. Grunty w pasie 10 m od brzegów rzeki zostały wykupione od właścicieli prywatnych. Stąd możliwe jest dopuszczenie swobodnej migracji koryta. Dodatkowo ciek płynie przez tereny otwarte, dlatego też w celu utworzenia miejsc cienia planuje się nasadzenia drzew. W przyszłości będą one również zasilaty ciek rumoszem drzewnym, co spowoduje wzrost bioróżnorodności.

Cele ogólne:

- Zmniejszenie procesów erozji dennej poprzez zainicjowanie meandryzacji koryta za pomocą deflektorów różnicujących prędkości przepływu wody i inicjujących odpowiednie procesy erozji i akumulacji
- Zwiększenie różnorodności siedlisk w obrębie koryta poprzez zwiększenie zacienienia

Cele szczegółowe:

- Zwiększenie krętości koryta poprzez **wprowadzenie** w koryto **na odcinku 500 m naprzemiennie 5 drewnianych deflektorów w odstępach co 50 m**.
- Zwiększenie powierzchni zacienienia koryta poprzez mozaikowe nasadzenia **wierzby i topoli**
- Zwiększenie różnorodności siedlisk poprzez wprowadzenie **rumoszu drzewnego** w co najmniej **5 lokalizacjach (po zakończeniu projektu)**

konkretne

określone w czasie

mieralne

Przykład 4 W celu połączenia cieku z terenami zalewowymi, istnieje możliwość odtworzenia meandrującego koryta na odcinku 2 km. Następnie wzdłuż koryta można zasadzić drzewa, które z czasem będą stanowiły źródło rumoszu drzewnego, który spowoduje wzrost bioróżnorodności. Rzeka przebiega przez obszary rolnicze, stąd należy zabezpieczyć nieruchomości położone w pobliżu.

Cele ogólne:

- przywrócenie dynamiki procesów na terenach zalewowych poprzez wykopanie nowego meandrującego koryta z nową wyższą rzędną dna. Działanie to powinno również spowodować zmniejszenia prędkości przepływu wody i tym samym przyczynić się do transformacji fali powodziowej
- nasadzenia drzew na terenach zalewowych i w strefie brzegowej
- zwiększenie różnorodności siedlisk

Cele szczegółowe:

- Wykopanie nowego meandrującego koryta cieku, w celu **zwiększenia** jego długości o odpowiedni % w stosunku do stanu wyjściowego, **zwiększenie krętości**
- Utworzenie nowej rzędnej dna w celu **zwiększenia częstotliwości występowania przepływu pozakorytowego**
- **Mozaikowe nasadzenia w strefie brzegowej** w celu **zwiększenia powierzchni pokrywy drzew**
- Utworzenie **lasów łęgowych na terenach zalewowych** poprzez nasadzenia **rodzimych gatunków drzew charakterystycznych dla obszarów podmokłych**; **zwiększenie pokrycia terenów leśnych**, przy jednoczesnym zachowaniu **terenów otwartych**
- Budowa **murków przeciwpowodziowych** wokół **nieruchomości zagrożonych zalaniem**
- Zwiększenie różnorodności makrobezkręgowców poprzez **zwiększenie różnorodności siedlisk w korycie i na terenach zalewowych**
- Zwiększenie liczby i różnorodności zimującego ptactwa

konkretne

mieralne

6.5 Wybór szczegółowych metod i działań

Ogólny zamysł dotyczący intensywności potrzebnych metod i działań, pojawia się na etapie przyjęcia odpowiedniego podejścia do renaturyzacji i wyznaczania celów szczegółowych. Na tym etapie należy jednak uszczegółowić całą koncepcję.

Podczas doboru odpowiednich działań renaturyzacyjnych należy:

- zwrócić uwagę na charakterystykę i dynamikę obiektu (np. typologię rzeki, jednostkową moc strumienia);
- zidentyfikować rozwiązania, które mogą prowadzić do osiągnięcia założonych celów;
- przeanalizować, czy dane działania były stosowane na obiektach podobnych do naszego (np. na podstawie przeglądu projektów renaturyzacji, rozdział 6.1.3.);
- zwrócić uwagę na przykłady niepowodzeń wdrożenia działań branych pod uwagę;
- przeanalizować realność zastosowania danego działania w kontekście konfliktu interesów (rozdział 6.6.1);
- przeanalizować realność zastosowania ze względu na koszty.

W wielu przypadkach zamierzone cele można osiągnąć za pomocą różnych metod i działań. Jest to szczególnie istotne w związku z możliwością wystąpienia potencjalnego konfliktu interesów lub innych czynników wpływających na powodzenie projektu. Stąd na etapie doboru odpowiednich działań warto przeanalizować kilka wariantów rozwiązań, które umożliwią osiągnięcie zamierzonych celów projektu lub/i pozwolą osiągnąć konsensus pomiędzy celami środowiskowymi, potrzebą korzystania z wód, czy możliwościami ekonomicznymi.

Przykład

Ujściowy odcinek rzeki Flinty znajduje się w na obszarze Natura 2000. Budowla piętrząca (jaz) oraz wykonane w przeszłości prace regulacyjne (wyprostowanie koryta), uniemożliwiają spełnienie wymagań środowiskowych dla obszarów chronionych. Jaz piętrzy wodę w celu zasilenia pobliskiego stawu. Na piętrzenie wody w 2015 r. zostało wydane pozwolenie wodnoprawne na okres 20 lat.

Wariant 1 Usunięcie przegrody poprzecznej lub budowa przepławki, wprowadzenie deflektorów różnicujących prędkości przepływu wody, przywrócenie starorzeczy poprzez utworzenie kanałów bocznych.

Ocena: opcja środowiskowo najlepsza, umożliwia spełnienie wymagań środowiskowych dla obszarów chronionych, pod względem ekonomicznym najdroższa.

Wariant 2 Utworzenie kanału obiegowego wokół budowli piętrzącej, wprowadzenie deflektorów różnicujących prędkości przepływu wody, przywrócenie starorzeczy poprzez utworzenie kanałów bocznych.

Ocena: opcja stosunkowo korzystna pod względem gospodarczym, umożliwia spełnienie wymagań środowiskowych dla obszarów chronionych i utrzymanie funkcji jazu, pod względem ekonomicznym opcja pośrednia.

Wariant 3 Modyfikacje zarządzania wodą, w celu eliminacji antropogenicznych zniekształceń przepływu, wprowadzenie deflektorów różnicujących prędkości przepływu wody.

Ocena: opcja środowiskowo najgorsza, nie spełnia wszystkich wymogów dla obszarów chronionych (zachowanie ciągłości migracyjnej), jednak pozwala na gospodarcze korzystanie z wód oraz zachowanie zmienności przepływów poniżej budowli, pod względem ekonomicznym najtańsza.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Pomocą w doborze odpowiednich działań, może być katalog działań renaturyzacyjnych, który przedstawiono w rozdziałach 3.3, 4.3 i 5.3. W katalogu przedstawiono listę działań wraz z opisem, zastosowaniem, wymaganiami i ryzykiem oraz kosztami i przykładem. Z tego katalogu można wybrać działania, które będą odpowiednie w analizowanej sytuacji. Katalog zestawia paletę możliwych rozwiązań, ale nie przesądza, które z nich powinny zostać zastosowane, a które byłyby w lokalnych warunkach zbędne, zbyt ryzykowne lub wręcz szkodliwe.

W celu ułatwienia korzystania z katalogu, w poniższej tabeli opisano, jakie działania można wykorzystać w celu poprawy poszczególnych elementów lub procesów występujących w obrębie ekosystemów wodnych.

Primum non nocere!

Zasada „przede wszystkim nie szkodzić” obowiązuje nie tylko w medycynie. Powinna być także podstawą planowania renaturyzacji wód. Oznacza to w praktyce, że:

- Działania renaturyzacyjne, zastosowane w niewłaściwym miejscu lub w niewłaściwy sposób, mogą być szkodliwe, także z czysto ekologicznego punktu widzenia. Nie można do tego dopuścić.
- Dobrze zaplanowana renaturyzacja weźmie pod uwagę i wykorzysta wszystkie spontaniczne tendencje do unaturalniania się rzeki, jeziora czy brzegu morskiego, a nie może niszczyć przejawów renaturyzacji spontanicznej. Przykładowo, błędem byłoby wprowadzanie deflektorów mających zawęzić nurt i zainicjować meandryzację w rzece z elementami naturalnego koryta roztokowego, albo usuwanie tam bobrowych poza wyjątkowymi sytuacjami.
- Działania renaturyzacyjne nie mogą szkodzić środowisku; w tym przyrodzie, siedliskom ani gatunkom chronionym.
- Działania renaturyzacyjne nie powinny szkodzić także społecznym związkom między społecznościami ludzkimi a wodami, np. znacząco zmieniać tradycyjnych sposobów korzystania z wód takich jak miejsca rekreacji, kąpieli (choć czasami poważna zmiana jest nieunikniona), niszczyć istotnych elementów dziedzictwa kulturowego.

Tabela 21. Dobór typowych działań renaturyzacyjnych dla rzek.

Lp.	Element/proces wymagający poprawy	Działania z katalogu (rozdz. 3.3)	Najczęściej stosowane rozwiązania
Katalog działań rzecznych (rozdział 3.3)			
1	Przywrócenie/uruchomienie naturalnych procesów hydromorfologicznych wspomagających odbudowę struktur korytowych i siedlisk	U0-U14, D1, D2, D4-D6, D7	Ograniczenie prac utrzymaniowych, wprowadzenie elementów różnicujących prędkości przepływu wody (deflektorów, pni drzew, rumoszu drzewnego), tworzenie układu bystrzy-plos, wprowadzenie/uzupełnienie rumowiska, dostarczenie rumoszu drzewnego
2	Poprawa jakości wody	U1, U2, D1-D3	Usunięcie punktowych źródeł zanieczyszczeń, poprawa sprawności oczyszczania ścieków, tworzenie/pozostawienie buforowych stref roślinności brzegowej i przykorytovej, poprawa elementów hydromorfologicznych (pkt. 1 tabeli)

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Lp.	Element/proces wymagający poprawy	Działania z katalogu (rozdz. 3.3)	Najczęściej stosowane rozwiązania
3	Przywrócenie łączności z terenem zalewowym/odtworzenie strefy zalewowej	D7, T3-T7, T10, T13, T14, Z1-Z3	Likwidacja umocnień brzegów, profilowanie skarp brzegowych, tworzenie kanałów bocznych, zapewnienie przepływu ponadkorytowego, całkowite usuwanie obwałowań, tworzenie wyrw w wałach, odsuwanie wałów zimowych z jednoczesnym obniżeniem wałów letnich, odtwarzanie starorzeczy, odtwarzanie siedlisk mokradłowych (np. poprzez nasadzenia odpowiednich roślin), odtwarzanie rzędnych dna
4	Przywracanie ciągłości biologicznej i morfologicznej	D7, T15-T17	Usunięcie przegród poprzecznych lub zastąpienie bystrzami o zwiększonej szorstkości (bystrotokami), budowa kanałów obiegowych dla ryb lub innych rodzajów przepławek naturopodobnych i technicznych, przebudowa obiektów w celu zwiększenia światła (np. w przypadku zbyt wąskich przepustów drogowych), przywrócenie elementów naturalnego reżimu hydrologicznego
5	Odtworzenie krętości koryta oraz jego wielokorytowości	D5, D6, T1-T3, T8-T12	Uruchomienie procesów erozji bocznej i inicjowanie naturalnych procesów meandryzacji poprzez wprowadzenie elementów kierujących nurt (deflektorów, pni drzew), likwidację umocnień brzegów, uruchomienie procesów erozji bocznej; odtwarzanie lub budowa nowych kanałów bocznych, włączanie starorzeczy do koryta głównego, profilowanie koryta za pomocą robót ziemnych

6.6 Weryfikacja potencjalnego oddziaływania

6.6.1 Analiza problemów i ograniczeń

Analiza dostępnych danych oraz rozpoczęcie współpracy z zainteresowanymi stronami, umożliwia identyfikację potencjalnych problemów związanych z wdrożeniem projektu. Problemy te zwykle związane są z konfliktem interesów w zakresie korzystania z wód i użytkowania terenów przyległych, ale także z ograniczeniami prawnymi i finansowymi. Należy przeanalizować występujące problemy pod kątem możliwości ich rozwiązania oraz podjąć kroki w celu wypracowania odpowiedniego podejścia. Często będzie to wymagało wielu uzgodnień i konsultacji z uwzględnieniem różnych grup interesariuszy (rozdział 6.2). W pierwszej kolejności należy podjąć próbę wypracowania rozwiązania akceptowalnego przez wszystkich zainteresowanych. W przypadku, gdy będzie to niemożliwe do uzyskania, należy rozważyć możliwości wykorzystania istniejących instrumentów prawnych. Należy mieć na uwadze, iż etap uzgodnień, postępowań administracyjnych, czy pozyskiwania środków finansowych, może wymagać długiego okresu czasu.

Zestawienie najczęściej pojawiających się problemów oraz propozycję możliwych środków zaradczych przedstawiono w Tabeli 19.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Tabela 22. Najczęściej pojawiające się problemy związane z wdrażaniem działań renaturyzacyjnych oraz propozycje możliwych rozwiązań.

Potencjalny problem	Możliwe rozwiązania
Aspekty gospodarcze	
Wymogi funkcjonowania drogi wodnej	<ul style="list-style-type: none"> - zastosowanie działań renaturyzacyjnych, które dadzą się pogodzić z funkcjonowaniem drogi wodnej – por. przykłady w rozdz. 2.1.2. - analiza sensowności utrzymania drogi wodnej, zwłaszcza w kontekście zmian klimatu i związanej z tym mniejszej ilości wody;
<p>Prowadzenie prac utrzymaniowych ze względu na cele utrzymania (art. 227 ust 2 ustawy Prawo wodne), czyli:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) zapewnienie ochrony przed powodzią lub usuwania skutków powodzi, 2) zapewnienie spływu lodu oraz przeciwdziałania powstawaniu niekorzystnych zjawisk lodowych, 3) zapewnienie warunków umożliwiających korzystanie z wód, w tym utrzymywania zwierciadła wody na poziomie umożliwiającym funkcjonowanie urządzeń wodnych, obiektów mostowych, rurociągów, linii energetycznych, linii telekomunikacyjnych oraz innych urządzeń, 4) zapewnienie warunków eksploatacyjnych śródlądowych dróg wodnych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 42 ust. 4 ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o żegludze śródlądowej, 5) zapewnienie działania urządzeń wodnych, w szczególności ich odpowiedniego stanu technicznego i funkcjonalnego 	<ul style="list-style-type: none"> - wydzielenie odcinków cieków, na których naturalne procesy fluwialne utrzymują ciek w sposób wystarczający do osiągnięcia celów utrzymania wód; - planowanie i prowadzenie prac utrzymaniowych zgodnie z zaleceniami „Katalogu dobrych praktyk robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wód”; w tym ograniczenie prac utrzymaniowych do miejsc najbardziej tego wymagających; - w razie potrzeby odpowiednia modyfikacja planu utrzymania wód; - prowadzenie prac utrzymaniowych po ocenie ich skumulowanego skutku w skali całej aJCWP i zlewni (w tym wpływu na ryzyko powodziowe nie tylko na odcinku prac, ale przede wszystkim w dolnej części zlewni).
Konieczność piętrzenia wody na cele gospodarstw rybactwa	<ul style="list-style-type: none"> - analiza możliwości zastępowania jazów rozwiązaniami zachowującymi ciągłość morfologiczną aJCWP; - modyfikacje technologii hodowli redukujące zapotrzebowanie na wodę, w tym narzędzia wspierające uzyskanie ew. dofinansowania modyfikacji.
Konieczność piętrzenia wody na potrzeby zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia przez ludzi, na cele energetyki, cele ochrony przeciwpowodziowej	<ul style="list-style-type: none"> - analiza możliwości zastępowania jazów rozwiązaniami zachowującymi ciągłość morfologiczną aJCWP; - zastosowanie rozwiązań umożliwiających migrację organizmów; - gospodarowanie wodą na zbiorniku w sposób zgodny z potrzebami organizmów wodnych (np. zapewnienie przepływów środowiskowych, utrzymanie odpowiednich poziomów piętrzenia w okresach lęgowych awifauny)
Aspekty społeczne	

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Potencjalny problem	Możliwe rozwiązania
Konflikt interesów związany z użytkowaniem przyległych gruntów	<ul style="list-style-type: none"> - wypracowanie porozumienia z właścicielami gruntów; - wypłacanie odszkodowań; - wykup gruntów.
Wpływ na ryzyko powodziowe	<ul style="list-style-type: none"> - analiza wpływu - poszukiwanie efektu synergii pomiędzy celami renaturyzacji i celami zarządzania ryzykiem powodziowym
Brak świadomości na temat renaturyzacji i związane z tym negatywne nastawienie do planowanych działań renaturyzacyjnych	<ul style="list-style-type: none"> - organizowanie sesji warsztatowych, spotkań informacyjnych i innych aktywności ukierunkowanych na zwiększenie świadomości na temat renaturyzacji. Możliwe jest pozyskiwanie dodatkowych środków na zajęcia w ramach programów ukierunkowanych na edukację ekologiczną; - promowanie odpowiednich postaw pro-renaturyzacyjnych; - szerzenie informacji na temat renaturyzacji za pomocą mediów, prasy, broszur informacyjnych, kampanii społecznych.
Występowanie obiektów dziedzictwa kulturowego	<ul style="list-style-type: none"> - zastosowanie rozwiązań umożliwiających utrzymanie obiektów „pamiątkowych” mimo renaturyzacji cieku.
Zagrożenie brzegu morskiego (wyrażone m. in. w ustawie o ustanowieniu programu wieloletniego Program Ochrony Brzegów Morskich ze wskazaniem na zamiar wykonania zabezpieczeń technicznych)	<ul style="list-style-type: none"> - wykonanie ekspertyz weryfikujących konieczność i efektywność zabezpieczeń technicznych, z uwzględnieniem także ich potencjalnych bliskich i dalekich oddziaływań. Rozważenie rozwiązań alternatywnych, korzystniejszych środowiskowo (celowa może okazać się nowelizacja Programu Ochrony Brzegów Morskich w celu skierowania finansowania na rozwiązania korzystniejsze środowiskowo).
Aspekty formalno-prawne	
Zakłócenie możliwości realizowania uprawnień wynikających z wydanych pozwoleń wodnoprawnych	<ul style="list-style-type: none"> - zmiana pozwolenia wodnoprawnego za zgodą strony w trybie art. 155 k.p.a.; - zmiana pozwolenia wodnoprawnego w trybie art. 410 ustawy Prawo wodne, w przypadku naruszenia przez wykonywanie pozwolenia interesów osób trzecich, w tym pogorszenia stanu ekosystemów od wód zależnych, po wykonaniu ekspertyzy; - cofnięcie lub ograniczenie pozwolenia za odszkodowaniem w trybie art. 417 ustawy Prawo wodne ze względu na interes społeczny; - przegląd pozwoleń wodnoprawnych, o którym mowa w art. 352 ust 1 ustawy Prawo wodne (wykonywany jeżeli wyniki monitoringu wód lub innych danych wskazują, że jest zagrożone osiągnięcie celów środowiskowych) i ewentualne cofnięcie lub ograniczenie pozwolenia w trybie art. 415 pkt 7; - zastosowanie rozwiązań alternatywnych, które nie będą prowadziły do zakłócenia możliwości realizowania uprawnień wynikających z wydanych pozwoleń wodnoprawnych.
Aspekty finansowe	
Ograniczone środki na wdrożenie działań renaturyzacyjnych	<ul style="list-style-type: none"> - szukanie dodatkowych źródeł finansowania, które częściowo mogą współfinansować projekt np. programy unijne (rozdział 6.8); Niekiedy, żeby zwiększyć szanse na pozyskanie środków, korzystne jest rozszerzenie projektu np. o renaturyzację cennych ekosystemów mokradłowych;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Potencjalny problem	Możliwe rozwiązania
	<ul style="list-style-type: none"> - współdzielenie kosztów projektów z jednostkami, które będą czerpać korzyści z przeprowadzonego projektu renaturyzacji np. PGL Lasy Państwowe, RDOŚ, prywatne przedsiębiorstwa, Parki Narodowe i inne; - przekierowanie niektórych zadań na dodatkowych partnerów np. współpraca z uczelniami, które mogą prowadzić monitoring w zamian za możliwość prowadzenia badań naukowych; - rozłożenie wdrażania planowanych działań w czasie np. stopniowe usuwanie przegród wzdłuż cieku lub podział większej koncepcji na kilka mniejszych projektów; - szukanie alternatywnych rozwiązań, które będą tańsze, ale prowadziły do tego samego efektu.
Problem z pozyskaniem dodatkowych środków na realizację projektu	<ul style="list-style-type: none"> - nawiązanie współpracy z organizacjami pomagającymi pozyskać środki na realizację projektów renaturyzacji z ogólnodostępnych programów np. Wetlands International (https://www.wetlands.org/); - korzystanie z dostępnych poradników dotyczących pisania wniosków i projektów np. podręcznik pisania wniosków do programu LIFE; - szkolenia z zakresu pisania projektów i pozyskiwania środków.

W ekstremalnych przypadkach braku możliwości rozwiązania problemów (np. ze względu na brak wypracowanego konsensusu, czy odpowiednich instrumentów prawnych), należy przeanalizować ich wpływ na realność wykonania projektu renaturyzacji.

6.6.2 Wpływ na ryzyko powodziowe

Ryzyko powodziowe to oczekiwana wartość strat powodziowych, tj. iloczyn prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i strat, jakie hipotetycznie taka powódź by wywołała. Nawet znaczne ryzyko zalania terenu może być zerowym ryzykiem powodziowym, jeżeli zalewany teren jest odporny na zalanie i powódź nie wywołuje na nim strat.

W celu określenia możliwego wpływu na poziom ryzyka powodziowego, niezbędna jest analiza danych dotyczących aspektów społeczno-gospodarczych oraz w razie potrzeby, wykonanie obliczeń hydraulicznych. Analizy można przeprowadzić w następujących krokach:

1. Identyfikacja możliwości wystąpienia zagrożenia powodziowego na podstawie:
 - analizy map zagrożenia powodziowego, map ryzyka powodziowego, znaków wielkiej wody, informacji od interesariuszy i zarządców wód;
 - analizy sposobu użytkowania i zagospodarowania terenów zalewowych, w kontekście konieczności ochrony terenów przyległych lub możliwości ich wykorzystania podczas przejścia fali powodziowej (jako dodatkowej pojemności retencyjnej);
2. Ocena wpływu na ryzyko powodziowe.

Analiza ta powinna być wykonana za pomocą modelowania hydraulicznego. Obliczenia należy wykonać dla fal hipotetycznych o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 10\%$, 1% i $0,2\%$. W zależności od potrzeb, do obliczeń można wykorzystać modele 1D, 2D oraz 1D/2D. Analizy dotyczące ryzyka powodziowego należy wykonać w odniesieniu do lokalizacji

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

planowanych działań, jak i obszarów zlokalizowanych poniżej. Pozwoli to na weryfikację zmiany rzędnych zwierciadła wody w skali lokalnej oraz analizę wpływu działań na transformację fali powodziowej. Bardzo często bowiem działania renaturyzacyjne zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia wody z brzegów i przepływu ponadkorytowego w miejscu wykonania prac, ale sumarycznie skutkuje to obniżeniem ryzyka powodziowego na niższej leżącym odcinku cieku, wskutek spłaszczenia fali wezbrania.

Działania renaturyzacyjne mogące mieć wpływ na poziom ryzyka powodziowego (negatywny lub pozytywny), to te, które powodują zmiany przepustowości koryta, poprawę przepływu wody przez tereny zalewowe, zwiększenie pojemności retencyjnej doliny, czy odtwarzanie mokradeł. Działania te można uwzględnić w modelach hydraulicznych za pomocą:

- modyfikacji współczynnika szorstkości w korycie i na brzegach:
 - zwiększenie współczynnika szorstkości w przypadku zastosowania działań ukierunkowanych na zaprzestanie, ograniczenie lub modyfikację prac utrzymaniowych polegających na wykaszaniu roślinności z koryta i brzegów;
 - zmniejszenie współczynnika szorstkości w przypadku działań prowadzących do zmniejszenia intensywności procesu zarastania (np. nasadzenia drzew);
- modyfikacje współczynnika szorstkości na terenach zalewowych:
 - wzrost współczynnika szorstkości w przypadku działań związanych z odtwarzaniem mokradeł, czy inną zmianą użytkowania powodującą większe opory ruchu dla przepływu wód powodziowych (np. zalesienie, zakrzewienie);
- modyfikacje geometrii przekrojów korytowych (lub w przypadku modeli 2D siatki obliczeniowej):
 - zawężanie lub rozszerzanie przekrojów korytowych w przypadku działań mogących wpłynąć na jego przepustowość np. deflektory, wprowadzanie pni drzew i inne modyfikacje koryta.
- - modyfikacje geometrii przekrojów dolinowych (lub w przypadku modeli 2D siatki obliczeniowej):
 - podnoszenie lub obniżanie rzędnych przekroju w przypadku działań związanych z odsuwaniem, obniżaniem lub przerywaniem wałów powodziowych.

Starannego rozważenia wymagają działania polegające na zaprzestaniu, ograniczeniu lub modyfikacji prac utrzymaniowych związanych z usuwaniem osadów. Zamulanie koryt powoduje zmiany przepustowości i może prowadzić do zwiększenia poziomu zagrożenia powodziowego. W tym przypadku, prognozowane zmiany rzędnych dana można wprowadzić do modelu poprzez modyfikację przekrojów poprzecznych. Dokładne modelowanie procesu zamulania może być problematyczne ze względu na większą liczbę danych wejściowych do modelu transportu rumowiska oraz trudności związane z kalibracją. Niemniej, należy pamiętać, że dodatkiem do działań związanych z modyfikacją prac utrzymaniowych, mogą być rozwiązania poprawiające stan elementów hydromorfologicznych. Poprzez zróżnicowanie prędkości przepływu wody w obrębie koryta, powodują one częściowe wymywanie drobnych frakcji i tym samym zapobiegają zamulaniu.

W przypadku, gdy wyniki modelowania hydraulicznego wykażą, iż planowane działania mogą zwiększyć poziom zagrożenia powodziowego, należy:

- przeanalizować koszty i korzyści w skali lokalnej i w odniesieniu do obszarów znajdujących się poniżej;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- podjąć współpracę z interesariuszami w celu wypracowania konsensusu;
- rozważyć rozwiązania alternatywne, które nie będą prowadziły do zwiększenia poziomu zagrożenia powodziowego, ale nadal pozwalały na osiągnięcie wyznaczonych celów;
- w przypadku braku rozwiązań alternatywnych i braku konsensusu ze strony interesariuszy, należy zrewidować wyznaczone cele pod kątem realności ich osiągnięcia;
- w ekstremalnych wypadkach należy rozważyć możliwość wdrożenia odpowiednich instrumentów prawnych (np. w przypadku, gdy planowane działania spowodują zalanie terenów przyległych użytkowanych rolniczo, ale znacznie obniżą poziom zagrożenia powodziowego na obszarach zurbanizowanych zlokalizowanych poniżej).

Ocenę wpływu działań renaturyzacyjnych na poziom ryzyka powodziowego można pominąć w przypadku gdy:

- planowane działania są wdrażane w sposób zrównoważony i nie prowadzą do znacznego zmniejszenia przepustowości koryta;
- ewentualny wzrost poziomu zagrożenia powodziowego nie przełoży się na wzrost ryzyka powodziowego tj. nie spowoduje dodatkowych strat ze względu na zagospodarowanie (np. obszary leśne, nieużytki, mokradła) i ukształtowanie terenów zalewowych (np. wąska dolina ciek).

6.6.3 Analiza kosztów i korzyści

Ekonomiczna analiza kosztów i korzyści przedsięwzięcia, nawet przeprowadzona w bardzo uproszczonej formie, pomoże odpowiedzieć na pytanie, czy zamierzone przez nas działania są „społecznie opłacalne”, tj. czy suma generowanych kosztów i strat nie przewyższa sumy oczekiwanych korzyści. Analiza taka ma jednak sens tylko wówczas, gdy przynajmniej w przybliżeniu uwzględnimy także elementy o trudnej do oszacowania wartości, jak świadczenia ekosystemów. Podstawy analizy kosztów i korzyści w stosunku do działań w wodach opisano bliżej w opracowaniu „Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania” (Ministerstwo Środowiska 2018), wraz z przykładami zastosowania. Tu przytaczamy tylko sugestie podstawowych parametrów, które należałoby w takiej analizie brać pod uwagę.

Tabela 23. Potencjalne koszty i korzyści do wzięcia pod uwagę w uproszczonej analizie ekonomicznej.

Kategoria		Wartość
KOSZTY	KORZYŚCI	
Koszt wykonania prac		Wg kosztorysu
Koszty pozyskania gruntu lub odszkodowań z art. 223 ust 1 ustawy Praw wodne		$(P \times c) + G$ P – powierzchnia [ha] c – cena ha gruntu [zł/ha], na r. 2019 średnio 35.000 zł/ha G – koszt podziału gruntu
Zwiększone ryzyko powodziowe na odcinku renaturyzowanym (jeśli wystąpi zmiana)		$(p_{\text{renat}} - p_{\text{obecne}}) \times P \times F$ p_{renat} – prawdopodobieństwo zalania terenu po renaturyzacji p_{obecne} – prawdopodobieństwo zalania terenu obecnie P – powierzchnia potencjalnego zalewu [ha] F – współczynnik potencjalnych strat Współczynniki potencjalnych strat do 2018 r. wynikały z rozporządzenia Rady Ministrów z 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego (Dz. U. z 2013 poz. 104) i wynosiły średnio w Polsce (przeliczenie na 2017, wg MŚ 2018): Zabudowa mieszkaniowa – średnio 628.000 zł/ha. Tereny przemysłowe – średnio 1.163.200 zł/ha

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

	<p>Tereny komunikacyjne – 218.000 zł/ha</p> <p>Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe - 51.000 zł/ha.</p> <p>Lasy - 80 zł/ha.</p> <p>Użytki zielone - 674 zł/ha.</p> <p>Grunty orne - 1 428 zł/ha.</p>
Zmniejszone ryzyko powodziowe poniżej (jeśli wystąpi zmiana)	<p>$(p_{\text{obecne}} - p_{\text{renat}}) \times P \times F$</p> <p>$p_{\text{renat}}$ – prawdopodobieństwo zalania terenu po renaturyzacji</p> <p>p_{obecne} – prawdopodobieństwo zalania terenu obecnie</p> <p>P – powierzchnia potencjalnego zalewu</p> <p>F – współczynnik potencjalnych strat</p> <p>Współczynniki potencjalnych strat do 2018 r. wynikały z rozporządzenia Rady Ministrów z 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego (Dz. U. z 2013 poz. 104) i wynosiły średnio w Polsce (przeliczenie na 2017, wg MŚ 2018):</p> <p>Zabudowa mieszkaniowa – średnio 628.000 zł/ha.</p> <p>Tereny przemysłowe – średnio 1.163.200 zł/ha</p> <p>Tereny komunikacyjne – 218.000 zł/ha</p> <p>Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe - 51.000 zł/ha.</p> <p>Lasy - 80 zł/ha.</p> <p>Użytki zielone - 674 zł/ha.</p> <p>Grunty orne - 1 428 zł/ha.</p>
Redukcja kosztów powtarzalnych prac utrzymaniowych	<p>$k \times U$</p> <p>U – obecny koszt prac</p> <p>k – współczynnik redukcji kosztów (zwykle między 0,0 a 0,8)</p>
Świadczenie retencji rozlewnej	<p>$10000 \times (p_{\text{renat}} - p_{\text{obecne}}) \times P \times t / 52 \times h \times 2,27$</p> <p>$p_{\text{renat}}$ – prawdopodobieństwo zalania terenu po renaturyzacji</p> <p>p_{obecne} – prawdopodobieństwo zalania terenu obecnie</p> <p>P – powierzchnia potencjalnego zalewu [ha]</p> <p>h – głębokość potencjalnego zalewu [m]</p> <p>t – czas trwania potencjalnego zalewu, [tygodnie]</p> <p>Wartość świadczenia retencji 2,27 zł/m³ × rok za Grygoruk i in. (2013)</p>
Świadczenie retencji korytowej	<p>$Q \times t / 365 \times 2,27$</p> <p>$Q$ – średni przepływ [m³]</p> <p>t – opóźnienie kulminacji przepływu w wyniku renaturyzacji [dni]</p> <p>Wartość świadczenia retencji 2,27 zł/m³ × rok za Grygoruk i in. (2013)</p>
Wartość usług ekologicznych naturalnej rzeki	<p>$33\,026 \text{ zł}^*/\text{rok} \times l \times d$</p> <p>$l$ – długość odcinka rzeki</p> <p>d – szerokość odcinka rzeki</p> <p>Wartość na podstawie Szałkiewicz i in. 2018</p>
Wartość usług ekosystemów zależnych od rzeki	<p>$\Sigma (\Delta P_{\text{użytku}} \times w)$</p> <p>$\Delta P_{\text{użytku}}$ – zmiana powierzchni użytku</p> <p>w – wartość świadczeń ekosystemowych użytku; Trwale utrzymujące się rozlewiska, lustro wody – 32 097 zł/ha × rok; Lasy – 1141 zł/ha × rok; Łąki i pastwiska użytkowane – 876 zł/ha × rok; Tereny podmokłe – 14 785 zł/ha × rok; Tereny zalewane – 19 580 zł/ha × rok.</p> <p>Wartości wg: Costanza 2014, Panasiuk i Miłaszewski 2015, Humiczewski 2017, Ministerstwo Środowiska 2018.</p>

Analiza kosztów i korzyści to pomocnicza metoda, pozwalająca uzyskać syntetyczny obraz „opłacalności społecznej” przedsięwzięcia. Świadomie koncentruje się ona na takim obrazie i nie analizuje, kto ponosi koszty, a kto uzyskuje korzyści. Tymczasem, to właśnie zagadnienie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

sprawiedliwych obciążeń i transferu korzyści między zainteresowanymi podmiotami jest często źródłem największych problemów praktycznych.

6.6.4 Kompleksowa analiza SWOT

Mając zidentyfikowane potencjalne korzyści, zagrożenia i ograniczenia warto przeanalizować słabe i mocne strony planowanych działań za pomocą analizy SWOT. Wstępem do niej jest zestawianie silnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń przedsięwzięcia, Zestawienie to pozwala w sposób syntetyczny podsumować wszystkie aspekty związane z wdrażaniem planowanych działań renaturyzacyjnych.

Tabela 24. Przykład wyjściowego zestawienia danych do analizy SWOT.

Silne strony <ol style="list-style-type: none"> 1) Poprawa elementów hydromorfologicznych, 2) Udostępnienie 5 km dla ryb, 3) Rozpoczęcie procesów inicjujących poprawę stanu ekologicznego aJCWP, 4) Działanie zgodne z założeniami RDW, 	Słabe strony <ol style="list-style-type: none"> 1) Konieczność wdrożenia kolejnych działań w odniesieniu do całego aJCWP 2) Konieczność wyłączenia fragmentów przyległych gruntów z użytkowania w celu umożliwienia swobodnej migracji koryta,
Szanse <ol style="list-style-type: none"> 1) Osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego (po wdrożeniu działań dla całej aJCWP), 2) Spełnienie celów środowiskowych dla obszarów chronionych, 3) Usprawnienie procesów samooczyszczania rzeki, 4) Spowolnienie odpływu niżówek, 5) Zmniejszenie ryzyka powodziowego obszarów położonych poniżej aJCWP, 6) Stworzenie warunków bytowania gatunków chronionych, 7) Zwiększenie atrakcyjności turystycznej i wędkarskiej, 8) Zwiększenie bezpieczeństwa rolnictwa w kontekście prognozowanego zwiększenia częstości głębokich susz i niżówek, 9) Ograniczenie drenującej roli rzeki w okresach niżówek, 10) Zachowanie dobrych warunków hydraulicznych przeprowadzenia wód wielkich, 11) Ograniczenie kosztów prac utrzymaniowych aJCWP o około 65%. 	Możliwe zagrożenia <ol style="list-style-type: none"> 1) Problemy związane z wykupem gruntów i zaangażowaniem interesariuszy, 2) Problemy związane z wydanym pozwoleniem wodnoprawnym, 3) Problemy związane przepływem wody na tereny zalewowe i starorzecza, 4) Konieczność adaptacji działań na podstawie wyników monitoringu.

Analiza SWOT polega następnie na krzyżowym analizowaniu pozycji zestawienia SWOT: Czy dana mocna strona pozwoli nam wykorzystać daną szansę? Czy dana mocna strona pozwoli nam zniwelować dane zagrożenie? Czy dana słaba strona ogranicza możliwość wykorzystania danej szansy? Czy dana słaba strona potęguje ryzyko związane z danym zagrożeniem? Czy dana szansa wzmacnia daną silną

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

stronę? Czy dana szansa pozwala zniwelować daną słabość? Czy dane zagrożenie niweluje daną silną stroną? Czy dane zagrożenie uwypukla daną słabość? Na tej podstawie identyfikuje się tzw. silne powiązania, obszary problemowe wymagające szczególnej uwagi.

6.7 Planowanie monitoringu

Dokładne zaplanowanie i wdrożenie monitoringu jest kluczowe dla śledzenia i prognozowania zmian zachodzących pod wpływem określonych działań. Otrzymanie wyników badań pozornie negatywnych dla założonych działań jest też cenną informacją. Z jednej strony przyczyna niepowodzeń może wynikać z powolnych zmian w środowisku, których efekt nastąpi dopiero po latach, z drugiej strony - pozwala na dostosowanie i udoskonalenie zastosowanych rozwiązań. W przypadku braku efektów należy wdrożyć zarządzanie adaptacyjne poprzez rewizję przyjętych działań renaturyzacyjnych. Wnioski z prowadzonego monitoringu powinny zawierać ocenę rozbieżności pomiędzy przyjętymi celami i działaniami a ich wykonaniem oraz analizę przyczyn rozbieżności.

Dane z Państwowego Monitoringu Środowiska dostarczają wielu cennych informacji o środowisku, jednak takie informacje mogą być niewystarczające na potrzeby planowania i realizacji renaturyzacji. Podstawowe problemy, jakie mogą powstać w przypadku oceny działań tylko w oparciu o dane PMS, są następujące:

- Miejsce prowadzenia monitoringu. W przypadku dużych JCWP poddanych tylko częściowej renaturyzacji nie otrzymamy dokładnych danych o efektach prowadzonych działań. Może zdarzyć się, że mimo podjęcia skutecznych działań renaturyzacyjnych na odcinku JCWP, w punkcie monitoringowym oddalonym o kilka kilometrów nie uzyskamy zmiany stanu/potencjału ekologicznego. W tej sytuacji uzyskamy negatywny wynik działań. Jednak rozszerzenie renaturyzacji na całą JCWP lub jej znaczną część przyniosłoby poprawę stanu/potencjału ekologicznego i otrzymany wynik byłby wówczas pozytywny.
- Metodyki badań monitoringowych elementów biologicznych są próbą ujęcia zależności pomiędzy organizmami a stanem środowiska przyrodniczego, wyrażonych wskaźnikami liczbowymi. Renaturyzacja jest procesem mającym na celu poprawę jakości środowiska rzeczno, zwiększeniem bioróżnorodności i eliminacją lub zmniejszeniem presji. Skuteczny proces renaturyzacji może nie być odzwierciedlony wzrostem wartości wskaźnikowych. Tak może być np., jeżeli w wyniku renaturyzacji nastąpiła poprawa warunków hydromorfologicznych i siedliskowych na pewnym odcinku cieku, natomiast w górze cieku nie został wyeliminowany zrzut ścieków. Proces samooczyszczania wód, na odcinku cieku pomiędzy miejscem odprowadzania ścieków a renaturyzowanym odcinkiem, może być bowiem niewystarczający do poprawy wartości wskaźnikowych elementów biologicznych, które będą reagowały głównie na zanieczyszczenie wody.

W powyższych sytuacjach dane z PMS nie będą miały pełnego zastosowania, a otrzymane wyniki nie odzwierciedlą stanu faktycznego. W takich sytuacjach niezbędne jest prowadzenie monitoringu w ramach działań renaturyzacyjnych. Powinien on być ściśle powiązany z wyznaczonymi celami szczegółowymi oraz z zaplanowanymi działaniami.

Przykład

W przypadku zakładania pasów zadrzewień w pobliżu linii brzegowej jeziora, monitoring musi dotyczyć przyjęcia się sadzonek drzew.

W przypadku założenia stref sedimentacyjno-biofiltracyjnych monitoring obejmował będzie sprawdzenie sprawnego przepływu wody przez urządzenia w trakcie ulewnych deszczy. Obsadzenie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

roślinnością wodną i oczeretową części biofiltracyjnej takiego systemu musi być monitorowane w ciągu całego sezonu wegetacyjnego, w celu sprawdzenia czy posadzone rośliny się przyjęły, czy nadal rosną, zwiększając zasięg występowania.

W każdym przypadku stwierdzenie nieprawidłowości powinno skutkować podjęciem działań naprawczych – dosadzenia drzew, roślin wodnych, udrożnienia przepływu itp.

6.7.1 Zależność pomiędzy ryzykiem niepowodzenia planowanych działań a intensywnością monitoringu

Monitoring stanowi dodatkowe koszty projektów renaturyzacji, które należy ponieść również po zakończeniu realizacji projektu. W przypadku konieczności zmniejszenia wydatków, może zaistnieć konieczność optymalizacji intensywności monitoringu. W zależności od ryzyka niepowodzenia planowanych działań oraz skali projektu. Ryzyko to można oszacować na podstawie dwóch czynników (PRAGMO – Hammond i in. 2011):

1. skuteczności i częstości stosowania planowanych działań w odniesieniu do obiektów podobnych do analizowanego, np. odtwarzanie roślinności brzegowej jest bardziej powszechne na ciekach nizinnych niż górskich;
2. potencjału do wystąpienia „awarii” (nagłych, dynamicznych a niepożądanych zdarzeń), który jest uzależniony od dynamiki i charakterystyki obiektu.

Poszczególne kroki określania intensywności monitoringu przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 25. Określenie intensywności monitoringu wg propozycji Hammonda i in.(2011).

KROK 1 – DOŚWIADCZENIA z ZASTOSOWANIA PODOBNYCH DZIAŁAŃ				
W kroku 1 należy sprawdzić jak często dane rozwiązanie jest stosowane w ogóle i w odniesieniu do obiektów podobnych do naszego. Wynikiem jest wskaźnik w skali od d1 do d5.				
	CZĘSTOŚĆ UDANEGO ZASTOSOWANIA DZIAŁANIA W DANEJ ZLEWNI, LUB W ZLEWNIACH PODOBNYCH			
CZĘSTOŚĆ UDANEGO ZASTOSOWANIA DZIAŁANIA GDZIEKOLWIEK		Bardzo często	Często	Rzadko
	Bardzo często	d1	d2	d3
	Często	d2	d3	d4
	Rzadko	d3	d4	d5
KROK 2 – POTENCJAŁ DO WYSTĄPIENIA „AWARII”				
W kroku 2 należy ocenić, na podstawie dynamiki cieku, jaka jest możliwość wystąpienia awarii. Wynikiem jest wskaźnik w skali od r1 do r5.				
	CHARAKTER ODCINKA			
ODPORNOŚĆ NA WYSTĄPIENIE AWARII		Nizinna	Wyżynna	Górska
	Duża	r1	r2	r3
	Średnia	r2	r3	r4

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

	Niska	r3	r4	r5		
KROK 3 – OCENA RYZYKA						
W krok 3 polega na połączeniu wyników z przypisania wskaźników z kroku 1 i 2. Wynikiem jest przypisanie ryzyka w skali od a do C.						
	DOŚWIADCZENIA z ZASTOSOWANIA PODOBNYCH DZIAŁAŃ (Z KROKU 1)					
POTENCJAŁ DO WSYTĄPIENIA AWARII (Z KROKU 2)		d1	d2	d3	d4	d5
	r1	A	A	A	B	B
	r2	A	A	B	B	B
	r3	A	A	B	B	C
	r4	A	B	B	C	C
	r5	B	B	C	C	C
KROK 4 – SKALA PROJEKTU						
	DŁUGOŚĆ ODCINKA					
SZEROKOŚĆ CIEKU		<50 m	50-100 m	100-200 m	200-500 m	>500 m
	<2 m	a	a	b	b	c
	2-10 m	a	a	b	c	c
	>10 m	b	b	b	c	c
KROK 5 – KOŃCOWA OCENA INTENSYWNOŚCI MONITORINGU						
W kroku 5 należy określić poziom intensywności monitoringu w skali od 1 do 3, na podstawie przypisanych wskaźników z kroków 3 i 4.						
	SKALA PROJEKTU (Z KROKU 4)					
RYZYO PROJEKTU (Z KROKU 3)		a	b	c		
	A	1	2	2		
	B	1	2	3		
	C	2	3	3		

Intensywność monitoringu podzielono na 3 poziomy:

Poziom 1 – obejmuje uproszczony monitoring elementów, których dotyczą planowane/wdrożone działania renaturyzacyjne. Możliwy do zastosowania w przypadku projektów realizowanych w małej skali przestrzennej, o stosunkowo niewielkim ryzyku niepowodzenia. Metody monitoringu odnoszą się przede wszystkim do konkretnych działań i ich wpływu na poszczególne elementy hydromorfologiczne i biologiczne.

Poziom 2 – oprócz metod dla poziomu 1, zawiera również metody mające zastosowanie w większej skali przestrzennej i uwzględniające większą szczegółowość. Możliwy do zastosowania głównie

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

w przypadku projektów realizowanych w umiarkowanej skali przestrzennej, o średnim ryzyku niepowodzenia.

Poziom 3 - obejmuje szczegółowe pomiary i badania. Wskazany w przypadku dużych projektów obejmujących wiele elementów i obciążonych dużym ryzykiem niepowodzenia.

Powyższy sposób optymalizacji monitoringu może być również zastosowany w odniesieniu do jezior oraz wód przejściowych i przybrzeżnych. Jednak w tych przypadkach wskazane jest indywidualne podejście co do przypisania odpowiedniego poziomu optymalizacji.

Dodatkowo, pomimo możliwości uproszczenia zakresu monitoringu, należy mieć na uwadze, iż nie we wszystkich przypadkach będzie to wskazane (np. w odniesieniu do gatunków chronionych, priorytetowych typów siedlisk, czy skuteczności przepławek). Stąd, za każdym razem należy indywidualnie przeanalizować, czy dany stopień optymalizacji monitoringu jest akceptowalny w stosunku do zamierzonych celów szczegółowych i elementów, których one dotyczą.

Przykładowe metody monitoringu dla każdego z 3 poziomów opisano w rozdziale 6.7.2.

6.7.2 Metody monitoringu

Głównym założeniem optymalizacji monitoringu jest uproszczenie zakresu monitoringu w zależności od skali i ryzyka projektu. W poniższej tabeli przedstawiono przykładowe metody monitoringu podstawowych elementów ekosystemów wodnych, w odniesieniu do trzech wyżej opisanych poziomów intensywności monitoringu. Tabela nie uwzględnia wszystkich możliwych metod monitoringu efektywności działań renaturyzacyjnych, w szczególności w odniesieniu do siedlisk mokradłowych oraz działań na terenach zalewowych. Takie przypadki powinny być analizowane indywidualnie.

Metody przypisane do poszczególnych poziomów dostarczają informacji o różnej szczegółowości, przy czym metody z poziomu niższego mogą być również użyteczne na poziomach wyższych. Przykładowo, metody na poziomie 2 pozwalają przeanalizować zmiany zachodzące w skali danego odcinka, jednak w przypadku, gdy wskazane jest otrzymanie prostej informacji dotyczącej konkretnego rozwiązania, można dodatkowo wykorzystać metodę z poziomu 1.

Tabela 26. Przykładowe metody monitoringu dla poszczególnych poziomów optymalizacji

Element podlegający monitoringowi	PRZYKŁADOWE METODY MONITORINGU DLA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMÓW INTENSYWNOŚCI MONITORINGU		
	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
Elementy hydromorfologiczne	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Zbieranie podstawowych danych hydromorfologicznych; Badania terenowe w oparciu o formularz HIR, RHS, LHS; Podstawowe pomiary geometrii koryta.	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Badania w oparciu o metodykę HIR (kameralna + terenowa), LHS; Monitorowanie większych odcinków cieków poprzez zdjęcia z drona;	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Badania w oparciu o metodykę HIR (kameralna + terenowa), LHS; Śledzenie migracji koryta i zmian pasa przybrzeżnego; Wykonywanie zdjęć z drona całego odcinka objętego renaturyzacją;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Element podlegający monitoringowi	PRZYKŁADOWE METODY MONITORINGU DLA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMÓW INTENSYWNOŚCI MONITORINGU		
	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
		<p>Śledzenie migracji koryta i zmian pasa przybrzeżnego;</p> <p>Wykonywanie przekrojów poprzecznych z określeniem zmienności głębokości i szerokości koryta, pomiary batymetryczne.</p>	<p>Badanie składu granulometrycznego substratu dna i transportu rumowiska;</p> <p>Badanie ciągłości morfologicznej koryta;</p> <p>Wykonywanie przekrojów poprzecznych z określeniem zmienności głębokości i szerokości koryta; pomiary batymetryczne;</p> <p>Badanie strefy przybrzeżnej (ekotonu) z zastosowaniem mapowania roślinności lub z wykorzystaniem chruścików (biegaczowatych);</p> <p>Mapowanie form erozyjnych i depozycyjnych;</p> <p>Reżim pływów i ekspozycja na falowanie dla wód przybrzeżnych i przejściowych;</p> <p>Dodatkowe badania w oparciu o metodyki lepiej dostosowanych do specyfiki rzek na danym terenie np. rzeki karpackie.</p>
Warunki hydrologiczne	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Podstawowe monitorowanie poziomu wód;</p> <p>Określenie typów nurtu.</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Stały monitoring poziomu wód (urządzenia automatyczne);</p> <p>Określenie ilości i dynamiki przepływów;</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Stały monitoring poziomu wód (urządzenia automatyczne);</p> <p>Połączenie z wodami podziemnymi;</p> <p>Określenie ilości i dynamiki przepływu w przekrojach i na terenach zalewowych, uwzględniając starorzeczka;</p> <p>Określenie wpływu ujęć, poborów, przerzutów i retencjonowanie wody;</p>
Jakość wody	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Badania parametrów fizycznych.</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Badania fizykochemiczne wody charakteryzujące stan</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Badania fizykochemiczne wody charakteryzujące stan fizyczny, warunki tlenowe, zasolenie,</p>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Element podlegający monitoringowi	PRZYKŁADOWE METODY MONITORINGU DLA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMÓW INTENSYWNOŚCI MONITORINGU		
	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
		fizyczny, warunki tlenowe, zasolenie, zakwaszenie, substancje biogenne.	zakwaszenie, substancje biogenne.
Ryby	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Wywiad z wędkarzami, informacje od użytkowników rybackich*;</p> <p>Wskazany elektropołów w celu określenia występowania ryb i minogów (szczególnie gatunków drobnych i chronionych);</p> <p>Określenie jakości potencjalnych siedlisk i kryjówek;</p> <p>Badania prowadzone na kilku stanowiskach pozwalających wychwycić zmiany spowodowane działaniami renaturyzacyjnymi.</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Zastosowanie metodyk GIOŚ dla poszczególnych typów wód;</p> <p>Ocena populacji gatunków chronionych zgodnie z metodykami GIOŚ;</p> <p>Wskazane monitorowanie skuteczności przechodzenia przez przepławki w okresie głównych ciągów ryb;</p> <p>Mapowanie siedlisk z zastosowaniem uproszczonych protokołów terenowych HIR lub protokołu terenowego EFI+ Hydromorfologia.</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Mapowanie siedlisk (jednostek hydromorfologicznych);</p> <p>Zastosowanie metodyk GIOŚ do poszczególnych typów wód;</p> <p>Ocena populacji gatunków chronionych zgodnie z metodykami GIOŚ;</p> <p>Ocena ekspercka zachodzących zmian, w razie potrzeby modyfikacja metodyki badań w celu dokładniejszego monitorowania zmian;</p> <p>Monitoring przepławk (skanery przez cały rok);</p> <p>Monitoring tarlisk i gniazd tarlowych;</p> <p>Znakowanie ryb w celu określenia zdolności migracji;</p> <p>Informacje od użytkowników rybackich*;</p> <p>Monitoring powinien uwzględniać lokalne migracje ryb typowe dla tego obszaru;</p>
Makrofity	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Określenie dominujących zespołów roślinności wodnej.</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Zastosowanie metodyk GIOŚ odpowiednich dla poszczególnych typów wód;</p> <p>Badania prowadzone na większej liczbie stanowisk pozwalających wychwycić zmiany spowodowane</p>	<p>Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych;</p> <p>Mapowanie siedlisk na odcinkach obejmujących prowadzone działania;</p> <p>Zastosowanie metodyk GIOŚ odpowiednich dla poszczególnych typów wód;</p> <p>Wskazane jest wykonanie zdjęć fitosocjologicznych dla zbiorowisk gatunków chronionych;</p>

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Element podlegający monitoringowi	PRZYKŁADOWE METODY MONITORINGU DLA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMÓW INTENSYWNOŚCI MONITORINGU		
	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
		działaniami renaturyzacyjnymi; Mapowanie siedlisk z zastosowaniem uproszczonych protokołów terenowych HIR;	Ocena ekspercka zachodzących zmian;
Makrobiezkręgowce	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Proste określenie struktury zespołu makrobiezkręgowców poprzez pobieranie próbki jakościowej z kilku miejsc (strefa brzegowa i główne koryto) na danym stanowisku pozwalające określić występowanie najważniejszych grup organizmów, obliczenie EPT, BMWP_PL, ASPT; Ogólny opis siedlisk i warunków na danym odcinku;	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Zastosowanie metodyk GIOŚ odpowiednich dla poszczególnych typów wód; Badania prowadzone na większej liczbie stanowiskach pozwalających wychwycić wpływ najważniejszych działań; Wskazane podstawowe rozpoznanie zespołu makrobiezkręgowców w zbiornikach przyległych i objętych renaturyzacją np. starorzeczach. Mapowanie siedlisk z zastosowaniem uproszczonych protokołów terenowych HIR, LHS.	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Mapowanie siedlisk na odcinkach obejmujących prowadzone działania, pozwalające na śledzenie zmian w czasie; Zastosowanie metodyk GIOŚ odpowiednich dla poszczególnych typów wód; Ocena zachowania stanu gatunków chronionych i ich siedliska wg metodyk GIOŚ; Ocena ekspercka zachodzących zmian w zespołach makrobiezkręgowców;
Stan siedlisk przyrodniczych	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Ogólny opis siedliska i jego stanu zachowania.	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych; Zastosowanie metodyk do monitoringu siedlisk GIOŚ; Ocena stanu najlepiej zachowanych siedlisk przyrodniczych na danym odcinku; Podstawowa identyfikacja siedlisk na odcinku objętym	Zdjęcia w ustalonych punktach kontrolnych Zastosowanie metodyk do monitoringu siedlisk GIOŚ Dokładna ocena stanu najważniejszych siedlisk przyrodniczych na danym odcinku Zastosowanie stałego monitoringu poziomu wód np. w starorzeczach, na terenach podmokłych

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Element podlegający monitoringowi	PRZYKŁADOWE METODY MONITORINGU DLA POSZCZEGÓLNYCH POZIOMÓW INTENSYWNOŚCI MONITORINGU		
	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
		działaniami renaturyzacyjnymi.	Wykonywanie dokładnych zdjęć siedlisk np. z drona zawierających punktu odniesienia Wykonywanie zdjęć fitosocjologicznych (przynajmniej tam, gdzie występują gatunki wskaźnikowe) Inwentaryzacja występujących siedlisk na obszarze związanym z renaturyzacją; Podstawowe pomiary i badania jakości wody.

„*” – dane należy traktować tylko jako ogólny pogląd na ichtiofaunę, informacje mogą być niepełne i zawierać subiektywną ocenę. Bardzo ograniczona informacja o gatunkach chronionych i rybach drobnych, nie mających znaczenia gospodarczego.

Przykład 1 Zwiększenie różnorodności siedlisk dla makrobezkręgowców poprzez zróżnicowanie prędkości przepływów oraz utworzenie kryjówek dla ryb

Cele szczegółowe:

- Utworzenie w strefie przybrzeżnej 2 zastoisk o głębokości co najmniej 2 m i łącznej powierzchni co najmniej 50 m²;
- Zwiększenie zróżnicowania szerokości i głębokości koryta poprzez lokalną redukcję powierzchni przekrojów poprzecznych w 8 miejscach za pomocą materaców faszynowych;
- Zwiększenie powierzchni koryta pokrytej przez włosieniczniki.

Monitoring - ze względu na skalę projektu (zwiększenie liczby migrujących ryb na nowo udostępnionym odcinku) oraz stosunkowo niewielki poziom ryzyka, przyjęto 2 poziom intensywności monitoringu.

- Mapowanie siedlisk z zastosowaniem uproszczonych protokołów terenowych HIR
- Monitoring ichtiofauny w oparciu o EFl+, zwiększenie przepływów powinno korzystnie wpłynąć na pojawienie się ryb reofilnych
- Pomiary geodezyjne geometrii koryta wzdłuż analizowanego odcinka, zagęszczenie przekrojów w miejscach wprowadzenia materacy faszynowych i utworzenia zastoisk
- Dodatkowo, monitoring można rozszerzyć o badania makrobezkręgowców w oparciu o wskaźnik MMI_PL (zróżnicowanie prędkości przepływów powinno wpłynąć na heterogeniczność siedlisk, dodatkowo wprowadzona faszyna, spowoduje prawdopodobny wzrost wartości wskaźnika cząstkowego EPT oraz wzrost wartości bioróżnorodności (zastoisko i miejsca z wyraźnym nurtem, zwiększona powierzchnia makrofytów)).

Przykład 2 Umożliwienie tarła ryb powyżej jazu poprzez usunięcie jazu oraz zwężenie koryta powyżej w celu utworzenia bystrza

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Cele szczegółowe:

- Zwiększenie liczby tarlisk pstrąga potokowego na nowych bystrzach powyżej jazu w ciągu dwóch sezonów;
- Zwiększenie liczby migrujących ryb na nowo udostępnionym odcinku;
- Zmniejszenie szerokości koryta o 30% na długości 60 m powyżej jazu za pomocą rumoszu drzewnego (po zakończeniu prac ziemnych).

Monitoring – ze względu na skalę projektu (zwiększenie liczby migrujących ryb na nowo udostępnionym odcinku) oraz stosunkowo niewielki poziom ryzyka, przyjęto 2 poziom intensywności monitoringu.

- Monitoring liczby gniazd tarłowych w miejscu utworzonego bystrza, obserwacja wędrujących ryb;
- Monitoring w oparciu o EFI+, wzrost liczebności osobników młodocianych pstrąga potokowego;
- Wykonanie badania terenowego HIR, które pozwoli określić zmiany typów nurtu oraz substratu dna;
- Przy braku widocznych efektów, wskazane wykonanie pomiarów granulacji substratu dna i przepływów w celu określenia przydatności tego miejsca do tarła;
- Pomiary geometrii koryta w miejscu utworzonego bystrza (wskaźnikiem jest % zmiana szerokości koryta).

Przykład 3 Zwiększenie różnorodności siedlisk w obrębie koryta i ograniczenie procesów erozji dennej poprzez wprowadzenie deflektorów i zwiększenie zacienienia koryta.

Cele szczegółowe:

- Zwiększenie krętości koryta poprzez wprowadzenie w koryto na odcinku 500 m naprzemiennie 5 drewnianych deflektorów w odstępach co 50 m;
- Zwiększenie powierzchni zacienienia koryta poprzez mozaikowe nasadzenia wierzby i topoli
- Zwiększenie różnorodności siedlisk poprzez wprowadzenie rumoszu drzewnego w conajmniej 5 lokalizacjach (po zakończeniu projektu).

Monitoring – ze względu na stosunkowo niewielkie ryzyko niepowodzenia proponuje się 2 poziom intensywności monitoringu.

- Pomiary długości cieku na danym odcinku (wskaźnikiem może być % zmiana długości, współczynnik krętości);
- Monitoring wzrostu nasadzeń oraz % zacienienia koryta;
- Mapowanie siedlisk z zastosowaniem uproszczonych protokołów terenowych HIR;
- Dodatkowo, monitoring można rozszerzyć o badania makrobezkręgowców w oparciu o MMI_PL (pozwalający określić wpływ zróżnicowania siedlisk) i badania ichtiofauny w oparciu o EFI+ (stworzenie lepszych warunków dla ryb reofilnych, rumosz stworzy kryjówki).

Przykład 4 Przywrócenie dynamiki procesów na terenach zalewowych poprzez wykopanie nowego meandrującego koryta z nową wyższą rzędną dna, która umożliwi naturalne połączenie koryta z terenem zalewowym (po uprzednim upewnieniu się, że nie wpłynie to negatywnie na jakiegokolwiek nieruchomości), nasadzenia drzew na terenach zalewowych i brzegach cieku.

Cele szczegółowe:

- Wykopanie nowego meandrującego koryta cieku, w celu zwiększenia jego długości o odpowiedni % w stosunku do stanu wyjściowego, zwiększenie krętości;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- *Utworzenie nowej rzędnej dna w celu zwiększenia częstotliwości występowania przepływu ponadkorytowego;*
- *Mozaikowe nasadzenia w strefie brzegowej w celu zwiększenia powierzchni pokrywy drzew;*
- *Utworzenie lasów łęgowych na terenach zalewowych poprzez nasadzenia rodzimych gatunków drzew charakterystycznych dla obszarów podmokłych; zwiększenie pokrycia terenów leśnych, przy jednoczesnym zachowaniu terenów otwartych;*
- *Budowa murków przeciwpowodziowych wokół nieruchomości zagrożonych zalaniem;*
- *Zwiększenie różnorodności makrobezkręgowców poprzez zwiększenie różnorodności siedlisk w korycie i na terenach zalewowych;*
- *Zwiększenie liczby i różnorodności zimującego ptactwa.*

Monitoring – ze względu na dużą skalę projektu oraz stosunkowo duże ryzyko niepowodzenia wskazane jest zastosowanie 3 poziomu intensywności monitoringu.

- *Badania HIR (kameralny + teren);*
- *Monitorowanie procesów rzecznych (erozja i depozycja), zmiany biegu koryta w wyniku naturalnej migracji w długiej perspektywie czasu, monitorowanie poziomu wody i częstotliwości występowania przepływów ponadkorytowych;*
- *Badanie powstałych siedlisk łęgowych, uwilgotnienia i stabilności warunków podmokłych (stały pomiar w piezometrach);*
- *Badania makrobezkręgowców (MMI_PL) , makrofity (MIR) i ichtiofauny (EFI+) w celu określenia zasiedlenia nowego koryta przez organizmy;*
- *Wykonywanie zdjęć z określonych punktów oraz z drona w celu śledzenia zmian zachodzących w nowym korycie i dolinie;*
- *Mapowanie tworzących się siedlisk, jednostek hydromorfologicznych (działanie powtarzane co kilka lat);*
- *Badania ornitologiczne pozwalające wykazać wzrost różnorodności ptactwa w tym pojawienie się gatunków związanych z terenami podmokłymi.*

6.7.3 Zasady dobrego monitoringu

Tylko monitoring ukierunkowany pod konkretne cele i założenia pozwoli na otrzymanie obiektywnych danych o efektach renaturyzacji. Właściwie zaplanowany monitoring dostarczy cennych danych o zmianach, jakie zachodzą w środowisku w wyniku zrealizowanych działań i pozwoli prognozować efekty renaturyzacji przy rozszerzaniu jej zasięgu na kolejne odcinki JCWP oraz analogiczne JCWP.

Rekomendowanym podejściem jest tzw. standard BACI (*before – after – control – impact*, por. rozdz. 1), czyli monitoring badający sytuację przed podjęciem interwencji i po niej i równocześnie badający próbę kontrolną, tj. analogiczny przypadek lub przypadki, w których interwencji nie podjęto.

Podstawowymi założeniami przy planowaniu monitoringu powinno być:

1. Zweryfikowanie lokalizacji punktu pomiarowego Państwowego Monitoringu Środowiska względem renaturyzowanego odcinka cieku;
2. Określenie długości odcinka renaturyzowanego względem całej JCWP i celów renaturyzacji. Inny wpływ będzie miała poprawa ciągłości cieku a inny renaturyzacja określonego odcinka uregulowanego koryta;
3. Wprowadzenie dodatkowego monitoringu na stanowiskach wynikających z celów i zasięgu renaturyzacji, jeżeli ppk PMS nie będzie reprezentatywny dla tych działań;
4. Wyznaczenie odpowiedniej ilości stanowisk badawczych uwzględniających cele i zasięg renaturyzacji;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

5. Liczba stanowisk powinna uwzględniać poziomy intensywności monitoringu (1-3, patrz wyżej) i obejmować odpowiednie działania renaturyzacyjne i obszary z tym związane np. najważniejsze siedliska przyrodnicze;
6. Wskazane jest wyznaczenie co najmniej jednego stanowiska badawczego poza obszarem działań renaturyzacyjnych. Stanowisko powinno być reprezentatywne dla cieku przed renaturyzacją oraz nie może być w obrębie innych presji np. cofka powyżej jazu. Stanowisko takie będzie tworzyło tło dla badań w obszarze renaturyzacji, co pozwoli na ograniczenie niewłaściwej interpretacji wyników np. gdy rok będzie wyjątkowo mokry/suchy albo nastąpią anomalia pogodowe;
7. Stosowanie w pierwszej kolejności metodyk referencyjnych do oceny stanu/potencjału ekologicznego, mających umocowanie prawne i będących zgodnymi z obowiązującymi normami. Tylko takie wyniki można w pełni porównać z danymi PMŚ i prognozować zmiany, jakie mogą zajść w ocenie całej JCWP przy rozszerzeniu działań;
8. Uwzględnienie znormalizowanych i powszechnie stosowanych metodyk badań, które mogą dawać szczegółowe dane tylko o pewnych procesach, ale dobrze uzupełnią stan wiedzy w przypadku, gdy metody stosowane w PMŚ nie pozwalają stwierdzić reakcji ekosystemu;
9. Umożliwienie interpretacji otrzymanych danych przez eksperta, w sytuacji gdy multimetriksy nie pokazują istotnych zmian, a te zachodzą tylko na pewnych poziomach odzwierciedlonych w cząstkowych wskaźnikach;
10. Wykonanie badań przed rozpoczęciem prac (przedrealizacyjnych) oraz po ich zakończeniu. Niektóre działania mogą dać wyraźne efekty dopiero po kilku latach. Monitoring oceniający efekty renaturyzacji powinien być przeprowadzony minimum po 2-3 latach od zakończenia prac;
11. Wprowadzenie częstszego monitoringu hydromorfologicznego, przy renaturyzacjach mających wpływ na uruchomienie procesów korytowych. Śledzenie sukcesywnych zmian prostymi powtarzalnymi metodami (HIR/RHS) pozwoli zdobyć informacje o zachodzących procesach i ich intensywności;
12. Przy planowaniu terminów badań należy uwzględnić okresy, w których określone elementy powinny być badane. Powtórzenie badań powinno odbyć się w analogicznym terminie;
13. Wykonywanie badań przedrealizacyjnych w tych samych miejscach, co badania porealizacyjne;
14. Badania porealizacyjne powinny być w takim samym zakresie, co przedrealizacyjne, z zastosowaniem możliwie tych samych metod badań lub w przypadku, gdy nie jest to możliwe z zastosowaniem metodyk obecnie referencyjnych i dających reakcję na takie same czynniki. Jeśli to możliwe wskazane jest rozszerzenie badań o nowe elementy, które pozwolą pozyskać szerszą informację o zaistniałych zmianach, np. o powstałych nowych siedliskach przyrodniczych;
15. Badania za każdym razem powinny obejmować zarówno elementy hydromorfologiczne jak i biologiczne (lub siedliskowe, np. gdy celem jest tylko odtwarzanie terenów zalewowych);
16. Należy prowadzić monitoring pod kątem trwałości zastosowanych rozwiązań, biorąc pod uwagę pewną zmienność w czasie procesów przyrodniczych;
17. W okresie trwania projektu powinno zwracać się uwagę na wpływ wysokich i bardzo niskich stanów wód na funkcjonowanie i trwałość wdrożonych rozwiązań;
18. Należy wykonać dokumentację fotograficzną ważniejszych działań w celu analizy porównawczej zachodzących tam zmian. Najlepiej, żeby zdjęcia były robione z tego samego miejsca lub pozwalały uchwycić najważniejsze cechy wprowadzonych rozwiązań;
19. Badania monitoringowe powinny kończyć się wnioskami i opiniami dotyczącymi prowadzonych działań i ich wpływu na założone cele i siedliska przyrodnicze;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

20. W przypadku działań edukacyjnych prowadzonych w ramach renaturyzacji należy zweryfikować wiedzę i odbiór społeczny tych przedsięwzięć np. poprzez ankiety;
21. Optymalny monitoring powinien dać podstawy do tworzenia modeli symulujących zachodzące zmiany i zależności pomiędzy czynnikami abiotycznymi i biotycznymi powstałymi w wyniku działań renaturyzacyjnych.

6.8 Poszukiwanie źródeł finansowania

Projekty renaturyzacji mogą być finansowane z różnych źródeł i programów finansowych. Przegląd planowanych i zrealizowanych projektów renaturyzacji z ostatnich 10 lat w krajach europejskich, wykonany w ramach projektu „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych”, wykazał iż podstawą finansowania prawie wszystkich działań jest budżet państwa. Niemniej, znacznym uzupełnieniem tego źródła finansowania są środki UE, które wspierały 63% zrealizowanych działań renaturyzacyjnych. Odnotowano również udział różnego rodzaju organizacji pozarządowych (NGO) we współdzieleniu kosztów, mimo, iż wielkość tych dotacji była zwykle na poziomie kilku procent.

W pierwszej linii, działania renaturyzacyjne mogą być finansowane ze środków własnych Zarządców Wód (np. PGW Wód Polskich), na które składają się środki z budżetu państwa oraz przychody za korzystanie z wód. Dodatkowo, niektóre działania renaturyzacyjne można sfinansować z oszczędności poczynionych w ramach już dostępnych środków gospodarki wodnej, np. oszczędności w związku z ograniczeniem i modyfikacją niektórych prac utrzymaniowych (rozdział 3.3). W przypadku ograniczonych środków na realizację niniejszych działań (np. w przypadku większych projektów), warto przeanalizować udział dodatkowych partnerów oraz możliwości finansowania z innych źródeł.

Partnerami mogącymi współdzielić koszty lub pomóc je zmniejszyć mogą być:

- jednostki, które będą czerpać korzyści z przeprowadzonego projektu renaturyzacji np. PGL Lasy Państwowe, RDOŚ, prywatne przedsiębiorstwa, jednostki samorządu terytorialnego, Parki Narodowe i inne;
- dodatkowi partnerzy, na których zostaną przekierowane niektóre zadania np. współpraca z uczelniami, które mogą prowadzić monitoring w zamian za możliwość prowadzenia badań naukowych; współpraca z lokalnymi mieszkańcami, stowarzyszeniami i Kołami Wędkarskimi, którzy mogą pomóc w nasadzeniu drzew, usuwaniu śmieci, zarybianiu.

Dodatkowe możliwości finansowania, zarówno z budżetu państwa jak i ze środków unijnych, stanowią różnego rodzaju instrumenty i programy finansowe. Część programów jest ściśle ukierunkowana na ochronę środowiska przyrodniczego i jego komponenty, pod które renaturyzacja wpasowuje się bezpośrednio. W przypadku pozostałych programów, działania renaturyzacyjne mogą być finansowane ze względu na pozytywny wpływ na komponent, którego dany program dotyczy. Jest to możliwe w przypadku instrumentów finansujących działania z zakresu adaptacji do zmian klimatu, ochrony przeciwpowodziowej, ochrony przed skutkami suszy, czy gospodarowania zasobami wodnymi. Podobny mechanizm obowiązuje również w przypadku niektórych programów ukierunkowanych na ochronę środowiska, gdzie renaturyzacja wpasowuje się pośrednio. Możliwe jest uzyskanie dofinansowania na działania, które wpływają pozytywnie na stan i status priorytetowych siedlisk oraz gatunków, w tym przypadku zależnych od ekosystemów wodnych (np. siedliska i żerowiska dla ptaków wodno-błotnych, określone typy siedlisk mokradłowych, rzeki włosienicznikowe).

Syntetyczną informację na temat aktualnej oferty finansowania można uzyskać na stronach internetowych Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW) oraz na Portalu

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Funduszy Europejskich [<https://www.funduszeuropejskie.gov.pl/>]. Poniżej natomiast, przedstawiono przykładowe programy oraz instrumenty, z których do tej pory finansowane były projekty renaturyzacji.

NFOŚiGW, WFOŚiGW

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (państwowa osoba prawna) oraz Wojewódzkie Fundusze (samorządowe osoby prawne) oferują następujące formy dofinansowania:

- finansowanie pożyczkowe (pożyczki udzielane przez NFOŚiGW, kredyty udzielane przez banki ze środków NFOŚiGW, wspólne finansowanie NFOŚiGW z bankami, linie kredytowe ze środków NFOŚiGW obsługiwane przez banki);
- finansowanie dotacyjne (dotacje inwestycyjne, nie inwestycyjne, dopłaty do kredytów bankowych, umorzenia);
- finansowanie kapitałowe (obejmowanie akcji i udziałów w zakładanych bądź już istniejących spółkach w celu osiągnięcia efektu ekologicznego).

Dostępność wsparcia zależy od strategii i priorytetów, przyjmowanych przez poszczególne fundusze. Jednym z deklarowanych obszarów priorytetowego wsparcia NFOŚiGW jest zapewnianie wkładu własnego do projektów unijnych, w szczególności LIFE, ale Fundusz nie przestrzega w tym zakresie zasady równego traktowania beneficjentów, preferując podmioty rządowe i organizacje prorządowe.

Przykład: w latach 2008-2010 na odcinku rzeki Wkra (Nida) k. Nidzicy w woj. warmińsko-mazurskim Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie wykonał nasadzenia drzew na brzegach rzeki oraz wprowadził do rzeki kilkadziesiąt ton głazów i otoczków w celu urozmaicenia struktury siedlisk wodnych. Działaniom towarzyszyły zarybienia pstrągiem, jaziem, kleniem i świnką, a towarzyszyły im badania hydromorfologii, ichtiofauny, zooplanktonu i zoobentosu. Prace i badania zostały sfinansowane przez WFOŚiGW w Olsztynie, przy współudziale PZW, powiatu Nidzica oraz dwóch gmin.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko POIiŚ 2014-2020

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 to krajowy program wspierający gospodarkę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie i adaptację do zmian klimatu, transport i bezpieczeństwo energetyczne. Program finansowany jest z trzech źródeł:

- Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego;
- Funduszu Spójności;
- środków krajowych – publicznych i prywatnych.

Beneficjenci otrzymują dofinansowanie w formie refundacji (wyplacane środki stanowią zwrot całości lub części wydatków rzeczywiście poniesionych przez realizatora projektu i przez niego sfinansowanych) lub zaliczki (wyplacanej na poczet planowanych wydatków).

Przykłady wdrożonych i wdrażanych projektów PO Infrastruktura i Środowisko:

- 1) „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” (projekt koordynowany przez RZGW w Krakowie, partnerzy: Instytut Ochrony Przyrody PAN i WWF Polska, dofinansowanie ze środków UE 85% - w ramach POIiŚ 2007-2013);
- 2) „Przywracamy Białą Tarnowską przyrodzie i ludziom - Przywrócenie ciągłości ekologicznej i realizacja działań poprawiających funkcjonowanie korytarza swobodnej migracji rzeki” (drugi etap działań na Białej Tarnowskiej, wdrażany przez RZGW w Krakowie);
- 3) Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego rzeki Wisłoki i jej dopływów” (projekt wdrażany przez RZGW w Krakowie, dofinansowanie ze środków UE 85% POIS.05.02.00-00-182/09).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Program Operacyjny „Ryby i Morze” 2014-2020 (PO RYBY 2014-2020)

Program Operacyjny Ryby i Morze 2014-2020 to krajowy program wspierający gospodarkę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie i adaptację do zmian klimatu, transport i bezpieczeństwo energetyczne. Program jest wspierany przez Europejski Fundusz Morski i Rybacki.

Przykłady wdrożonych projektów PO Ryby:

- 1) „Renaturyzacja zdegradowanej części Jeziora Lubańskiego z ukształtowaniem trasy regulacyjnej linii brzegowej oraz oznaczenie pomników przyrody na terenie gminy Nowa” (projekt koordynowany przez Stowarzyszenie Wdzydzko-Charzykowska Lokalna Grupa Rybacka Morenka, dofinansowanie ze środków UE 82%);
- 2) „Renaturyzacja jeziora Kamieniczno (projekt koordynowany przez Gminę Tuchomie, dofinansowanie ze środków UE 81%).

Program LIFE

Program LIFE to jedyny instrument finansowy Unii Europejskiej poświęcony wyłącznie współfinansowaniu projektów z dziedziny ochrony środowiska i klimatu. Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska. Procent dofinansowania w programie LIFE wynosi 55-75%, zależnie od typu i celu projektu, przy czym współfinansowanie nie może pochodzić z innych źródeł unijnych.

Działania renaturyzacyjne mogą być współfinansowane w:

- w ramach podprogramu ŚRODOWISKO w obszarze priorytetowym „Przyroda i różnorodność biologiczna” (NAT), jeśli projekt służy ochronie obszarów Natura 2000, siedlisk lub gatunków, albo jest to innowacyjny projekt dotyczący ochrony różnorodności biologicznej w szerszym sensie;

Przykłady wdrożonych i wdrażanych projektów LIFE NAT:

- 1) „Czynna ochrona siedlisk włosieniczników i udrożnienie korytarza ekologicznego zlewni rzeki Drawy w Polsce - LIFE13 NAT/PL/000009” (projekt koordynowany przez Regionalną Dyрекcję Ochrony Środowiska w Szczecinie, dofinansowanie ze środków UE 50%);
- 2) „Renaturyzacja śródlądowej delty rzeki Nidy - LIFE17 NAT/PL/000018” (projekt koordynowany przez Zespół Świętokrzyskich i Nadnidziańskich Parków Krajobrazowych, dofinansowanie ze środków UE 60%);
- 3) Renaturyzacja Narewki w ramach projektu „Ochrona orlika krzykliwego na wybranych obszarach Natura 2000” (projekt koordynowany przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Białymstoku, dofinansowanie 75%);
- 4) „Renaturyzacja systemu hydrologicznego w Środkowym Basenie Doliny Biebrzy. Faza I. - LIFE09 NAT/PL/000258” (projekt koordynowany przez Biebrzański Park Narodowy, dofinansowanie 50%);
- 5) „Budowa niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż doliny rzeki Regi i jej dopływów - LIFE11 NAT/PL/000424” (projekt był koordynowany przez Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Szczecinie, dofinansowanie 50%);
- 6) „Budowa niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż doliny rzeki Iny i jej dopływów - LIFE10 NAT/PL/000654” (projekt był koordynowany przez Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Szczecinie, dofinansowanie 50%);

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

7) „Ochrona wybranych siedlisk i gatunków priorytetowych Ostoi Słowińskiej PLH220023 i Pobrzeża Słowińskiego PLB220003. Etap i - LIFE13 NAT/PL/000018” (projekt koordynowany przez Słowiński Park Narodowy, dofinansowanie 50%).

- w ramach podprogramu ŚRODOWISKO w obszarze priorytetowym „Środowisko i efektywne gospodarowanie zasobami” (ENV), jeśli projekt służy wdrażaniu planów realizujących politykę UR, np. w zakresie wody;

Przykład wdrażanego projektu LIFE ENV:

1) „Ekotony dla redukcji zanieczyszczeń obszarowych” LIFE EKOROB LIFE08 ENV/PL/000519 (projekt koordynowany przez RZGW w Warszawie).

- w ramach podprogramu KLIMAT w obszarze priorytetowym „Adaptacja do zmian klimatu” (CLIMA) jeśli projekt służy adaptacji do zmian klimatu;

Przykład wdrażanego projektu LIFE CLIMA:

1) „Dostosowanie do zmian klimatu poprzez zrównoważone zarządzanie zasobami wodnymi obszaru miejskiego w Radomiu - LIFE14 CCA/PL/000101” – obejmujący m. in. renaturyzację rzeki Mlecznej w ramach projektu (projekt koordynowany przez Miasto Radom, dofinansowanie 50%).

W obu podprogramach w obszarze priorytetowym „Zarządzanie i informacja” (GIE) można aplikować o środki na działania informacyjne, edukacyjne, kształtujące świadomość społeczną oraz poprawiające zarządzanie.

Oprócz najczęstszych tzw. projektów tradycyjnych (zwykle o budżecie od kilkuset tys. do kilku mln EUR), o które może aplikować każdy podmiot, LIFE dofinansowuje tzw. projekty zintegrowane (zwykle o budżecie kilkunastu mln EUR), służące wdrażaniu krajowych strategii i planów dotyczących środowiska przez powołane do tego podmioty publiczne w ew. partnerstwie z innymi podmiotami. Jak dotąd, w obszarze wód ani przyrody Polska nie skorzystała z takiej możliwości.

Środki Szwajcarskie

Szwajcarsko-Polski Program Współpracy, czyli tzw. Fundusz Szwajcarski, był formą bezzwrotnej pomocy zagranicznej przyznanej przez Szwajcarię Polsce w ramach szwajcarskiej pomocy dla 10 państw członkowskich Unii Europejskiej, które przystąpiły do niej 1 maja 2004 r. Program został już zakończony.

Przykład wdrożonego projektu szwajcarskiego:

1) „Tarliska Górnej Raby” (projekt koordynowany przez Stowarzyszenie Ab Ovo, partnerem projektu był RZGW w Krakowie, dofinansowanie 90%).

Środki Norweskie

Bezzwrotna pomoc finansowa dla Polski w postaci dwóch instrumentów pod nazwą: Mechanizm Finansowy EOG oraz Norweski Mechanizm Finansowy (potocznie znanych jako fundusze norweskie), pochodzi z trzech krajów EFTA (Europejskiego Stowarzyszenie Wolnego Handlu), będących zarazem członkami EOG (Europejskiego Obszaru Gospodarczego), tj. Norwegii, Islandii i Liechtensteinu.

Na chwilę opracowywania niniejszego podręcznika, kończy się strategia finansowa realizowana w latach 2014-2020. Do tej pory, na działania renaturyzacyjne możliwe było pozyskanie środków z Programu LIFE, Programu Horyzont 2020, Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ), Regionalnych Programów Operacyjnych (RPO), czy Programu Operacyjnego „Rybnictwo

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

i Morze”. Dodatkowe źródła finansowania stanowiły również Środki Norweskie i Szwajcarskie. Perspektywy finansowe na lata 2021-2027 nie są jeszcze znane. Planowanie jest jednak utrzymanie dotychczasowych mechanizmów wsparcia spójności, rozwoju regionalnego i instrumentu LIFE. Dodatkowo, w projekcie ramowej umowy partnerstwa na lata 2021-2027 wskazano, iż planując przyszłą perspektywę finansową należy zadbać o wydajne wykorzystanie zasobów bez dodatkowego obciążania środowiska, w tym nieakceptowalnego poziomu zanieczyszczenia wód powierzchniowych i morskich. Niektóre działania wymienione w 2 Celu Polityki (bardziej przyjazna dla środowiska bezemisyjna Europa) to:

- kompleksowe działania na rzecz przystosowania się do zmian klimatu – poprzez m.in. dostosowanie infrastruktury miejskiej do ekstremalnych stanów pogodowych, zagospodarowanie wód opadowych, wspieranie małej retencji, przeciwdziałanie zasklepieniu gleby, przeciwdziałanie suszy;
- wsparcie zarządzania i ochrony przyrody na obszarach chronionych – rozwój mechanizmów ochrony i zwiększania bioróżnorodności, rozwój projektów międzysektorowych w zakresie ochrony środowiska, rozwój gospodarki wykorzystującej funkcje lokalnych ekosystemów;
- wykorzystanie zasobów przyrodniczych i krajobrazowych w gospodarce lokalnej, w tym na obszarach podlegających różnym reżimom ochronnym – wsparcie kierowane wyłącznie do obszarów Natura 2000 powinno umożliwiać także rozwój innych obszarów chronionych, których część nie weszła w skład sieci Natura 2000, a także korytarzy ekologicznych łączących obszary Natura 2000.

6.9 Wdrożenie

6.9.1 Uwarunkowania formalno-prawne

Wdrożenie działań renaturyzacyjnych wymaga zapewnienia zgodności z obowiązkami prawnymi. Wprawdzie nie wszystkie te działania są uregulowane prawnie, niemniej realizacji części z nich może wymagać uzyskania decyzji administracyjnych lub zgłoszenia do odpowiedniego organu administracji publicznej. W poniższych podrozdziałach zaprezentowano syntetyczne zestawienie najważniejszych obowiązków prawnych.

Decyzja środowiskowa: Zgodnie z art. 71 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2018 r. poz. 2081 ze zm.), realizacja przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Jej wydanie powinno (co do zasady) nastąpić przed wydaniem wybranych rodzajów decyzji i zgłoszeń (wskazano je w katalogu w art. 72 ww. ustawy). Lista przedsięwzięć wymagających decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach jest wymieniona w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. z 2019 r., poz. 1839). Działania związane z renaturyzacją wpisują się w katalog wskazany w ww. rozporządzeniu, bowiem można tu znaleźć m.in. takie kategorie, jak w szczególności:

- regulacja wód²³³

²³³ Zgodnie z art. 236 ustawy Prawo wodne, regulacja wód polega na podejmowaniu przedsięwzięć dotyczących kształtowania przekroju podłużnego i poprzecznego oraz układu poziomego koryta cieku naturalnego. Regulacja ma służyć poprawie warunków korzystania z wód i ochronie przeciwpowodziowej lub ochronie przed suszą. Powinna ona zapewnić dynamiczną równowagę koryta cieku naturalnego oraz uwzględniać konieczność osiągnięcia celów środowiskowych w zakresie ochrony wód.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- budowie przeciwpowodziowej²⁴;
- budowie piętrzącej wodę²⁵:
 1. na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w ich otulinach, z wyłączeniem budowli piętrzących o wysokości piętrzenia wody mniejszej niż 1 m realizowanych na podstawie planu ochrony, planu zadań ochronnych lub zadań ochronnych ustanowionych dla danej formy ochrony przyrody;
 2. jeżeli piętrzenie dotyczy cieków naturalnych, na których nie ma budowli piętrzących;
 3. jeżeli w promieniu mniejszym niż 5 km na tym samym cieku lub cieku z nim połączonym znajduje się inna budowla piętrząca;
 4. o wysokości piętrzenia wody nie mniejszej niż 1 m.
- przedsięwzięcia ochrony brzegów morskich oraz zabezpieczające przed wpływami morza, a także inne przedsięwzięcia powodujące zmianę strefy brzegowej, w tym wały, mola, pirsy, z wyłączeniem ich konserwacji lub odbudowy;
- gospodarowanie wodą w rolnictwie polegające na:
 1. melioracji łąk, pastwisk lub nieużytków;
 2. melioracji terenów znajdujących się na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w ich otulinach, innej niż wymieniona w lit. a;
 3. melioracji na obszarze nie mniejszym niż 2 ha, innej niż wymieniona w lit. a oraz b, jeżeli:
 - w odległości nie większej niż 1 km od granicy projektowanego obszaru meliorowanego w ciągu ostatnich 5 lat zmeliorowano obszar o powierzchni nie mniejszej niż 1 ha oraz
 - łączna powierzchnia projektowanego obszaru meliorowanego oraz obszaru zmeliorowanego w ciągu ostatnich 5 lat wyniesie nie mniej niż 5 ha;
 4. melioracji na obszarze nie mniejszym niż 5 ha innej niż wymieniona w lit. a–c;
 5. realizacji zbiorników wodnych lub stawów, o powierzchni nie mniejszej niż 0,5 ha, na terenach gruntów innych niż orne znajdujących się na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w ich otulinach;
 6. realizacji stawów o głębokości nie mniejszej niż 3 m, innej niż wymieniona w lit. e.
- zalesienia:
 1. pastwisk lub łąk na obszarach narażonych na niebezpieczeństwo powodzi w rozumieniu art. 16 pkt 33 ustawy Prawo wodne, a jeżeli została sporządzona mapa zagrożenia powodziowego – na obszarach, o których mowa w art. 169 ust. 2 pkt 2 i 3 ww. ustawy;
 2. nieużytków na glebach bagiennych;
 3. nieużytków lub innych niż orne użytków rolnych, znajdujących się na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w ich otulinach.

Powyższy katalog należałoby poszerzyć również o przypadki związane z przebudową lub zmianą sposobu funkcjonowania przedsięwzięcia – jednak zawiłości prawne z tym związane wykraczają poza zakres niniejszej pracy.

²⁴ Zgodnie z art. 16 pkt. 1 ustawy Prawo wodne, oprócz wałów, zbiorników przeciwpowodziowych, polderów i kanałów ulgi tu zalicza się także wszystkie budowle regulacyjne, stopnie wodne, falochrony, budowle ochrony brzegów morskich, falochrony itp.

²⁵ Zgodnie z art. 16 pkt. 1 ustawy Prawo wodne, są to budowle umożliwiające stałe lub okresowe piętrzenie wód powierzchniowych (a więc nie np. wody w rowie) ponad przyległy teren lub naturalny poziom zwierciadła wód;

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach w większości przypadków wydaje wójt, burmistrz lub prezydent miasta (właściwy dla miejsca realizacji przedsięwzięcia), w pozostałych przypadkach będzie to głównie regionalny dyrektor ochrony środowiska. Przed wydaniem decyzji ww. organy występują z wnioskiem o zajęcie stanowiska (zależnie od sytuacji prawnej: opinii lub uzgodnienia) do właściwego organu PGW WP (dyrektor RZGW lub ZZ), a w przypadku gdy inwestorem jest PGW WP – do Ministra właściwego do spraw gospodarki wodnej.

Zgoda wodnoprawna: w ustawie Prawo wodne wskazano, że zgoda wodnoprawna jest udzielana przez:

1. wydanie pozwolenia wodnoprawnego;
2. przyjęcie zgłoszenia wodnoprawnego;
3. wydanie oceny wodnoprawnej;
4. wydanie decyzji, o których mowa w art. 77 ust. 3 i 8 oraz w art. 176 ust. 4 (nie mają one związku z renaturyzacją).

Organem właściwym w sprawach zgód wodnoprawnych jest co do zasady PGW WP, natomiast w sytuacji gdy to właśnie PGW WP jest inwestorem – właściwym organem jest Minister właściwy do spraw gospodarki wodnej.

Zgodnie z art. 389 ustawy Prawo wodne, **pozwolenie wodnoprawne** jest wymagane (jeżeli ustawa nie stanowi inaczej) m.in. na:

- usługi wodne (art. 35 ust. 1 ustawy Prawo wodne wskazuje, że „usługi wodne polegają na zapewnieniu gospodarstwom domowym, podmiotom publicznym oraz podmiotom prowadzącym działalność gospodarczą możliwości korzystania z wód w zakresie wykraczającym poza zakres powszechnego korzystania z wód, zwykłego korzystania z wód oraz szczególnego korzystania z wód”; art. 35 ust. 3 wskazuje, co obejmują usługi wodne – m.in. piętrzenie i retencjonowanie);
- szczególne korzystanie z wód (korzystanie z wód wykraczające poza powszechne i zwykłe, obejmujące działania wskazane w art. 34 ustawy Prawo wodne – m.in. zapewnienie wody dla funkcjonowania urządzeń umożliwiających migrację ryb, wydobywanie z wód powierzchniowych kamienia, żwiru, piasku oraz innych materiałów, a także wycinanie roślin z wód lub brzegu);
- wykonanie urządzeń wodnych (urządzenia lub budowle służące do kształtowania zasobów wodnych lub korzystania z tych zasobów, w tym m.in. urządzenia lub budowle piętrzące, przeciwpowodziowe i regulacyjne, obiekty służące do ujmowania wód, wyloty urządzeń kanalizacyjnych służące do wprowadzania wody lub ścieków do wód)²⁶;
- regulację wód (zob. art. 236 PW), zabudowę potoków górskich oraz kształtowanie nowych koryt cieków naturalnych;
- zmianę ukształtowania terenu na gruntach przylegających do wód, mającą wpływ na warunki przepływu wód;
- lokalizowanie na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią:
 - nowych przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko,
 - nowych obiektów budowlanych.

²⁶ Renaturyzacja wód realizowana w sposób przedstawiony w niniejszej pracy nie stanowi „korzystania z wód”, bowiem jest ona działaniem podejmowanym przez samego właściciela wód (w ramach obowiązku wynikającego z art. 231 PW) lub przez inny podmiot działający w porozumieniu z właścicielem wód i w zakresie jego obowiązków, nie stanowi więc „korzystania z wód”.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Warto dodać, że w pozwoleniu wodnoprawnym zatwierdza się również instrukcję gospodarowania wodą. Taka instrukcja powinna być wykonana dla budowli piętrzącej o wysokości piętrzenia powyżej 1 m, jeżeli jest ona wyposażona w urządzenia umożliwiające regulowanie przepływu.

W przypadku modyfikacji hydrologicznych warunków funkcjonowania obiektu piętrzącego wodę (takie działanie może być częścią działań renaturyzacyjnych), niezbędna będzie zmiana pozwolenia wodnoprawnego i ewentualnie instrukcji gospodarowania wodą. Pozwolenie będzie wymagało również zmiany w przypadku modyfikacji również innych aspektów, np. sposobu i ilości odprowadzanych wód lub ścieków, wielkości poboru wody i in.

Według art. 394 ust. 1 PW, **zgłoszenia wodnoprawnego** wymaga m.in.

- prowadzenie robót w wodach;
- wydobywanie kamienia, żwiru, piasku, innych materiałów z wód w związku z utrzymywaniem wód, śródlądowych dróg wodnych oraz remontem urządzeń wodnych, wykonywane w ramach obowiązków właściciela wód (wskazane są one m.in. w art. 226-233 PW).

Artykuł 395 ustawy Prawo wodne wskazuje, że pozwolenia wodnoprawnego albo zgłoszenia wodnoprawnego nie wymaga m.in.:

- wycinanie roślin z wód lub brzegu w związku z utrzymywaniem wód, śródlądowych dróg wodnych oraz remontem urządzeń wodnych;
- hamowanie odpływu wody z obiektów drenarskich, jeżeli zasięg oddziaływania nie wykracza poza granice terenu, którego zakład jest właścicielem;
- przechwytywanie wód opadowych lub roztopowych za pomocą urządzeń melioracji wodnych, jeżeli zasięg oddziaływania nie wykracza poza granice terenu, którego zakład jest właścicielem;
- lokalizowanie, na okres do 180 dni, tymczasowych obiektów budowlanych na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią.

Dodatkowo w art. 424 ust. 1 ustawy Prawo wodne wskazano, że organ właściwy w sprawach zgłoszeń wodnoprawnych może ustalić, w drodze decyzji, wymagania w zakresie gospodarowania wodami dotyczące warunków wykonania urządzeń wodnych lub innych działań wymagających zgłoszenia, o ile jest to uzasadnione koniecznością ochrony wód lub środowiska.

Uzyskanie **oceny wodnoprawnej** jest wymagane dla inwestycji lub działań mogących wpłynąć na możliwość osiągnięcia celów środowiskowych, które są wymienione w rozporządzeniu w Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 27 sierpnia 2019 r. w sprawie rodzajów inwestycji i działań, które wymagają oceny wodnoprawnej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1752). Spośród zamierzeń mogących się potencjalnie wpisywać w działania renaturyzacyjne wymienić można w szczególności takie, jak:

- wykonywanie budowli piętrzących (urządzeń wodnych):
 - o wysokości piętrzenia nie mniejszej niż 0,3 m na ciekach naturalnych, dla których celem środowiskowym jest zapewnienie ciągłości morfologicznej lub na obszarach objętych formami ochrony przyrody lub w ich otulinach, przeznaczonych do ochrony siedlisk lub gatunków, dla których utrzymanie lub poprawa stanu wód jest ważnym czynnikiem w ich ochronie;
 - jeżeli piętrzenie dotyczy cieków naturalnych, na których nie istnieją budowle piętrzące, lub
 - o wysokości piętrzenia nie mniejszej niż 1 m.
- regulacja wód, zabudowa potoków górskich oraz kształtowanie nowych koryt cieków naturalnych:

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- wykonanie regulacji wód na długości nie mniejszej niż 1000 m cieku naturalnego;
- wykonanie zabudowy potoku górskiego na długości nie mniejszej niż 1000 m koryta planowanego do zabudowy;
- kształtowanie nowego koryta cieku naturalnego na długości nie mniejszej niż 1000 m tego cieku.
- zmiana ukształtowania terenu na gruntach przylegających do wód na powierzchni co najmniej 1000 m² mająca wpływ na warunki przepływu wód, polegająca na podwyższeniu tego terenu co najmniej o 1 m albo obniżeniu tego terenu co najmniej o 2 m;
- usuwanie namulów i rumoszu w ramach udrażniania śródlądowych wód powierzchniowych na długości nie mniejszej niż 1000 m lub na powierzchni nie mniejszej niż 10 000 m² (także gdy jest wykonywane w sposób ograniczony i zmodyfikowany tak by służyło renaturyzacji).

Zgodnie z art. 428 PW, w przypadku przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tj. wymagających decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach) ocenę wodnoprawną zastępuje się decyzją o środowiskowych uwarunkowaniach.

Pozwolenie na budowę i zgłoszenie robót budowlanych: Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2019 r. poz. 1186 ze zm.) wskazuje w art. 28, że roboty budowlane można rozpocząć jedynie na podstawie decyzji o pozwoleniu na budowę (tj. decyzji administracyjnej zezwalającej na rozpoczęcie i prowadzenie budowy lub wykonywanie robót budowlanych innych niż budowa obiektu budowlanego), z zastrzeżeniem art. 29–31. W tym zdaniu trzeba zwrócić uwagę na wiele szczegółów.

Po pierwsze: obiekt budowlany to budynek, budowla bądź obiekt małej architektury, wraz z instalacjami zapewniającymi możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych. Budowla - to każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury. Roboty budowlane - to budowa (czyli wykonywanie obiektu budowlanego w określonym miejscu, a także jego odbudowa, rozbudowa i nadbudowa), a także prace polegające na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego.

Wspomniane wyżej wyroby budowlane, to - zgodnie z art. 2 pkt 1 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych²⁷. (Dz. U. z 2019 r., poz. 266 ze zm.) oraz z art. 2 pkt 1 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EEG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011, str. 5) - każdy wyrób lub zestaw wyprodukowany i wprowadzony do obrotu w celu trwałego wbudowania w obiektach budowlanych lub ich częściach, którego właściwości wpływają na właściwości użytkowe obiektów budowlanych w stosunku do podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych. Piasek, kamienie, żwir czy drewno również mogą podlegać regulacjom ww. przepisów – o ile są „wprowadzone do obrotu” w trybie przepisów o materiałach budowlanych (przez co rozumie się „udostępnienie po raz pierwszy wyrobu budowlanego na rynku unijnym”) i o ile mają być „trwale wbudowane w obiekty budowlane” – wówczas będą musiały spełniać wymagania norm krajowych i europejskich, co do zasady powinno być potwierdzone znakiem CE lub znakiem budowlanym B. Warto zwrócić uwagę na wspomniane „trwale wbudowanie”, bowiem np. drewniane (docelowo: biodegradowalne) wzmocnienie konstrukcji ziemnej przeznaczone do tymczasowego utrzymania mas ziemnych (do czasu utrwalenia roślinnością), nie jest ww. „trwałym wbudowaniem”.

²⁷ Do 2015 r. obowiązywała inna definicja „obektu budowlanego”, która nie uwzględniała że taki obiekt musi być „wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych”; wskutek zmiany przepisów . rowy ziemne przestały być obiektami budowlanymi

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Ze wspomnianych wcześniej art. 29-31 wynika, że:

- pozwolenia na budowę nie wymaga budowa:
 1. budowa obiektów budowlanych piętrzących wodę i upustowych o wysokości piętrzenia poniżej 1 m poza rzekami żeglownymi oraz poza obszarem parków narodowych, rezerwatów przyrody i parków krajobrazowych oraz ich otulin;
 2. budowa opasek brzegowych oraz innych sztucznych, powierzchniowych lub liniowych umocnień brzegów rzek i potoków górskich oraz brzegu morskiego, brzegu morskich wód wewnętrznych, niestanowiących konstrukcji oporowych;
 3. wykonywanie robót budowlanych polegających na:
 - przebudowie obiektów niewymagających pozwolenia na budowę,
 - wykonywanie i przebudowa urządzeń melioracji wodnych²⁸,
- zgłoszenia organowi administracji architektoniczno-budowlanej wymaga (z zastrzeżeniem przypadków, gdy potrzebne jest przeprowadzenie oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko lub oceny oddziaływania na obszar Natura 2000) budowa obiektów budowlanych i wykonywanie robót budowlanych niewymagających pozwolenia na budowę;
- pozwolenia nie wymaga (ale wymaga zgłoszenia) rozbiórka:
 1. budynków i budowli – niewpisanych do rejestru zabytków oraz nieobjętych ochroną konserwatorską – o wysokości poniżej 8 m, jeżeli ich odległość od granicy działki jest nie mniejsza niż połowa wysokości;
 2. obiektów i urządzeń budowlanych, na budowę których nie jest wymagane pozwolenie na budowę, jeżeli nie podlegają ochronie jako zabytki;
 3. organ przyjmujący zgłoszenie może nałożyć obowiązek uzyskania pozwolenia na rozbiórkę ww. obiektów, jeżeli rozbiórka tych obiektów:
 - może wpłynąć na pogorszenie stosunków wodnych, warunków sanitarnych oraz stanu środowiska lub
 - wymaga zachowania warunków, od których spełnienia może być uzależnione prowadzenie robót związanych z rozbiórką.

Organem właściwym do spraw wydawania ww. pozwoleń oraz przyjmowania zgłoszeń budowlanych jest co do zasady starosta, niemniej to wojewoda będzie właściwym organem w sprawach obiektów i robót budowlanych:

- hydrotechnicznych piętrzących, upustowych, regulacyjnych oraz kanałów i innych obiektów służących kształtowaniu zasobów wodnych i korzystaniu z nich, wraz z obiektami towarzyszącymi, z wyłączeniem urządzeń melioracji wodnych;
- usytuowanych na terenie pasa technicznego, portów i przystani morskich, morskich wód wewnętrznych, morza terytorialnego i wyłącznej strefy ekonomicznej, a także na innych terenach przeznaczonych do utrzymania ruchu i transportu morskiego;
- usytuowanych na obszarze kolejowym;
- usytuowanych na terenach zamkniętych;
- dróg publicznych krajowych i wojewódzkich.

Zgłoszenia i decyzje w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody: Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2018 . poz. 1614 ze zm.) wskazuje w art. 118 ust. 1, że zgłoszenia

²⁸ Według art. 197 ustawy Prawo wodne, urządzeniami melioracji wodnych są (o ile służą regulacji stosunków wodnych w celu polepszenia zdolności produkcyjnej gleby i ułatwienia jej uprawy): rowy wraz z budowlami związanymi z nimi funkcjonalnie, drenowania, rurociągi, stacje pomp służące wyłącznie do celów rolniczych, ziemne stawy rybne, groble na obszarach nawadnianych, systemy nawodnień grawitacyjnych, systemy nawodnień ciśnieniowych.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

regionalnemu dyrektorowi ochrony środowiska wymaga prowadzenie, na obszarach form ochrony przyrody, w obrębach ochronnych wyznaczonych na podstawie ustawy z dnia 18 kwietnia 1985 r. o rybactwie śródlądowym, a także w obrębie cieków naturalnych, następujących działań:

- wymienionych w art. 227 ust. 3 ustawy Prawo wodne (tj. utrzymywanie wód);
- melioracji wodnych;
- wydobywania z wód kamienia, żwiru, piasku oraz innych materiałów, w ramach szczególnego korzystania z wód;
- innych niż wymienione w pkt 1–3 działań obejmujących roboty ziemne mogące zmienić warunki wodne lub wodno-glebowe.

W zgłoszeniu należy określić lokalizację, rodzaj, zakres, sposób i termin prowadzenia działań. W przypadku planowania zamierzeń polegających na modyfikacji prac utrzymaniowych wód w celu uzyskania efekty renaturyzacji, należy wyraźnie opisać to w zgłoszeniu, gdyż aspekt ten może mieć duże znaczenie dla sprawności przebiegu postępowania administracyjnego.

Do prowadzenia ww. działań można przystąpić, jeżeli w terminie 30 dni od dnia doręczenia zgłoszenia regionalny dyrektor ochrony środowiska nie wniesie, w drodze decyzji, sprzeciwu. RDOŚ wnosi sprzeciw, jeżeli:

- zgłoszenie dotyczy działań objętych obowiązkiem uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, a ta decyzja nie została wydana;
- prowadzenie działań objętych zgłoszeniem narusza przepisy dotyczące form ochrony przyrody lub obrębów ochronnych (wyznaczonych na podstawie ustawy z dnia 18 kwietnia 1985 r. o rybactwie śródlądowym).

RDOŚ może w ww. decyzji nałożyć obowiązek uzyskania decyzji o warunkach prowadzenia działań – jeżeli te działania mogą

- naruszać przepisy dot. form ochrony przyrody lub obrębów ochronnych;
- spowodować pogorszenie stanu środowiska, a w szczególności może znacząco negatywnie oddziaływać na cele ochrony obszarów chronionych, naruszać zakazy w nich obowiązujące, lub znacząco negatywnie oddziaływać na siedliska przyrodnicze, chronione gatunki roślin, zwierząt lub grzybów, lub ich siedliska.

W praktyce, często RDOŚ uzgadnia ze zgłaszającym, w jaki sposób powinny być wykonane lub jak powinny być ograniczone wnioskowane roboty, a następnie stwierdza brak sprzeciwu. Zdarza się też, że RDOŚ stwierdza zwykłym pismem brak sprzeciwu, wskazując jednocześnie warunki wykonania prac. Procedury te nie są oczywiste pod względem prawnym, ale zwykle efektywne.

Ww. przepisów nie stosuje się (tj. brak potrzeby zgłaszania i wydawania decyzji w trybie art. 118 ww. ustawy) do:

- działań przewidzianych do realizacji w ramach przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, dla których przeprowadzono ocenę oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, w trakcie której uzgodniono realizację przedsięwzięcia z regionalnym dyrektorem ochrony środowiska;
- rozbiórki i modyfikacji tam bobrowych oraz zasypywania nor bobrów, prowadzonych zgodnie z zezwoleniem na odstępstwo od ochrony gatunkowej;
- działań z zakresu utrzymywania wód (art. 227 ust. 3 PW) obejmujących:
 - wykaszanie roślin z dna oraz brzegów śródlądowych wód powierzchniowych w terminie od dnia 15 sierpnia do końca lutego;
 - usuwanie roślin pływających i korzeniących się w dnie śródlądowych wód powierzchniowych w terminie od dnia 15 sierpnia do końca lutego (poza obszarami

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Natura 2000, w których przedmiotem ochrony jest siedlisko przyrodnicze nizinne i podgórskie rzeki ze zbiorowiskami włosieniczników (*Ranunculion fluitantis*);

- usuwanie drzew, których obwód pnia nie przekracza wielkości, o której mowa w art. 83f ust. 1 pkt 3²⁹, i krzewów, których wiek nie przekracza 10 lat, porastających dno oraz brzegi śródlądowych wód powierzchniowych;
- zasypywanie wyrw w brzegach i dnie śródlądowych wód powierzchniowych oraz ich zabudowę biologiczną, realizowane w terminie do 2 lat od momentu ich powstania;
- udrażnianie śródlądowych wód powierzchniowych przez usuwanie zatorów utrudniających swobodny przepływ wód;
- remont lub konserwację stanowiących własność właściciela wody budowli regulacyjnych oraz ubezpieczeń w obrębie tych budowli lub urządzeń wodnych.

Decyzje dotyczące ochrony gatunkowej: Na podstawie art. 48-50 ustawy o ochronie przyrody minister właściwy do spraw środowiska określa (w drodze rozporządzenia) gatunki roślin, zwierząt i grzybów objęte ochroną. W rozporządzeniach tych ustanowione są zakazy mające na celu ochronę dziko występujących gatunków, ich siedlisk, ostoi lub stanowisk, z uwzględnieniem wymagań ekologicznych, naukowych, kulturowych i prawnych. Podkreślić trzeba, że zakaz niszczenia siedlisk i ostoi zwierząt chronionych dotyczy nawet działań nieumyślnych. To obowiązkiem podejmującego prace jest upewnienie się, czy gatunki chronione lub ich siedliska występują w zasięgu oddziaływania i czy nie ucierpią. Zezwolenie na odstępstwo od tych zakazów wymaga uzyskania stosownej decyzji wydawanej w trybie i na zasadach wskazanych w art. 56. Może być ono zastąpione decyzją o warunkach prowadzenia działań, o której mowa w art. 118 ust. 8 ww. ustawy (jeżeli nałożono obowiązek uzyskania takiej decyzji). Przyjęcie zgłoszenia w trybie art. 118, uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach oraz zgody wodnoprawnej nie zastępują zezwoleń na odstępstwo od ochrony gatunkowej.

W przypadku bobra, odstępstwo od niektórych zakazów może być uregulowane w trybie aktu prawa miejscowego - zarządzenia RDOŚ (czynności zgodne z takim zarządzeniem nie wymagają już wówczas zezwoleń).

Odstępstwa z ustawy rybackiej: Warto również wspomnieć o wymaganiach ustawy z dnia 18 kwietnia 1985 r. o rybnictwie śródlądowym (Dz.U. z 2019 r. poz. 2168). Według treści art. 8 ust. 1, zabrania się połowu ryb m.in.:

- w wypadkach określonych przepisami o ochronie przyrody;
- o wymiarach ochronnych;
- w okresie ochronnym;
- w odległości mniejszej niż 50 m od budowli i urządzeń hydrotechnicznych piętrzących wodę;
- sieciami, wędkami lub kuszami innymi niż określone w przepisach wydanych na podstawie art. 21;
- przez wytwarzanie w wodzie pola elektrycznego charakterystycznego dla prądu zmiennego.

Odstępstwo od ww. zakazów wymaga uzyskania zezwolenia, zgodnie z art. 17 ust. 1 ww. ustawy który mówi, że „w szczególnie uzasadnionych przypadkach, a zwłaszcza do celów zarybieniowych (...) oraz do celów naukowo-badawczych, marszałek województwa może, w drodze decyzji administracyjnej,

²⁹ tj. drzew o obwodzie na wys. 5 cm przekraczającym 80 cm (topole, wierzby, klon jesionolistny lub srebrzysty), 60 cm (kasztanowiec, robinia, platan) lub 50 cm (inne gatunki).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

zezwalać na odstępstwo od zakazów, o których mowa w art. 8 ust. 1 pkt 2-7 (...) a także na dokonywanie połowu ryb w obrębach ochronnych”.

6.9.2 Decyzje niezbędne do wykonania poszczególnych działań renaturyzacyjnych

Część działań renaturyzacyjnych wskazanych w niniejszym opracowaniu wpisuje się w utrzymanie wód o którym mowa w art. 226-227 ustawy Prawo wodne (np. „zabudowa biologiczna” – pojęcie niezdefiniowane, lecz bardzo pojemne). Wiele z nich nie wymaga żadnych decyzji administracyjnych, co najwyżej zgłoszeń wodnoprawnych lub zgłoszeń robót budowlanych na poziomie ZZ i lokalnej/regionalnej administracji samorządowej. Trzeba też podkreślić, że w świetle obowiązującego stanu prawnego nie ma podstaw do uznania, że renaturyzacja wód (rozumiana w ten sposób, jaki zaprezentowano w niniejszej pracy) nie jest usługą wodną ani korzystaniem z wód.

W poniższej tabeli zaprezentowano zestawienie najbardziej oczywistych sytuacji powiązania działań renaturyzacyjnych z wymaganiami prawnymi w zakresie zgłoszeń lub decyzji administracyjnych. Trzeba podkreślić, że przedstawione w ten sposób informacje bazują na pewnym uproszczeniu i mogą nie uwzględniać niuansów konstrukcyjnych, budowlanych, wykonawczych, planistycznych i prawnych, które mają wpływ na prawną kwalifikację działania. W praktyce może więc wystąpić sytuacja, w której dane działanie będzie wymagało podjęcia prawnych kroków w sposób odmienny od wynikającego z poniższej tabeli.

Tabela 27. Procedury wymagane przed podjęciem działań renaturyzacyjnych.

Lp.	Działanie prawne [zgłoszenie/decyzja/brak]	Działanie renaturyzacyjne [kod]
1.	Brak ¹	U0, U1-U10 ³⁰ , U11, U12, U13, D1, D3, P1, P3-P7, JU1, JU3-JU5, JU8, JD1, JD2, JD3, JD6, JD7, JZ3, JP1, JP3-7, MP1-7, MZ1-3, MD1-3, MU1-14
2.	Zgłoszenie wodnoprawne ²	D4, D5, D6, T1-T18 ⁵ , JU6, JU7, JT1-11 ⁵ , JZ1, JZ2
3.	Pozwolenie wodnoprawne ²	D7, T2, T1-T18 ⁵ , JD5, JT1-11 ⁵
4.	Ocena wodnoprawna ²	T3, T1-T18 ⁷
5.	Zgłoszenie „budowlane” ²	T2-T18 ⁸ , JD4, JT1-11 ⁸ , MT1-9 ⁸
6.	Pozwolenie na budowę ²	T2-T18 ⁸ , JT1-11 ⁸ , MZ4, MT1-9 ⁸
7.	Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach ³	D7, T2, T1-T18 ⁶ , Z1-Z3, JD5, JZ4, MZ3, MZ4, MT5, MT8, MT9
8.	Zgłoszenie / decyzja z art. 118 ustawy o ochronie przyrody ²	U1-U10, D2, D4, D5, D6, T1-T18, JU7, JD4, JT1-11, MZ1, MZ2
9.	Zezwolenie na odstępstwo od ochrony gatunkowej ⁴	U14, D2, T1-18, Z1-Z3, P2, JT1-11 ⁸ , JZ1, JP2
10.	Zezwolenie na odstępstwo od zakazu połowu ryb	P2, JP2

Przypisy do tabeli:

¹ brak potrzeby uzyskania decyzji wskazanych w tabeli lub dokonania zgłoszeń wskazanych w tabeli

³⁰ Nie ma potrzeby uzyskiwania decyzji lub dokonywania zgłoszeń, gdy działania polegają wyłącznie na zaniechaniu prac utrzymaniowych (natomiast ich wykonanie, nawet w sposób ograniczony, jednak wchodzący w zakres pojęcia „utrzymanie wód”, wymaga zgłoszeń w trybie art. 118 ustawy o ochronie przyrody).

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- ² po otrzymaniu zgłoszenia lub wniosku o wydanie decyzji organ administracji może podjąć działania związane z koniecznością przeprowadzenia oceny oddziaływania na obszar Natura 2000; w takiej sytuacji nawet procedura „zgłoszenia” będzie musiała zakończyć się decyzją administracyjną
- ³ decyzja wymagana tylko w odniesieniu do tych działań, które mają status „przedsięwzięcia mogącego znacząco oddziaływać na środowisko”
- ⁴ wymagane obligatoryjnie dla działania U14, w odniesieniu do pozostałych działań – wymagane tylko w przypadku możliwości naruszenia zakazów odnoszących się do ochrony gatunkowej
- ⁵ zgłoszenie wodnoprawne lub pozwolenie wodnoprawne – zależnie od zakresu i specyfiki działań
- ⁶ o ile mieści się w pojęciu „regulacja wód”
- ⁷ o ile jest wymienione w rozporządzeniu w Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 27 sierpnia 2019 r. w sprawie rodzajów inwestycji i działań, które wymagają oceny wodnoprawnej i jednocześnie nie wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach
- ⁸ zgłoszenie „budowlane” lub pozwolenie na budowę/na rozbiórkę/na wykonanie robót budowlanych – zależnie od zakresu i specyfiki działań; uwaga: zgłoszenie lub pozwolenie jest wymagane tylko wtedy, gdy działanie obejmuje budowę/przebudowę/rozbiórkę budowli

6.9.3 Pozyskanie gruntów

Część działań renaturyzacyjnych nie jest ograniczona do koryta cieku, ale wymaga w sąsiedztwie obecnego koryta miejsca na wdrożenie. Konieczne wówczas może być pozyskanie gruntów na ten cel. Podstawowym sposobem jest wykup gruntów, czyli zwykła cywilnoprawna umowa kupna-sprzedaży nieruchomości gruntowej. Teoretycznie możliwym, choć rzadko w praktyce stosowanym rozwiązaniem może być ustanowienie na cudzym gruncie służebności na rzecz działki rzeki, co może mieć formę umowy cywilnoprawnej za jednorazową lub coroczną odpłatnością. Ewentualne wyłączenie gruntów możliwe jest przy przedsięwzięciach podejmowanych w ramach inwestycji przeciwpowodziowych (na podstawie tzw. specustawy o takich inwestycjach) lub w związku z „ochroną zagrożonych wyginięciem gatunków roślin i zwierząt lub siedlisk przyrody” lub „budową oraz utrzymywaniem obiektów i urządzeń służących ochronie środowiska, zbiorników i innych urządzeń wodnych służących zaopatrzeniu w wodę, regulacji przepływów i ochronie przed powodzią, a także regulacją i utrzymywaniem wód oraz urządzeń melioracji wodnych, będących własnością Skarbu Państwa lub jednostek samorządu terytorialnego” (cele publiczne określone w ustawie o gospodarowaniu nieruchomościami, przewidującej ewentualną procedurę wyłączeniową. W przypadku rzek, pozyskanie gruntów naturalnie zajętych przez rzekę może się odbyć także w trybie art. 233 ustawy Prawo Wodne.

6.9.4 Wykonawstwo

Przy przedsięwzięciach renaturyzacyjnych, jak i przy wszystkich innych pracach w wodach, do wykonawstwa prac stosuje się karta dobrych praktyk wykonawczych, będąca elementem „Katalogu dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych” (Ministerstwo Środowiska 2018):

A. Przestrzeganie nadrzędnych założeń i warunków

- Przestrzegać wszystkich warunków nałożonych przez odpowiedni organ w decyzjach administracyjnych: decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, decyzji o warunkach prowadzenia robót z art. 118a ustawy o ochronie przyrody, zgodzie wodnoprawnej, zezwoleniu na odstępowanie od zakazów ochrony gatunkowej, zezwoleniu na usunięcie drzew lub krzewów.
- *Naruszenie warunków tych decyzji podlega odpowiedzialności karnej za wykroczenie lub karze administracyjnej.*

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Przestrzegać wszystkich wymogów dobrej praktyki ujętych w projekcie (specyfikacji) prac.
- W zakresie nieuregulowanym powyższymi decyzjami i założeniami, stosować zasady niżej wymienione. Dotyczą one także czynności pomocniczych wobec zasadniczych prac, np. dojazdu, parkowania sprzętu, lokalizacji zaplecza prac, składowania materiałów.

B. Oszczędne wykorzystanie terenu i elementów przyrodniczych

Zgodnie z Prawem ochrony środowiska, *Kto podejmuje działalność mogącą negatywnie oddziaływać na środowisko, jest obowiązany do zapobiegania temu oddziaływaniu; Kto podejmuje działalność, której negatywne oddziaływanie na środowisko nie jest jeszcze w pełni rozpoznane, jest obowiązany, kierując się przezornością, podjąć wszelkie możliwe środki zapobiegawcze (art. 6). Przy prowadzeniu prac budowlanych dopuszcza się wykorzystywanie i przekształcanie elementów przyrodniczych wyłącznie w takim zakresie, w jakim jest to konieczne w związku z realizacją konkretnej inwestycji, Jeżeli ochrona elementów przyrodniczych nie jest możliwa, należy podejmować działania mające na celu naprawienie wyrządzonych szkód, w szczególności przez kompensację przyrodniczą (art. 75). Art. 125 ustawy o ochronie przyrody stanowi, że rośliny, zwierzęta lub grzyby, a także ich siedliska, nieobjęte formami ochrony przyrody mogą być niszczone lub zabijane jedynie w konkretnych celach wymienionych w ustawie. Niepotrzebne niszczenie jest wykroczeniem z art. 131 pkt 13 ustawy. Ustawa o ochronie zwierząt w art. 6 określa zamknięty katalog możliwych przesłanek zabijania zwierząt kręgowych (także dziko żyjących), a także zabrania ich umyślnego ranienia, okaleczania, świadomego zadawania bólu lub cierpienia, odcinania od dostępu do pokarmu i wody, kwalifikując to jako przestępstwo.*

- Nie wykorzystywać terenu szerzej niż to niezbędne. Wykorzystywany teren po zakończeniu prac przywrócić do stanu pierwotnego.
- W przypadku prowadzenia prac z brzegu, wykorzystywać do tego tylko jeden brzeg rzeki, pozostawiając drugi nienaruszony.
- Prowadzić prace jak najkrótszymi odcinkami (nie na dłuższych odcinkach jednocześnie).
- Nie niszczyć bez uzasadnionej i ewidentnej potrzeby żadnej roślinności, zwierząt ani ich siedlisk (np. nieuzasadnionym jest wycinka drzew i krzewów tylko w celu ułatwienia przeprowadzenia przedsięwzięcia, np. dojazdu sprzętu do cieku w celu przeprowadzenia odmulania mechanicznego).
- Nie dopuszczać do uszkodzania pozostających drzew i krzewów (także ich systemów korzeniowych). W razie potrzeby zabezpieczać je przed uszkodzeniem na czas wykonywania prac.
- Jeżeli dla wykonania prac konieczne jest udrożnienie dojazdów, należy przywrócić ich niedrożność po zakończeniu prac.
- O ile założenia prac wyraźnie nie zakładają inaczej, przycinać drzewa w miarę konieczności zamiast ich usuwania (dotyczy także martwych drzew w nurcie rzeki).
- Przed ewentualnym usunięciem wykrotów lub złomów drzew, zapewnić protokolarne oględziny zgodnie z przepisami o ochronie przyrody.
- O ile założenia prac wyraźnie nie zakładają inaczej, pozostawić nienaruszone:
 - zadrzewienia i zakrzewienia, drzewa martwe, karpy drzew;
 - roślinność na brzegu i w wodzie;
 - podcięcia erozyjne brzegu, potencjalne ukrycia ryb pod brzegiem, nory zwierząt w brzegu;
 - naturalne wyspy;
 - rumosz drzewny w rzece (w razie przypadkowego wydobywania, zwrócić do rzeki, można wykorzystywać do kierowania nurtu);
 - kamienie i żwir w rzece (w razie przypadkowego wydobywania, zwrócić do rzeki, można wykorzystywać do kierowania nurtu);

- przegłębienia koryta (stanowiące m. in. schronienie dla organizmów wodnych podczas niżówek);
- odsypy i namuliska.
- O ile założenia prac wyraźnie nie zakładają inaczej, oszczędzać i zachowywać wszystkie nieregularności głębokości i linii brzegowej cieku.
- Wykluczyć pozostawianie jakichkolwiek odpadów. Po zakończeniu prac, sprawdzić teren pod tym kątem i usunąć wszystkie ewentualne odpady. Wskazane jest także usunięcie w miarę możliwości odpadów rozproszonych, zalegających na terenie objętym pracami już przed ich rozpoczęciem.

C. Prowadzenie prac

- Jeśli założenia i warunki prowadzenia prac wyraźnie nie zakładają inaczej, unikać prowadzenia prac w okresie od 1 marca do 15 sierpnia.
- Technika wykonania powinna gwarantować jak największą precyzję, np. w sytuacji gdzie to możliwe ręczne wykonanie prac powinno być preferowane przed wykonaniem mechanicznym.
- Prace należy prowadzić tylko w porze dziennej, z maksymalnym ominięciem pory porannej i wieczornej.
- Bezpośrednio przed rozpoczęciem prac, wypłoszyć zwierzęta z zagrożonego terenu, prac, np. przechodząc przez teren, który będzie skoszony. W razie potrzeby, w porozumieniu z użytkownikiem rybackim, zapewnić odłów i przeniesienie ryb z odcinka obejmowanego pracami. W przypadku prac silnie ingerujących w dno cieku (np. odmulanie, usuwanie roślinności wodnej) należy również zapewnić zebranie dużych bezkręgowców (szczególnie małży skójkowatych i raków z gatunków rodzimych) i ich przeniesienie poza teren prac.
- W innych przypadkach unikać niepokojenia zwierząt. W przypadku przypadkowego spłoszenia, pozwolić na spokojne oddalenie się.
- Zabezpieczyć miejsce prac przed dostępem zwierząt i narażeniem ich na niebezpieczeństwo, np. zabezpieczać miejsca prac ziemnych przed dostępem płazów, skarpy wykopów przed zagnieżdżeniem się brzegówek itp.
- Nie tworzyć miejsc pułapkowych dla zwierząt, np. wykopów uniemożliwiających wydostanie się zwierząt. Jeśli jest to nieuniknione, kontrolować takie miejsca dwukrotnie w ciągu doby i wydobywać zwierzęta.

D. Nadzór przyrodniczy i procedury reakcji

- Zapewnić ciągłą obecność kompetentnej osoby lub osób, potrafiącej ujawnić (zauważyć, wyszukać i rozpoznać) cenne elementy przyrodnicze, w tym gatunki chronione (dotyczy szczególnie: roślin, owadów, mięczaków, raków, ryb, płazów).
- Sprawdzać ewentualną obecność cennych elementów przyrodniczych bezpośrednio przed frontem prac. Dotyczy szczególnie: ewentualnych dziupli, gniazd ptasich na drzewach, gniazd pod mostami, wykrotami, nor, chronionej roślinności wodnej, chronionych dużych bezkręgowców (mięczaki, raki), ryb chronionych gatunków (także ikry, larw minogów) i ich siedlisk.
- Stale obserwować stan wód rzeki i stan elementów przyrodniczych oraz ich siedlisk w miejscu prac i poniżej (w tym ich reakcję na oddziaływanie prac).
- W przypadku nieprzewidzianego wcześniej (niepotwierdzonego posiadaniem zezwoleniem na odstępstwo od zakazów) stwierdzenia gatunków chronionych, jeśli prace skutkowałyby: zniszczeniem, zabiciem, uszkodzeniem osobników, zniszczeniem (choćby niezajętych) nor, gniazd, żeremi, tam; utrudnieniem dostępu do schronień; zniszczeniem jaj, skręku, kijanek, larw; zniszczeniem, uszczupleniem lub pogorszeniem siedliska, wypłoszeniem z miejsca noclegu, zimowania, rozmnażania się:

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- wstrzymać prace;
- poczekać na rozstrzygnięcie sprawy przez zlecającego prace i odpowiedni organ ochrony przyrody (modyfikacja prac lub uzyskanie zezwolenia na odstępstwo od zakazów ochrony gatunkowej).

Także nieumyślne (np. nieświadome, wynikające z niezauważenia) niszczenie siedlisk lub ostoi, będących obszarem rozrodu, wychowu młodych, odpoczynku, migracji lub żerowania zwierząt chronionych, a także niszczenie, usuwanie lub uszkodzanie gniazd, mrowisk, nor, legowisk, żeremi, tam, tarlisk, zimowisk lub innych schronień, stanowi wykroczenie podlegające odpowiedzialności karnej.

- Przypadkowo wydobyte zwierzęta niezwłocznie umieścić ponownie we właściwym dla nich siedlisku.

E. Minimalizacja oddziaływań

- Zapewnić sprawność sprzętu. Nie dopuszczać do wycieków paliwa, oleju, smarów ani innych substancji. W przypadku wystąpienia wycieków awaryjnych, dysponować w miejscu robót wyposażeniem do likwidacji ich skutków.
- Stosować najlepsze dostępne techniki ograniczające emisję hałasu. Nie dopuszczać do stosowania niesprawnych maszyn i urządzeń emitujących nadmierny hałas.
- Ścieki z zaplecza budowy gromadzić w zbiornikach bezodpływowych i wywozić w miejsca do tego przeznaczone.
- Wykluczyć możliwość spływania ciekami szczątków usuwanych roślin (np. części pokosu).
- Urobek z odmulania, wykoszenia, usuwania roślin, składować tak, by wykluczyć jego zmycie do cieków (także przy opadach, wezbraniach).
- Maksymalnie ograniczać zamulenie wody. W przypadku nieuniknionego występowania zamulenia poniżej miejsca wykonywanych prac, czasowo wstrzymywać prace na okres co najmniej dwukrotnie przekraczający okres wystąpienia zamulenia.
- W przypadku wystąpienia śnięcia ryb, wstrzymywać prace do wyjaśnienia przyczyn tego zdarzenia.
- Do nasadzeń i obsiewów stosować wyłącznie gatunki rodzime i właściwe dla danej doliny rzecznej i odpowiednich siedlisk naturalnych.

W przypadku renaturyzacji realizowanej za pomocą modyfikacji prac utrzymaniowych (działania z grupy U), szczegółowy opis modyfikacji musi zostać wprowadzony do szczegółowego opisu przedmiotu zamówienia, np.:

- Oczyszczenie z namułu budowli wodnych - wydobyty z dna rzeki piasek i żwir zatrzymujący się na budowach wodnych (stopnie, przepusty) musi zwrócony do koryta rzeki za budowlami - działanie U8;
- Koszenie porostu traw z dna - wykoszenie zostanie wykonane krętą linią nurtu, tak by stymulować zróżnicowanie morfologii i roślinności koryta, pozostawiając pas roślinności wodnej przy jednym z brzegów zajmującego ok. 1/3 szerokości rzeki (z zachowaniem reguły naprzemiennego koszenia, jak w przypadku koszenia brzegów) - działanie U2.

Te warunki powinny również zostać uwzględnione przy sporządzaniu formularza obmiarowo-cenowego, ponieważ wpływają na wymiary i wyliczenie prac.

Działania z grupy działań dodatkowych w ramach zwykłego zarządzania wodami (D) mogą być zlecane w pakiecie z pracami utrzymaniowymi. Ich wykonanie może stanowić pozacenowe kryterium oceny ofert na prace utrzymaniowe. Na przykład zamawiający może wprowadzić kryterium polegające na ocenie, czy Wykonawca zobowiązuje się do realizacji działań profilaktycznych nieuwjętych

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

w szczegółowym opisie przedmiotu zamówienia polegających na sadzeniu drzew i krzewów oraz w jakiej skali – działanie D1.

6.9.5 Praktyczne doświadczenia wykonawcze

Na przestrzeni ostatniej dekady w kilku regionach kraju zrealizowano, bądź w trakcie realizacji są projekty zawierające w swych działaniach przykłady działań renaturyzacyjnych. Projekty takie zrealizowała zarówno administracja wodna, jak i inne organy, np. RDOŚ, oraz podmioty zajmujące się problematyką wodno-środowiskową np. NGO - Klub Przyrodników, Towarzystwo Przyjaciół Rzek Iny i Gowienicy. Z doświadczeń w ich realizacji wynika kilka wskazówek, mogących pomóc w przyszłych realizacjach. Zawarte w niniejszym podręczniku wskazówki pozwoliłyby zapewne część komplikacji realizacyjnych rozwiązać dużo sprawniej, szczególnie w zakresie czasu realizacji, a czynnik ten w przypadku projektów jest bardzo ważny. Liczymy, że przyszłym realizacjom zawarte porady pomogą uniknąć błędów.

Na pierwszy plan wysuwa się potrzeba przemyślanej i dopracowanej koncepcji wynikłej z dobrego rozpoznania problemów ujętych jako cele. Bez holistycznej oceny przyczyn danego problemu na etapie/ najkorzystniej, przed złożeniem wniosku o dofinansowanie/ bądź uwzględnienia takiego etapu w harmonogramie projektu, jego realizacja już na starcie robi się nerwowa, i może pociągać za sobą niepożądane skutki, jak wydłużenie czasu realizacji, lub wręcz nieosiągnięcie założonego celu.

Etap koncepcyjny to także właściwy czas na budowę eksperckiego wsparcia projektu, jeśli podmiot planujący aplikację nie dysponuje wystarczającym zespołem. Jest to kluczowe dla wypracowania najlepszych rozwiązań od samego początku, bowiem gdy machina projektowa jest już w toku, trudno o szersze zmiany niedoskonałych założeń. Warto rozważyć także ocenę koncepcji projektu/działania pod kątem optymalizacji działań. Nierzadko bowiem na ciekach to samo działanie może w dobrej lokalizacji dać efekty bardzo dobre, gdy wykonane na innym odcinku już takich skutków nie zapewni. Szczególnie istotne jest odtwarzanie naturalnych funkcji ekosystemu tam, gdzie morfologia doliny na to pozwala, ale jednocześnie pozwalają na to warunki logistyczne. Brak dojazdu ciężkim sprzętem może okazać się przyczyną porażki na dwa sposoby. Raz, gdy wstępnie zaplanowane środki nie uwzględniły konieczności budowy dróg technologicznych, dwa, gdy poziom ingerencji w dolinę zagraża szkodami większymi, niż planowane korzyści. W związku z tym dla obszarów szczególnie trudnych terenowo planować należy działania możliwe do wykonania ręcznie, ewentualnie wykorzystując lokalny budulec, martwe drewno itp. Poprawę stosunków wodnych dla takich partii doliny można osiągnąć podnosząc rzedną dna poniżej odcinka zatorfionego równie skutecznie, bez trudności pokonywania go ciężkim sprzętem.

W przypadku działań renaturyzacyjnych, pod kątem realizacji trzeba je podzielić na wymagające pełnych procedur (por. rozdz. 6.9.1) bądź od takiego obowiązku wolne. Nie znaczy to jednak, że działania, na przykład urządzenie sekwencji sztucznych bystrzy żwirowo-kamiennych jako wzbogacanie morfologii, czy przywracanie łączności na niewielkim progu, możliwe są do wykonania z pominięciem fazy projektowej. Dobrze wykonane działanie dotyczące systemu wodnego prawie w każdym przypadku wymaga przeprowadzenia badań pomiarowych, oraz wykonania projektu, czy równoważnego programu funkcjonalno-użytkowego, nawet, gdy nie wynika to z wymogów prawa, to jedyny sposób rzetelnego obliczenia wszystkich niezbędnych parametrów. Dla zapewnienia najwyższej jakości realizacji nie wolno łączyć tej fazy z wykonaniem samych prac w trybie „zaprojektuj wybuduj”, bez zapewnienia pełnej kontroli i decydującego głosu po stronie zamawiającego. Najskuteczniejszym rozwiązaniem okazało się rozdzielenie „projektu” od wykonania.

W trakcie działań z wprowadzaniem do cieków żwirów ważnym elementem jest nadzór, w tym bieżące kontrole stosowanych przez wykonawców mieszanek. Uziarnienie takiej mieszanki można sprawdzić

prostą, choć nieco czasochłonną metodą pomiaru próby przypadkowych ziaren. Metodyka doboru i kontroli uziarnienia mieszanek szczegółowo opisana jest w opracowaniach projektu „Tarliska Górnej Raby” (<http://tarliskagornejraby.pl/download.php?list.5>), patrz także opis działania D5 w niniejszym podręczniku.

W trakcie planowania i wykonywania przepławek dla ryb konieczne jest uwzględnienie kilku zasad, decydujących o skuteczności urządzenia. Dno urządzenia musi zbiegać się z dnem cieku zarówno od wejścia od wody dolnej, jak i wyjścia na wodę górną. Nie znaczy to jednak, że szczelina przepławki ma sięgać dna cieku powyżej zapory, jeśli użytkowanie tej zapory ma być zachowane. Zbieżność dna zapewnia się wówczas poprzez przygotowanie nasypu w zbiorniku. Bez tego zabiegu gatunki migrujące przy dnie mogą mieć znaczne trudności z odnalezieniem drogi w dół przepławką, a tylko zapewnienie obu kierunków swobody migracji uznać można jako spełnienie warunku odtworzenia łączności morfologicznej. Kolejnym, dość często nadal spotykanym niedomaganiem przepławek jest, podobnie jak przy podobnie jak przy sztucznych bystrzach i pryzmach żwirowo-kamiennych, niewłaściwy dobór uziarnienia mieszanek stosowanych jako narzut w dnie zwiększający szorstkość. Nawet, gdy w projekcie wprowadzono warstwę klinującą zatopioną częściowo w betonie, żwir na tej warstwie musi być odporny na wymywanie.

Realizacja działań renaturyzacyjnych, począwszy od prostych działań, po duże budowle, wymaga z jednej strony indywidualnego podejścia, ponieważ każdy ciek jest inny, z drugiej zaś nadzoru od fazy koncepcyjnej, po odbiorową. Źle wykonane projekty, to szkoda zarówno w wydatkowanych środkach, jak i akceptacji społecznej. Warto o tym pamiętać od samego pomysłu o działaniu.

W niektórych przypadkach realizacja w pełni uzasadnionego merytorycznie działania napotyka na trudności wynikające z różnic w interpretacji i rozumieniu, czemu renaturyzacja służy i dlaczego się ją realizuje. Liczymy jednak, że te trudności staną się coraz rzadsze w miarę pojawiania się coraz większej ilości dobrze wykonanych działań i ich zauważalnych skutkach zarówno przyrodniczych, jak i społecznych.

6.10 Adaptatywne zarządzanie projektem renaturyzacji

Otrzymane wyniki monitoringu należy poddać ocenie skuteczności wdrożonych działań renaturyzacyjnych. W przypadku, gdy ocena wykaże brak efektów, należy wdrożyć zarządzanie adaptacyjne poprzez rewizję przyjętych działań renaturyzacyjnych. Dodatkowo, w niektórych przypadkach może istnieć potrzeba długofalowego prowadzenia i powtarzania działań renaturyzacyjnych (zanim zostanie osiągnięty dobry, samoutrzymujący się stan jcw).

6.11 Dodatkowe materiały

Pomimo przedstawienia najważniejszych aspektów planowania działań renaturyzacyjnych, zachęca się również do analizy dodatkowych materiałów, dokumentów i publikacji zawierających rozszerzone informacje w tym zakresie. Przykłady ważniejszych z nich przedstawiono poniżej. Większość z nich jest dostępna w internecie.

Więcej informacji:

Teoretyczne aspekty renaturyzacji

1. Gann G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., Hallett J.G., Eisenberg C., Guariguata M.R., Liu J., Hua F., Echeverría C., Gonzales E., Shaw N., Decler K., Dixon K.W. 2019. International Principles & Standards for the Practice of Ecological Restoration, 2nd edition. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C., USA. 101 s.

Przygotowane przez Society of Ecological Restoration (SER), jedno z ważniejszych opracowań w zakresie renaturyzacji ekologicznej. Dokument definiuje, czym jest renaturyzacja ekologiczna, opisuje zasady dobrej renaturyzacji oraz - krok po kroku - w jaki sposób należy planować działania renaturyzacyjne. W dokumencie bardzo mocno podkreślane jest, że renaturyzacja jest zarówno procesem ekologicznym jak i społecznym.

2. Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C., Stolton S., (red.) 2012. Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices. Gland, Switzerland: IUCN. 120 s.

Dokument stanowi kompleksowe opracowanie zawierające próbę usystematyzowania podejścia do renaturyzacji ekologicznej z uwzględnieniem zaleceń Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN). Podaje podstawy podejmowania renaturyzacji wraz z metodyką wyznaczania jej celów, monitoringu skuteczności oraz udziału interesariuszy. Bardzo silny nacisk kładziony jest na współpracę z lokalnymi mieszkańcami i pozostałymi grupami interesariuszy.

3. Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Allan, J.D., Lake, P.S., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C., Follstad Shah, J., Galat, D.J., Gloss, S., Goodwin, P., Hart, D.H., Hassett, B., Jenkinson, R., Kondolf, G.M., Lave, R., Meyer, J.L., O'Donnell, T.K., Pagano, L., Srivastava, P., Sudduth, E. 2005. Standards for ecologically successful river restoration. Journal of Applied Ecology 42, 208–217.

Jedna z najważniejszych publikacji w zakresie renaturyzacji rzek. Opisuje ona 5 ogólnych standardów, jakie powinna spełniać udana renaturyzacja rzek.

4. Roni, B., Beechie, T. (red.). 2012. Stream and Watershed Restoration, a Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Wiley-Blackwell: Hoboken, USA. 332 s.

Jest to podręcznik, który zawiera podstawowe informacje na temat renaturyzacji rzek – od historii po monitoring działań renaturyzacyjnych. W bardzo przystępny sposób opisuje procesy zachodzące w korycie cieku, jak i w zlewni, działania renaturyzacyjne (ukierunkowane na procesy oraz stan środowiska), czy współpracę z interesariuszami.

Praktyczne aspekty planowania działań renaturyzacyjnych

1. Hammond, D., Mant, J., Holloway, J., Elbourne, N., Janes, M. 2011. Practical river restoration appraisal guidance for monitoring options (PRAGMO). The River Restoration Centre, Cranfield, UK. 330 s.

Dokument przedstawia praktyczne podejście do planowania monitoringu wdrożonych działań renaturyzacyjnych. Oprócz tego, zawiera skrócony i przejrzysty opis, na co należy zwrócić uwagę podczas planowania renaturyzacji rzek (hydrologia, rumowisko, jakość wody, elementy biologiczne) oraz w jaki sposób wyznaczać cele szczegółowe.

2. Polska Zielona Sieć 2006. Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków. Praktyczny podręcznik. 173 s.

River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques.

Opisy przykładów zastosowanych w praktyce działań renaturyzacyjnych, wraz ze szczegółowymi objaśnieniami. Dużym walorem jest dość dokładny opis techniczny zastosowanych rozwiązań wraz z ilustracjami. Wersja anglojęzyczna jest poszerzona o dwa dodatki, których nie ma w polskim tłumaczeniu.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

3. Biedroń, I., Dubel, A., Grygoruk, M., Pawlaczyk, P., Prus, P., Wybraniec, K. 2018. Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania. Kraków. 152 s. + załączniki.
Dokument ten, choć bezpośrednio nie odnosi się do prowadzenia działań renaturyzacyjnych, stanowi dobre źródło informacji na temat dobrych praktyk zarządzania wodami. Zastosowanie tych metod w przypadku cieków w umiarkowanym bądź dobrym stanie ekologicznym może wspomóc ich samodzielną regenerację.
4. Tarliska Górnej Raby - J. Jeleński: <http://tarliskagornejraby.pl/download.php?list.5>
Materiały szkoleniowe projektu „Tarliska Górnej Raby”. Zawierają praktyczne informacje i przykłady dotyczące renaturyzacji rzek i potoków żwirowatych. Częścią składową jest klasyczna publikacja: Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich.
5. Restoring Europe Rivers: <https://restorerivers.eu/>
Portal internetowy poświęcony renaturyzacji rzek. Wg stanu na 25 lutego 2020 r. zawierał opisy 1322 przypadków z 31 krajów, głównie europejskich.
6. REFORM: <https://reformrivers.eu/>
Baza danych projektu REFORM - REstoring rivers FOR effective catchment Management, zawierająca także internetowy podręcznik (wiki) renaturyzacji rzek.
7. Europejski Portal Naturalnej Retencji - „Natural Water Retention Measures”:
<http://nwrn.eu/>
Portal gromadzący przykłady przedsięwzięć przyrodniczo-retencyjnych, w tym renaturyzacyjnych.
8. The Woodland Trust 2016. Keeping Rivers Cool: A Guidance Manual. Creating riparian shade for climate change adaptation:
<https://www.woodlandtrust.org.uk/publications/2016/02/keeping-rivers-cool/>
Opracowanie przedstawia, w bardzo przystępny sposób, porady dotyczące rozmieszczenia nasadzeń drzew wzdłuż brzegów rzek.
9. Bandrowski D. 2016. National Large Wood Manual: Assessment, Planning, Design, and Maintenance of Large Wood in Fluvial Ecosystems: Restoring Process, Function, and Structure: https://www.usbr.gov/research/projects/download_product.cfm?id=2219
Amerykański, ponad 660-stronicowy podręcznik zarządzania zasobami martwych drzew w ciekach.
10. Just T., Šamal V., Dušek M., Fischer D. Karlik P., Pykal J. 2003. Revitalizace vodního prostředí. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha.
Czeski podręcznik renaturyzacji potoków dedykowany „Wszystkim, którzy chcą zmieniać rowy i kanały w potoki i rzeki”.
11. Informationen zur EG-Wasserrahmenrichtlinie - WRRl in der Praxis: <http://www.wrrl-info.de/>
Informacje o wdrażaniu Ramowej Dyrektywy Wodnej w Niemczech, w tym m. in. karty opisujące przykłady renaturyzacji cieków, jezior i mokradł.

Literatura

- Acuña V., Díez J.R., Flores L., Meleason M., Elosegí A. 2013. Does it make economic sense to restore rivers for their ecosystem services?. *J Appl Ecol* 50: 988-997.
- Adam B., Bosse R., Dumont U., Gebler R. J., Geitner V., Hass H., Krüger F., Rapp R., Sanzin W., Schaa W., Schwevers U., Steinberg L., 1996. Fischauftstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. DVWK Merkbl. z. Wasserwirtschaft 232, s. 144.
- Adam B., Bosse R., Dumont U., Haddinger R., Jörgensen L., Kalusa B., Lehmann G., Pischel R., Schwevers U. 2005 - Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. 2. korrigierte Auflage. DWA. Hennef, s. 256.
- Adamczyk M., Prus P., Wisniewolski W. 2013. Możliwości zastosowania Europejskiego Wskaźnika ichtiologicznego (EFI+) do oceny stanu ekologicznego rzek Polski. *Rocz. Nauk. PZW* 26: 21–51.
- Adamski A. 2007. Siedliska przyrodnicze o znaczeniu europejskim związane z dolinami rzek w Polsce. In: Jak skutecznie chronić przyrodę dolin rzecznych? Materiały szkoleniowe dla uczestników warsztatów zorganizowanych w dniach 29–30 maja 2007 przez Towarzystwo na rzecz Ziemi i Polską Zieloną Sieć, s. 12-20.
- Anzaldua G., Gerner N. V., Hinzmann M., Beyer S., Lago M., Birk S., Winking C., Riegels N., Krogsgaard J., Termes M., Amorós J., Wencki K., Strehl C., Ugarelli R., Hasenheit M., Abhold K., Nafo I., Hernandez M., Vilanova E., Damman S., Brouwer S., Rouillard J. 2017. Framework for evaluating changes in ecosystem services. Technical Report for Deliverable 11.2 of the DESSIN FP7 Project. Dostęp 31.01.2020 [<https://www.ecologic.eu/14980>].
- Anzaldua G., Gerner N.V., Lago M., Abhold K., Hinzmann M., Beyer S., Winking C., Riegels N., Krogsgaard J., Termes M., Amorós J., Wencki K., Strehl C., Ugarelli R., Hasenheit M., Nafob I., Hernandez M., Vilanova E., Birk S. 2018. Getting into the water with the Ecosystem Services Approach: the DESSIN ESS Evaluation Framework. *Ecosyst. Serv.* 30: 318–326.
- Aronson J., Blingnaut J.N., Milton S.J., Le Maitre D., Esler K.J., Limouzin A., Fontaine C., De Wit M.P., Mugido W., Prinsloo P. i in. 2010. Are Socioeconomic Benefits of Restoration Adequately Quantified? a Meta-analysis of Recent Papers (2000–2008) in Restoration Ecology and 12 other Scientific Journals. *Restor. Ecol.* 18: 143–154.
- Bańkowska A., Sawa K., Popek Z., Wasilewicz M., Zelazo J. 2010. Studia wybranych przykładów renaturyzacji rzek. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. 2010, 9: 181-196.
- Bączny A., Wagner M., Okruszko T., Grygoruk M. 2018. Influence of technical maintenance measures on ecological status of agricultural lowland rivers – systematic review and implications for river management. *Sci. Tot. Env.* DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.235.
- Bandrowski D. (red.) 2016. National Large Wood Manual: Assessment, Planning, Design, and Maintenance of Large Wood in Fluvial Ecosystems: Restoring Process, Function, and Structure. Bureau of Reclamation and U.S. Army Engineer Research and Development Center, 665 s. Dostęp 30.01.2020 [<https://www.usbr.gov/research/projects/detail.cfm?id=2754>]
- Barry J., Coghlan B., Cullagh A., Kerr J.R., King J.J. 2018. Comparison of coarse-resolution rapid methods for assessing fish passage at riverine barriers: ICE and SNIFFER protocols. *River Res Applic.* 34: 1168– 1178.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Bartel R., Bieniarz K., Epler P. 2002. Fish passing through the turbines of Pomeranian river hydroelectric plants. *Archives of Polish Fisheries* 10, 2: 275–280.
- Bartnik W., Książek L., Jelonek M., Sobieszczyk P., Florek J., Hawryło A., Leja M., Struzyński A., Wałęga A., Wyrębek M., Wiśniewolski W., Parasiewicz P., Prus P., Adamczyk M., Depowski R. 2015. Warunki przywracania struktury siedlisk dla ryb na odcinku Wisłoki w km 73+200 – 42+600. *Gospodarka Wodna* 5: 147-152.
- Baudoin J-M., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P., Voegtli B. 2015. The ICE protocol for ecological continuity. Assessing the passage of obstacles by fish. Onema, the French National Agency for Water and Aquatic Environments, s. 200.
- BenDor T., Lester W.T., Livengood A., Davis A., Yonavjak L. 2015. Estimating the size and impact of the ecological restoration economy. *PLoS ONE* doi.org/10.1371/journal.pone.0128339.
- Begemann W., Schiechl H.M. 1999. Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym. Arkady, Warszawa.
- Bergier T., Burszta-Adamiak E., Fiałkiewicz W., Małecki P., Owsainy M., Rosiek K., Rybicki S. M., Wojciechowska E. 2019. Racjonalizacja wykorzystania zasobów wodnych na terenach zurbanizowanych Poradnik dla gmin. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków. Dostęp 24.02.2020
[http://www.sladowodnymiast.pl/images/2019/20191108/Racjonalizacja_wykorzystania_zasob%C3%B3w_wodnych_na_terenach_zurbanizowanych.pdf]
- Biedroń I., Dubel A., Grygoruk M., Pawlaczyk P., Prus P., Wybraniec K. 2018. Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania. Materiały Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, Warszawa. 152 s.
- Bielasik-Rosińska M., Maciaszek D., Kondzielski I. 2014. Dobra praktyka ograniczania zanieczyszczenia wód powierzchniowych środkami ochrony roślin w wyniku spływu powierzchniowego i erozji, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa. Dostęp 28.01.2020
[http://www.topps-life.org/uploads/8/0/0/3/8003583/pl_runoff_book.pdf]
- Biron P. M., Buffin-Bélanger T., Larocque M., Choné G., Cloutier C. A., Ouellet M.-A., Demers S., Olsen T., Desjarlais C., Eyquem J. 2014. Freedom Space for Rivers: a Sustainable Management Approach to Enhance River Resilience. *Environmental Management* 54:1056–1073.
- Błachuta J., Rosa J., Wiśniewolski W., Zgrabczyński J., Bartel R., Białokoz W., Borzęcka I., Chybowski Ł., Depowski R., Dębowski P., Domagała J., Drożdżyński K., Hausa P., Kukuła K., Kubacka D., Kulesza K., Ligęza J., Ludwiczak M., Pawłowski M., Picińska-Fałtynowicz J., Lisiński K., Witkowski A., Zgrabczyński D., Zgrabczyńska M. 2010. Ocena potrzeb i priorytetów udrożnienia ciągłości morfologicznej rzek w kontekście osiągnięcia dobrego stanu i potencjału części wód w Polsce. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Bless R., 1978. Bestandsänderungen der Fischfauna in der Bundesrepublik Deutschland – Ursachen, Zustand und Schutzmassnahmen. Kilda Verlag, Greven, Deutschland, s. 66.
- Bojarski A., Jeleński J., Jelonek M., Litewka T., Wyżga B., Zalewski J. 2005. Zasady dobrych praktyk w utrzymaniu rzek i potoków górskich. Ministerstwo Środowiska, Warszawa. Dostęp 25.01.2020 [<https://bagna.pl/wiedza/rzeki/349-zasady-dobrej-praktyki-w-utrzymaniu-rzek-i-potokow-gorskich>].

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Buffin-Bélanger T., Biron P. M, Larocque M., Demers S., Olsen T., Choné G., Ouellet M.-A, Cloutier C. A., Desjarlais C., Eyquem J. 2015. Freedom space for rivers: An economically viable river management concept in a changing climate. *Geomorphology* 251: 137-148.
- Buffington J.M. 2012. Changes in channel morphology over human time scales. [In:] *Gravel-Bed Rivers: Processes, Tools, Environments*. Red. M. Church, P.M. Biron, A.G. Roy. Wiley Chichester, 435-463.
- Buras P., Szlakowski J., Wiśniewolski W. 2006. Zespoły ryb jako element biocenozy w ocenie stopnia degradacji środowiska rzek. W. *Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych*. Monografia (red. J. F. Lemański, S. Zabawa). Futura. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski w Poznaniu: 157–171.
- Bussettini M., Kling J., van de Bund W., Eds: Kampa E. & Bussettini M. 2018. Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies - Part 2: Impacted by flood protection structures, EUR 29131 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg. Dostęp 31.01.2020 [doi:10.2760/875939, JRC110957].
- Campbell-Palmer R., Gow D., Schwab G., Halley D., Gurnell J., Girling S., Lisle S., Campbell R., Dickinson H., Jones S. 2016. *The Eurasian Beaver Handbook: Ecology and Management of Castor fiber*. Pelagic Publishing Ltd., Exeter, s. 202.
- Carson B.D., Lishawa S.C., Tuchman N.C., Monks A.M., Lawrence B.A., Albert D.A. 2018. Harvesting invasive plants to reduce nutrient loads and produce bioenergy: as assessment of Great Lakes coastal wetlands, *Ecosphere* 9,6.
- Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych 2016. Wytyczne do realizacji zadań i obiektów małej retencji i przeciwdziałania erozji. Załącznik do Decyzji nr 552 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 25.11.2016r.
- Chojnacki J., Raczyńska M., Grzeszczyk-Kowalska A., Zamkowski T. 2013. Sztuczne rafy jako innowacyjna biotechnologia wykorzystywana w procesie rewitalizacji środowiska morskiego. *Ekologia i Technika* 21, 4: 141-149.
- Chrzan F. 1947. Zagadnienia łososiowe w Polsce. *Morski Instytut Rybacki*, s. 88.
- Chyliński A., Żakowska M. 2020. Od dewelopera do ekobohatera. Przewodnik, czyli jak uratować świat i nie zbankrutować. *Eco Avegers*, Polski Związek Firm Deweloperskich.
- Collen P., Gibson R.J.: The general ecology of beavers (*Castor spp.*), as related to their influence on stream ecosystems and riparian habitats, and the subsequent effects on fish – a review. *Rev Fish Biol and Fisheries* 10, 4: 439-461.
- Cook T. 2013. Releasing a flood of controversy on the Colorado River. *Earth*. Dostęp 24.02.2020 [https://www.earthmagazine.org/article/releasing-flood-controversy-colorado-river]
- Costanza R., de Groot R., Sutton P., der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. 2014, Changes in the global value of ecosystem services, *Global Environmental Change* Vol. 26.
- Cronberg G. 1982. Phytoplankton changes in Lake Trummen induced by restoration. Long-term whole-lake studies and food-web experiments. *Folia Limnologica Scandinavica* 18.
- Czech A. 2005. Analiza dotychczasowych rodzajów i rozmiaru szkód wyrządzanych przez bobry oraz stosowanie metod rozwiązywania sytuacji konfliktowych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, 47 pp., dostęp 25.01.2020

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

[http://www.kp.org.pl/pdf/poradnik_minimalizowania_szkod_wyrzadzanych_przez_bobry.pdf
http://www.kp.org.pl/pdf/poradniki/poradnik_minimalizowania_szkod_wyrzadzanych_przez_bobry.pdf]

- Dajdok Z., Pawlaczyk P. (red.) 2009. Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin, s. 167.
- Dajdok Z., Pawlaczyk P. (red.) 2009. Inwazyjne gatunki roślin ekosystemów mokradłowych Polski, Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Dauwe W., Nolett S. 2014. An integrated plan incorporating flood protection: the Sigma Plan (Scheldt Estuary, Belgium). Climate Adapt – sharing adaptation information across Europe. Dostęp 31.01.2020 [<https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/an-integrated-plan-incorporating-flood-protection-the-sigma-plan-scheldt-estuary-belgium>]
- Degerman E. 2008. Ekologisk restaurering av vattendrag. Fiskeriverket och Naturvårdsverket. Sztokholm, Szwecja, s. 294.
- Dondajewska R., Kowalczyńska-Madura K., Gołdyn R., Kozak A., Messyasz B., Cerbin S. 2019. Long-term water quality changes as a result of a sustainable restoration – a case study of dimictic Lake Durowskie. Water 11, 3, 616.
- Dondajewska R., Kozak A., Budzyńska A., Kowalczyńska-Madura K., Gołdyn R. 2018. Nature-based solutions for protection and restoration of degraded Bielsko Lake. Ecohydrology & Hydrobiology 18, 4: 401-411.
- Dorau K., Gelhausen H., Esplor D., Mansfeldt T. 2015. Wetland restoration management under the aspect of climate change at a mesotrophic fen in Northern Germany. Ecol. Eng. 84: 84-91.
- Dubrawski R. 2001, Analiza morfometryczna strefy brzegowej Bałtyku, Bull. Mar. Inst. 28, 1.
- Dubrawski R., Zawadzka-Kahlau E. (red.) 2006, Przyszłość ochrony polskich brzegów morskich. Zakład Wydawnictw Naukowych Instytutu Morskiego w Gdańsku. Gdańsk, s. 302.
- Dubrawski R., Zawadzka-Kahlau E. 2013, Litodynamika Półwyspu Helskiego w warunkach sztucznego zasilania w latach 1989-1995. Gdańsk-Gdyni, s. 220.
- Dufour, S., Piégay, H. 2009. From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits. River research and applications 25, 568-581.
- Dunalska J. 2019. Rekultywacja jezior – teoria i praktyka. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska 148.
- Durkowski T. (red.) Zlewnia rzeki Iny - budowa niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż doliny rzeki Iny i jej dopływów. Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, Szczecin.
- Duszyński R. 2007. Ekologiczne techniki ochrony brzegów i rewitalizacji rzek. Inżynieria Morska i Geotechnika 6: 341-351.
- Ehlert T., Neukirchen B., Riecker T., Ritz S., Anlauf A., Fabricius A-L., König F., Krempel C., Schuler J., Dehnert M., Feuring Ch., Schleupner Ch., Zimmermann D., Kellermann J., Borges U., Buchholz H., Busse M., Volk Ch., Shilton D., Bolik F., Koenzen U., Kutth A., Modrak P., Mehl D. 2019. Eckpunktepapier zum „Fachkonzept Biotopverbund Gewässer und Auen“ im Bundesprogramm 'Blaues Band Deutschland'. Dostęp 24.02.2020 [https://www.blaues-band.bund.de/Projektseiten/Blaues_Band/DE/neu_05_Informationen/Informationen_node.html]

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Elosegi A., Diez J., Mutz M. 2010. Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems. *Hydrobiologia* 657, 1: 199-215.
- Elosegi A., Sabater S. 2013. Effects of hydromorphological impacts on river ecosystem functioning: a review and suggestions for assessing ecological impacts. *Hydrobiologia* 712, 1: 129-143.
- European Commission, DG Environment 2011. Towards Better Environmental Options for Flood risk management. Brussels.
- European Commission 2014. A guide to support the selection, design and implementation of Natural Water Retention Measures in Europe. Capturing the multiple benefits of nature-based solutions. Natural Water Retention Measures Pilot Project. European Commission, Directorate General for Environment.
- European Commission 2019. Commission Staff Working Document: First Flood Risk Management Plans: Member State: Poland. Dostęp 24.02.2020 [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:52019SC0079>]
- European Environment Agency 2016. Rivers and lakes in European cities Past and future challenges. EEA Reports 26/2016. Dostęp 20.02.2020 [https://urban-waters.org/sites/default/files/uploads/docs/rivers_and_lakes_in_european_cities_2.pdf].
- Figarski T., Kajtoch Ł. 2014a. Wpływ wezbrań powodziowych oraz przekształceń hydrotechnicznych rzek na warunki występowania ptaków lęgowych podgórskich koryt rzecznych. *Przegląd Przyrodniczy* 25, 4: 78-91.
- Figarski T., Kajtoch Ł. 2014b. Alterations of riverine ecosystems adversely affect bird assemblages. *Hydrobiologia*.
- Florek W. 2008. Czy renaturyzacja koryt rzek przymorskich może stanowić remedium na skutki ich XIX- i XX-wiecznej regulacji? *Śląskie Prace Geograficzne* 5: 75-91.
- Galbrath-Kent S.L., Handel S.N. 2007. Lessons from urban lakeshore restoration project in New York City, *Ecological Restoration* 25, 2: 123-128.
- Gann G.D., McDonald T., Walder B., Aronson J., Nelson C.R., Jonson J., Hallett J.G., Eisenberg C., Guariguata M.R., Liu J., Hua F., Echeverría C., Gonzales E., Shaw N., Decler K., Dixon K.W. 2019. International Principles & Standards for the Practice of Ecological Restoration, 2nd edition. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C., USA. s. 101.
- Gebler R. J. 1991. Naturgemäße Bauweisen von Sohlenbauwerken und Fischaufstiegen zur Vernetzung der Fließgewässer. *Mitteilungen, Inst. f. Wasserbau u. Kulturtechnik, Universität Fridericiana Karlsruhe*, s. 145.
- Gerner N. V., Nafo I., Winking C., Wencki K., Strehl C., Wortberg T., Niemann A., Anzaldúa G., Lago M., Birk S. 2018. Large-scale river restoration pays off: a case study of ecosystem service evaluation for the Emscher restoration generation project. *Ecosystem Services* 30: 327-338.
- GIOS 2012. Monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000. Wyniki monitoringu. [http://siedliska.gios.gov.pl/images/pliki_pdf/wyniki/2009-2011/dla_siedlisk/Klify-nadmorskie-na-wybrzeu-Batyku.pdf].
- GIOS 2018. Ocena stanu środowiska polskich obszarów morskich Bałtyku na podstawie danych monitoringowych z roku 2017 na tle dziesięciolecia 2007-2016. Red. W. Krzywiński, GIOŚ, Warszawa.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- GIOŚ 2019a. Monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych ze szczególnym uwzględnieniem specjalnych obszarów ochrony siedlisk Natura 2000. Wyniki monitoringu w latach 2016-2018. [http://siedliska.gios.gov.pl/images/pliki_pdf/wyniki/2015-2018/dla_siedlisk/1230-KLIFY-NA-WYBRZEU-BATYKU-PDF-279-MB.pdf].
- GIOŚ 2019b. Aktualizacja wstępnej oceny stanu środowiska morskiego. GIOŚ, Warszawa.
- GIOŚ 2020. [<http://morskiesiedliska.gios.gov.pl/pl/do-pobrania/przewodniki-metodyczne>].
- Godyń I., Indyk W., Jarząbek A., Pułowska-Tyszewska D., Owsiany M., Sarna S., Stańko R., Tyszewski S. 2011. Dobre praktyki planowania gospodarowania wodami na obszarach cennych przyrodniczo - zalecenia dla powiązania procesów planowania gospodarowania wodami i ochrony obszarów Natura 2000. RZGW w Krakowie.
- Gołdyn R. 1990. Wpływ podpiętrzenia wód na procesy ekologiczne w jeziorach służących jako zbiorniki retencyjne. W: Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty na ekosystemach (red. Z. Kajak). Wyd. SGGW-AR 50, cz.2: 125-163.
- Gołdyn R. (red.) 2014, Małe zbiorniki wodne jako ostoja bioróżnorodności. Materiały edukacyjne dla dzieci i młodzieży szkolnej. Fundacja Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu. Dostęp 30.01.2020 [http://www.be.eko.org.pl/ksiazki/male_zbiorniki_wodne.pdf]
- Gołdyn R., Kuczyńska-Kippen N. 2012, Rola zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym, Fundacja Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu. Dostęp 30.01.2020 [<http://www.be.eko.org.pl/ksiazki/rola.html>].
- Gołdyn R., Podsiadłowski S., Dondajewska R., Kozak A. 2014. The sustainable restoration of lakes – towards challenges of the water framework directive, *Ecology & Hydrobiology* 14, 1: 68-74.
- Gordon N.D., McMahon T.A., Finlayson B.L., Gippel C.J., Nathan R.J. 2004. *Stream Hydrology*, John Wiley Sons, New York, NY, USA, 2nd edition.
- Goździewicz A., Skrzypczak A., Furgała-Selezniow G., Koszałka J., Mmacarz A. 2010. Zooplankton in the Nida River (the upper Wkra river) subjected to revitalization treatments. *Polish Journal of Natural Sciences* 25, 4: 387-400.
- Grabowski R. C., Gurnell A., Burgess-Gamble L., England J., Holland D., Klaar M. J., Morrissey I., Uttley Ch., Wharton G. 2019. The current state of the use of large wood in river restoration and management. *Water and Environment Journal* 33, 3: 366-377
- Grela J., Bartnik W., Biedroń I., Bielec B., Boroń A., Dubel A., Dumnicka E., Florek J., Gąsior M., Godyń I., Magdalena Grzebinoga M., Jarząbek M., Kędzior R., Krawczyk D., Książek L., Maciaszczyk K., Madej P., Młyński D., Nykiel-Gawłowska E., Olszar M., Monika Piszczek M., Rosegnal M., Stankiewicz-Banaś A., Magdalena Stępień M., Strużyński A., Wałęga A., Willer A., Woś A., Wybraniec K., Wyrębek M., Żurek R. 2018. Wdrożenie metody szacowania przepływów środowiskowych w Polsce. MGGP w Krakowie dla PGW WP, KZGW, Warszawa.
- Grela J., Biedroń I., Boroń A., Gąsior M., Gebler D., Godyń I., Grzebinoga M., Grześkowiak A., Jusik Sz., Kokoszka R., Krawczyk D., Krzywiński W., Madej P., Mazur A., Olszar M., Pawlaczyk P., Pietruczuk K., Prus P., Stępień M., Wybraniec K., Żak J. 2019. Ostateczna metodyka wyznaczania silnie zmienionych i sztucznych części wód powierzchniowych wraz z koncepcją określania potencjału ekologicznego. PGW WP, KZGW, Warszawa.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Grygoruk M., Rannow S. 2017. Mind the Gap! Lessons from science-based stakeholder dialogue in climate-adapted management of wetlands. *J. Environ. Man.* 186: 108-119.
- Grzesiak K. 2019. Liczebność i rozmieszczenie gatunków ptaków związanych z korytem rzeczonym i łęgami na odcinku Bobru w rejonie Wojanowa w okresie maj – lipiec 2019. Fundacja WWF Polska, Warszawa.
- Gurnell A. 2014. Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms* 39, 1: 4-25.
- Gurnell A. 2016. River self-restoration. Materiały konferencji „Towards the best practice of river restoration and maintenance”, Kraków. Dostęp 26.01.2020 [<http://tarliskagornejraby.pl/>]
- Halajova D., Halaj P., Macura V., Skrinar A. 2018. Urban river design: a restoration case study. W: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 471, 9.
- Halleraker J. H., van de Bund W., Bussettini M., Gosling R., Döbbelt-Grüne S., Hensman J., Kling J., Koller-Kreimel V., Pollard P. 2016. Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies - Part 1: Impacted by water storage. EUR 28413 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Dostęp 31.01.2010 [doi:10.2760/649695].
- Hammond D., Mant J., Holloway J., Elbourne N., Janes M. 2011. Practical river restoration appraisal guidance for monitoring options (PRAGMO). The River Restoration Centre, Cranfield, UK, s. 330.
- Haskell D.E., Flaspohler D.J., Webster C.R., Meyer M.W. 2012. Variation in soil temperature, moisture and plant growth with the addition of downed woody material on lakeshore restoration sites, *Restoration Ecology* 20,1: 113-121.
- Haskell D.E., Webster C.R., Bales A.L., Meyer M.W., Flaspohler D.J. 2017. Assessment of wildlife habitat attributes at restoration projects on northern Wisconsin lakeshores, *North-eastern Naturalist* 24,4: 391-412.
- Hawes E., Smith M. 2005. Riparian Buffer Zones: Functions and Recommended Widths. Eightmile River Wild and Scenic Study Committee. Dostęp 30.01.2020 [http://www.eightmileriver.org/resources/digital_library/appendicies/09c3_Riparian%20Buffer%20Science_YALE.pdf]
- Hawley-Yan E. 2016. Techniques for mitigating human/beaver conflicts in urban and suburban environments. Animal Protection Party of Canada, Animal Alliance of Canada. Dostęp 22.02.2020 [https://www.animalalliance.ca/wp-content/uploads/2018/04/Beaver-Manual_May-2016.pdf].
- Herbich J. 2015. Usuwanie gatunków obcych w strefie przybrzeżnej – doświadczenia z Zatoki Puckiej i Cypla Helskiego. Część 2: Usuwanie obcych gatunków roślin w Cypla Helskiego. W: materiały konferencji „Nowe wyzwania w zakresie i kontroli rozprzestrzeniania się inwazyjnych gatunków obcych w przyrodzie” 13-14 października 2015, GDOŚ, Warszawa. Dostęp 7.11.2018 [https://ochronaprzyrody.gdos.gov.pl/files/artykuly/45244/Usuwanie_obcych_gatunkow_rosl_in_z_Cypla_Helskiego.pdf].
- Horska-Schwarz S., Krukowska Szopa I., Ruszlewicz A., Horka M. 2018, Susza czy powódź - poradnik adaptacji do zmian klimatu poprzez małą retencję i ochronę bioróżnorodności, Fundacja Zielona Akcja. Dostęp 30.01.2020

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

[<http://www.malaretencja.pl/images/publikacje/ZIELONA%20AKCJA%20poradnik%20POI%C5%9A.pdf>]

Houston J. 2008a. Management of Natura 2000 habitats. 2130 *Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation ('grey dunes'). European Commission. Dostęp 24.02.2020.
[http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/pdf/2130_Fixed_coastal_dunes.pdf].

Humiczewski M. 2017. Przyszłość gospodarowania wodami. W: Durkowski T. (red.). Zlewnia rzeki Iny. Budowa niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż doliny rzeki Iny i jej dopływów. Zachodniopomorski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Szczecinie. Szczecin, str. 141-157.

IM Gda 2013. Monitoring i badania dotyczące aktualnego stanu brzegu morskiego – ocena skuteczności systemów ochrony brzegu morskiego zrealizowanych w okresie obowiązywania wieloletniego „Programu ochrony brzegów morskich”. Wyd. wew. Instytutu Morskiego nr 6793

IMGW 2007. Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami, Raport z III etapu, IMGW, PIG, IOŚ, Kraków.

IMGW 2011. Opracowanie metodyki weryfikacji silnie zmienionych i sztucznych części wód przejściowych i przybrzeżnych. Sprawozdanie z wykonanych prac. IMGW, Gdynia.

Izydorczyk K., Frątczak W., Drobniewska A., Cichowicz E., Michalska-Hejduk D., Gross R., Zalewski M. 2013. a biogeochemical barrier to enhance a buffer zone for reducing diffuse phosphorus pollution – preliminary results, *Ecohydrology&Hydrobiology* 13: 104-112.

Izydorczyk K., Michańska-Hejduk D., Frątczak W., Bednarek A., Łapińska M., Jarosiewicz P., Kosińska A., Zalewski M. 2015. Strefy buforowe i biotechnologie ekohydrologiczne w ograniczaniu zanieczyszczeń obszarowych, Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk, Łódź. Dostęp 31.01.2020
[http://www.ekorob.pl/userfiles/file/!!!EKOTONY_internet.pdf]

Jabłońska E., Wiśniewska M., Marcinkowski P., Grygoruk M., Walton C. R., Zak D., Hoffmann C. C., Larsen S. E., Trepel M., Kotowski W. 2020. Catchment-Scale Analysis Reveals High Cost-Effectiveness of Wetland Buffer Zones as a Remedy to Non-Point Nutrient Pollution in North-Eastern Poland. *Water* 21, 629: 1-24.

Janiszewski P., Hanzal V., Misiukiewicz W. 2014. The european beaver (*Castor fiber*) as a keystone species – a literature review. *Baltic Forestry* 20, 2: 277-286.

Jensen A., Collins K., Lockwood A.P. (eds.) 2012. Artificial reefs in European seas. Springer Science & Business Media.

Jędryka E. 2006. Proekologiczne budowle wodne. Rozwiązania konstrukcyjne, dostosowanie do parametrów hydraulicznych cieków i uwarunkowań przyrodniczo – krajobrazowych. Poradnik. IMUZ, Falenty.

Jędryka E. 2007. Budowle wodne z naturalnych materiałów, *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 7,2b: 55-74.

Jeleński J., Wyżga B. 2016. Możliwe techniczne i biologiczne interwencje w utrzymaniu rzek górskich. Ab Ovo. Dostęp 20.01.2020 [<http://tarliskagornejraby.pl/download.php?view.94>].

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Jeleński J., Mikuś P. 2016. Zastosowanie przyjaznego środowisku podejścia inżynierskiego do ograniczania ryzyka powodzi na przykładzie regulacji odcinka rzeki Bóbr w Wojanowie. *Gospodarka Wodna* 2016, 4: 101-109.
- Jeleński J., Mikuś P. 2019. Rewitalizacja koryt zwirowodnych przez przywracanie sekwencji bystrza-płosa, ich rola środowiskowa i zastosowanie. W: Czerniawski R., Bilski P. (red.) *Funkcjonowanie i ochrona wód płynących*. Uniwersytet Szczeciński i Drawieński Park Narodowy, Szczecin.
- Jelonek M. 2014 (red.) *Urządzenia migracji ryb – podstawy przyrodnicze, kryteria projektowe, monitoring*. RZGW w Krakowie.
- Jermaczek A., Pawlaczyk P., Przybylska J. 2014. *Ochrona i odtwarzanie naturalnego charakteru rzek i dolin rzecznych na przykładzie rzeki Stobrawy*, Wydawnictwo Urzędu Marszałkowskiego Województwa Opolskiego.
- Joosten 2010. *The Global Peatland CO₂ Picture. Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*. Wetlands International.
- Just T., Šamal V., Dušek M., Fischer D. Karlik P., Pykal J. 2003. *Revitalizace vodního prostředí. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky*, Praha.
- Juszczak W. 1951. Przepływ ryb przez turbiny Zapory Rożnowskiej. *Roczniki Nauk Rolniczych* 57: 307–335.
- Kail J., Hering D. 2005. Using large wood to restore streams in Central Europe: potential use and likely effects. *Landsc. Ecol.* 20:755–772
- Kail J., Hering D., Muhar S., Gerhard M., Preis S. 2007. The use of large wood in stream restoration: experiences from 50 projects in Germany and Austria. *Journal of Applied Ecology* 44, 1145–1155.
- Kamiński W. 2016. *Rola zadrzewień w kształtowaniu różnorodności biologicznej – wybrane aspekty prawne dotyczące ochrony zadrzewień*, Stowarzyszenie Centrum Aktywności Społecznej 'Pryzmat', Suwałki. Dostęp 30.01.2020
[<http://www.drzewa.pryzmat.org.pl/pobrania/ksiazka2.pdf>]
- Keenleyside K., Dudley N., Cairns S., Hall C., Stolton S., (red.) 2012. *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices*. Gland, Switzerland: IUCN. s. 120.
- Kerr J., Vowles A., O'Hanley J., Kemp P. 2016. *Guidance on Stream Barrier Surveying and Reporting*. European Commission, Amber project, s. 77. Dostęp 26.01.2020
[<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5ae952b20&appId=PPGMS>]
- Kobbing J.F., Thevs N., Zerbe S. 2016. Cutting of *Phragmites australis* as a lake restoration technique: productivity calculation and nutrient removal in Wuliangsuhai Lake, northern China, *Sciences in Cold and Arid Regions* 8,5.
- Kollmann J., Brink-Jensen K., Frandsen S. I., Hansen M. K. 2011. Uprooting and Burial of Invasive Alien Plants: A New Tool in Coastal Restoration? *Restoration Ecology*, 19, 3: 371–378.
- Koszałka J., Skrzypczak A., Goździewska A., Furgala-Selezniow G. 2012. Biomonitoring in the revitalization of the upper Wkra river (Nidzica county) on the basis of benthic macroinvertebrates. *Polish Journal of Natural sciences* 27, 3: 301-314.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Kotowski W. (red.) 2018. CLEARANCE-CircuLar Economy Approach to River pollution by Agricultural Nutrients with use of Carbon-storing Ecosystem. Dostęp 20.02.2020
[<http://opendata.waterjpi.eu/dataset/clearance-circular-economy-approach-to-river-pollution-by-agricultural-nutrients>]
- Kowalczak P., Nieznański P., Stańko R., Magdaleno Mas F., Bernués Sanz M. 2009. Natura 2000 a gospodarka wodna. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, s. 116., dostęp 31.01.2020
[https://www.gdos.gov.pl/files/artykuly/5073/Natura_2000_a_gospodarka_wodna.pdf]
- Kowalczak P. 2017. Zintegrowana gospodarka wodna na obszarach zurbanizowanych. Część pierwsza: Podstawy hydrologiczno-środowiskowe. Wyd. Prodruk, Poznań.
- Krüger F., Labatzki P., Steild J. 1993. Naturnahe Gestaltung von Fischauftstgsanlagen. Beispiele in Brandenburg. Wasserwirtschaft/Wassertechnik, 1: 27–33.
- Królikowska K., Malinger A., Pasiok R. 2015. Zielona infrastruktura. Studium przypadku Domaszków-Tarchalice. Centrum Rozwiązań Systemowych, Wrocław, dostęp 30.01.2020
[https://crs.org.pl/wp-content/uploads/2016/06/tarchalice_raport.pdf].
- Kruk-Dowgiałło L., Brzeska P., Błęńska M., Opióła R., Kuliński M., Osowiecki A. 2009. Czy ochrona brzegów niszczy siedliska denne? Studium przypadku – progi podwodne w Gdyni Orłowie. [w:] Monografie PAN Nr 60. Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej, Vol. 3. Lublin 2009: 125–136.
- Krzysztofiak L., Krzysztofiak A. (red.) 2015. Zwalczanie inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia - dobre i złe doświadczenia. Stowarzyszenie "Człowiek i Przyroda", Krzywe, 303 str.; dostęp 30.01.2020 [http://czlowiekiprzyroda.eu/wp-content/uploads/2017/07/zwalczanie_inwazyjnych.pdf]
- Kujawa A., Kujawa K. (red.) 2019. Zadrzewienia na obszarach wiejskich – dobre praktyki i rekomendacje, Fundacja Ekorozwoju.
- Kujawa K., Orczewska A., Kras M., Kujawa A., Nyka M., Bohdan A. 2017. Znaczenie drzew i krzewów na terenach nieleśnych. Czy wolno nam liberalizować zasady wycinki drzew i krzewów? Raport techniczny. Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego, Poznań.
- Kukuła K., Bylak A., Kukuła E., Wojton A. 2008. Wpływ bobra europejskiego *Castor fiber* L. na faunę potoku górskiego. Roczniki Bieszczadzkie 16: 375–388.
- KZGW 2019. Projekt Przeglądu istotnych problemów gospodarki wodnej. PGW WP, Warszawa.
- Łabuz T. 2013. Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowisko przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. Raport WWF, Warszawa.
- Łabuz T. 2018. Erozja wydm na mierzejach Zatoki Koszalińskiej jako efekt ponadprzeciętnych zdarzeń sztormowych Barbara i Axel z przełomu 2016 i 2017 r. Przegląd Geograficzny 90, 3: 435–477.
- Larinier M. 2007. Fish lifts and fish locks: the French experience. International Fish Passage Conference – Salmon and regulated rivers, 3–4 May, 2007.
- Larinier M., Travade F., Porcher J.P. 2002. Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. Bull. Fr. Peche Piscic, 364, s. 208.
- Łaskawiec E. 2015. The role of biogeochemical barriers in protecting aquatic ecosystems against pollution in agricultural environment, Folia Biologica et Oecologica 11: 9–15.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Makles M., Pawlaczyk P., Stańko R. 2014. Podręcznik najlepszych praktyk ochrony mokradeł, Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, Warszawa.
- Makomaska-Juchiewicz M., Baran P. 2012. Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny. Część trzecia. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Manzano C. 2013. The Danube - Integrated Development and River Restoration. European Centre of River Restoration, Vienna. Dostęp 31.01.2020
[<http://www.ecrr.org/Portals/27/Carl%20Manzano.pdf>]
- Martin-Lopez B., E. Gomez-Baggethun M., Garcia-Llorente, Montes C. 2014. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. *Ecological Indicators* 37: 220–228.
- Martinez M.L., Lopez-Barrera, F. 2008. Special issue: Restoring and designing ecosystems for a crowded planet. *Ecoscience* 15: 1–5.
- Mayer P. M., Reynolds S. K., Canfield T. J. Jr 2005. Riparian Buffer Width, Vegetative Cover, and Nitrogen Removal Effectiveness: a Review of Current Science and Regulations. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development National Risk Management Research Laboratory. Dostęp 30.01.2020
[<https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-02/documents/riparian-buffer-width-2005.pdf>]
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and human well-being. Wetlands and water synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington, DC: World Resources Institute.
- Mikołajczyk T., Nawrocki P. 2018. Zbiornik zaporowy jako bariera behawioralna i migracyjna dla ryb wędrownych. *Komunikaty Rybackie* 5: 8-10.
- Mikołajczyk T., Nawrocki P. 2019a. Przegląd doświadczeń związanych z rozbiórką zapór wodnych na świecie oraz z usuwaniem i utylizacją osadów zgromadzonych w czasach likwidowanych zbiorników zaporowych. Artykuł dyskusyjny. Część I i II. *Gospodarka wodna* 1: 13-17, 2: 9-13.
- Mikołajczyk T., Nawrocki P. 2019b. Gospodarka leśna a występowanie zawiesin w wodach rzek i potoków i ich oddziaływanie na ichtiofaunę i ekosystemy rzeczne. *Leśne Prace Badawcze* 80, 4: 269-276.
- Mikołajczyk T., Skowronek D., Mikołajczyk Ł. 2019. Ekspertyza ichtiologiczna dotycząca oceny aktualnego stanu ichtiofauny rzeki Bóbr na odcinku pomiędzy m. Bobrów a m. Wojanów na podstawie II tury badań monitoringowych przeprowadzonych w dniach 22 – 23 sierpnia 2019. Fundacja WWF Polska, Warszawa.
- Mikuś P., Wyźga B., Walusiak E., Radecki-Pawlik A., Liro M., Hajdukiewicz H., Zawiejska J. 2019. Island development in a mountain river subjected to passive restoration: The Raba River, Polish Carpathians. *Science of The Total Environment*, 660, 406–420.
- Ministerstwo Środowiska 2018. Katalog dobrych praktyk w zakresie robót hydrotechnicznych i prac utrzymaniowych wraz z ustaleniem zasad ich wdrażania. Oprac. Biedroń I, Dubel A., Grygoruk M., Pawlaczyk P., Prus P., Wybraniec K. MGGP Kraków. Dostęp 26.01.2020
[<https://www.gov.pl/web/klimat/katalog-dobrych-praktyk-w-zakresie-robot-hydrotechnicznych>].

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Mioduszewski W., Okruszko T. 2015. Natural small water retention measures – combining drought mitigation, flood protection and biodiversity conservation – guidelines, Global Water Partnership Central and Eastern Europe.
- Mitsch W.J. 2014. When will ecologists learn engineering and engineers learn ecology? *Ecol. Engin.* 65: 9-14.
- Mueller J.E. 1968. An introduction to the hydraulic and topographic sinuosity indexes 1, *Annals of the Association of American Geographers* 58, 2: 371-385.
- Naiman, R. J. 2013. Socio-ecological complexity and the restoration of river ecosystems. *Inland Waters* 3, 391–410.
- Nawrocki P. (red.). 2016. Przepławki dla ryb – projektowanie, wymiary i monitoring. Tłumaczenie i polska adaptacja publikacji Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau 1996 Fischeaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, na podstawie tłumaczenia angielskiego FAO 2002 Fish passes – design, dimensions and monitoring. Fundacja WWF Polska, Warszawa. Dostęp 26.01.2020 [<https://api.ngo.pl/media/get/92365>]
- Nawrocki P. 2017. Utrzymanie czynne i bierne - potrzeba nowego podejścia do zarządzania rzekami w krajobrazie rolniczym. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie* 2017, 3: 108-111.
- Nielsen-Pincus M. Moseley C. 2013. The economic and employment impacts of forest and watershed restoration. *Restor. Ecol.* 21: 207–214.
- Nieznański P., Wyżga B., Obrdlik P. 2008. Korytarz swobodnej migracji rzeki – koncepcja i jej wdrażanie w czesko-polskim, granicznym odcinku Odry. W: Wyżga B. (red.). Stan środowiska rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy – wybrane aspekty. Instytut Ochrony Przyrody PAN, s. 135-144.
- Obolewski K. (red.) 2009. Krótkoterminowe ekologiczne efekty renaturyzacji małych rzek nizinnych na przykładzie rzeki Kwaczy. Park Krajobrazowy „Dolina Słupi” i Akademia Pomorska w Słupsku.
- Obolewski K., Glińska-Lewczuk K., Bąkowska M. 2018. From isolation to connectivity: the effect of floodplain lake restoration on sediments as habitats for macroinvertebrate communities. *Aquatic Sciences* 80, 4.
- Obolewski K., Glińska-Lewczuk K., Ożgo M., Astel A. 2016. Connectivity restoration of floodplain lakes: an assessment based on macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia* 774:23–37.
- Obolewski K., Osadowski Z., Miler M. 2009. Sposoby renaturyzacji małych cieków na przykładzie rzeki Kwaczy (dolina Słupi). *Nauka, Przyroda, Technologie* 3, 3: 1-11.
- Obolewski K., Miller M., Gardzielewski A. 2010. Projekt renaturyzacji starorzeczy na przykładzie doliny rzeki Słupi. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2010, 9: 29-40.
- Ostendorp W., Iseli C., Krauss M., Krumscheid-Plankert P., Moret J-L., Rollier M., Schanz F. 1995. Lake shore deterioration, reed management and bank restoration in some Central European lakes, *Ecological Engineering* 5: 51-75.
- Palmer M.A., Bernhardt E.S., Allan J.D., Lake P.S., Alexander G., Brooks S., Carr J., Clayton S., Dahm C., Follstad Shah J., Galat D.J., Gloss S., Goodwin P., Hart D.H., Hassett B., Jenkinson R., Kondolf G.M., Lave R., Meyer J.L., O'Donnell T.K., Pagano L., Srivastava P., Sudduth E. 2005. Standards for ecologically successful river restoration. *J. Appl. Ecol* 42: 208–217.
- Palmer M.A., Bernhardt, E.S., Allan, J.D., Lake, P.S., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C., Follstad Shah, J., Galat, D.J., Gloss, S., Goodwin, P., Hart, D.H., Hassett, B., Jenkinson, R., Kondolf, G.M., Lave, R., Meyer, J.L., O'Donnell, T.K., Pagano, L., Srivastava, P., Sudduth, E.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

2005. Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology* 42, 208–217.
- Panasiuk D., Miłaszewski R. 2015. Koszty środowiskowe różnych wariantów eksploatacji suchego zbiornika Racibórz Dolny. *Gospodarka Wodna* 1/2015: 9-12.
- Patten D. T., Harpman D. A., Voita M. I., Randle T. J. 2001. A Managed Flood on the Colorado River: Background, Objectives, Design, and Implementation. *Ecological Applications*, 11, 3: 635-643.
- Pawlaczyk P. 2017a. Ekologiczne problemy ochrony rzek w polskich obszarach Natura 2000. *Przegląd Przyrodniczy* 28, 4: 16-50. Dostęp 25.01.2020 [http://www.kp.org.pl/pp/pdf2/PP_nr%204-2017_Pawlaczyk_1.pdf].
- Pawlaczyk P. 2017b. Martwe drewno jako element ekosystemu rzeczno. *Przegląd Przyrodniczy* 28, 4: 62-92. Dostęp 25.01.2020 [http://www.kp.org.pl/pp/pdf2/PP_nr%204-2017_Pawlaczyk_2.pdf].
- Pawlaczyk P., Jermaczek A. 2008. *Poradnik lokalnej ochrony przyrody*, Wydawnictwo Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Pawlaczyk P., Bociąg K., Cieśliński R., Chlost I., Gos K., Stańko R. 2020. Słowińskie torfowiska w ochronie klimatu. Jak ochrona przyrody w Słowińskim Parku Narodowym może przyczynić się do łagodzenia zmian klimatycznych. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- Pfadenhauer J., Grootjans A. 1999. Wetland restoration in Central Europe: aims and methods, *Applied Vegetation Science* 2,1: 95-106.
- Piégay H, Darby SE, Mosselman E, Surian N. 2005. a review of techniques available for delimiting the erodible river corridor: a sustainable approach to managing bank erosion. *River Research and Applications* 21: 773-789.
- Pietruczuk K., Szoszkiewicz K., Jusik Sz. 2019a. Ocena stanu hydromorfologicznego oraz ekologicznego rzeki Bóbr w km 222+517 ÷ 227+385 (m. Wojanów i Bobrów). Fundacja WWF Polska, Warszawa.
- Pietruczuk K., Szoszkiewicz K., Jusik Sz. 2019b. Ocena stanu hydromorfologicznego rzeki Bóbr w oparciu o Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny w km 222+517 ÷ 227+385 (m. Wojanów i Bobrów). Fundacja WWF Polska, Warszawa.
- Pietruczuk K., Szoszkiewicz K., Jusik Sz. 2019c. Ocena botaniczna bystrzy w rzece Bóbr na odcinku Trzcińsko-Bobrowo-Wojanów-Łomnica w sezonie wegetacyjnym 2019. Fundacja WWF Polska, Warszawa.
- Plesiński K. K., Radecki-Pawlik A., Bień M. M., Suder K. 2019. Damaged drop hydraulic structure as an example of natural renaturalisation process of river: the Dobrzyca river, north west Poland. *Acta Sci. Pol. Formatio Circumiectus* 18, 3, 71-84.
- Polska Zielona Sieć 2006. *Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik*, Polska Zielona Sieć, Wrocław–Kraków.
- Prus P., Pchałek M. 2019. Prace modernizacyjne na Odrze granicznej - Program środków minimalizujących i kompensujących oddziaływanie na biologiczne elementy stanu wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej. Część II: Program środków minimalizujących i kompensujących oddziaływanie na elementy biologiczne stanu wód. *Gospodarka Wodna* 2019, 8: 19-26.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Prus P., Popek Z., Pawlaczyk P. 2018. Dobre praktyki utrzymywania rzek. Wyd. 2. WWF Polska. Dostęp 25.01.2020 [https://straznicy.wwf.pl/wp-content/uploads/2018/10/Dobre_praktyki_utrzymania_rzek_wyd_II.pdf].
- Prus P., Szlakowski J., Buras P., Ligieża J., Wiśniewolski W., Borzęcka I. 2011. Ichtyofauna s. 99–116. W: Ocena stanu ekologicznego wód zlewni rzeki Wel (red. H. Soszka). Wydawnictwo IRS, Olsztyn.
- Prus P., Wiśniewolski W. (red.) 2013. Monitoring ichtyofauny w rzekach. Przewodnik metodyczny. Biblioteka Monitoringu Środowiska – GIOŚ.
- Rada Ministrów 2013. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. Dostęp 31.01.2020 [<https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/strategiczny-plan-adaptacji-2020/>]
- Radecki-Pawlik A. 2010. O niektórych bliskich naturze rozwiązaniach utrzymania koryt rzek i potoków górskich. Gospodarka Wodna 2010, 2: 78-85.
- Radomski P., Goeman T.J. 2001. Consequences of human lakeshore development on emergent and floating-leaf vegetation abundance, North American Journal of Fishery Management 21: 46-61.
- Radtke G. 1994. Renaturyzacja rzeki Trzebiochy jako jeden z elementów ochrony troci z jeziora Wdzydze. Komunikaty Rybackie IRŚ 1:22-23.
- RECONNECT 2020. European reference framework on Nature-Based Solutions (NBS) for hydro-meteorological risk reduction by demonstrating, referencing, upscaling and exploiting large-scale NBS in rural and natural areas. Dostęp 22.02.2020 [<http://www.reconnect.eu/>].
- REFORM 2015. Guidance and tools for hydromorphological assessment and physical restoration of rivers and streams in Europe. Dostęp 5.01.2020 [<http://wiki.reformrivers.eu/>].
- REURIS 2011. Rzeki w miastach – Przestrzenie pełne życia. Podręcznik. Zespół Projektowy REURIS; Urząd Miasta Stuttgart & Uniwersytet w Lipsku. Dostęp 31.01.2020 [https://www.gig.eu/sites/default/files/attachments/projekty/reuris_podrecznik_act.pdf]
- River Restoration Centre 2013. The Manual of River Restoration Techniques. Dostęp 30.01.2020 [<http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques>].
- Roni B., Beechie T. (eds.). 2012. Stream and Watershed Restoration, a Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Willey-Blackwell: Hoboken, USA. s. 332.
- Rozhkova-Timina I.O., Popkov V.K., Mitchell P.J., Kirpotin S. 2018. Beavers as ecosystem engineers – a review of their positive and negative effects, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 201 012015.
- Sass G.G., Kitchell J.F., Carpenter S.R., Hrabik T.R., Marburg A.E., Turner M.G. 2006. Fish community and food web responses to a whole-lake removal of coarse woody habitat, Fisheries 31: 321-330.
- Schenider K. 2004. European lake shores in danger – concepts for a sustainable development, Limnologica 34: 3-14.
- Schoor M. M., Liefveld W. M., van Rheede H., Sieben A., Duijn P. P., Klink A., Dionisio Pires L. M., Blaauwendraat W. 2015. Reintroduction of large wood in navigable rivers: a pilot study to stimulate biodiversity within safety constraints. In: Picco L., Lenzi M.A., Bertoldi W., Comiti F., Rigon E., Tonon A., García-Rama A., Ravazzolo D., Rainato R. (ed.) Wood in World Rivers -

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Proceedings of the Third International Conference, 264 s., dostęp 31.01.2020
[<http://intra.tesaf.unipd.it/cms/wwr3/>].

Sebetich M.J., Ferriero N. 1997. Lake restoration by sediment dredging, Verh. Internat.Verein. Limnol. 26: 776-781.

Skrzypczak A., Furgała-Selezniow G., Koszałka J., Goździejewska A., Mamcarz A. 2010. Rewitalizacja rzeki Nidy (Górnej Wkry) w powiecie nidzickim. Raport z realizacji zadania naukowo-technicznego w 2009 r. Katedra Rybactwa Jeziorowego i Rzecznego, Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa, UW-M w Olsztynie.

Skrzypczak A., Furgała-Selezniow G., Koszałka J., Goździejewska A., Mamcarz A. 2011. Rewitalizacja rzeki Nidy (Górnej Wkry) w powiecie nidzickim. Raport z realizacji zadania naukowo-technicznego w 2010 r. Katedra Rybactwa Jeziorowego i Rzecznego, Wydział Ochrony Środowiska i Rybactwa, UW-M w Olsztynie.

Skrzypczak A., Furgała-Selezniow G., Mamcarz A., Goździejewska A., Gierej A. 2011. The ichthyofauna of the regulated section of the Nida river (the upper Wkra) in the commune of Nidzica. Polish Journal of Natural Sciences 26, 2: 139-150.

Strategia... 2019. Strategia wspólnego rozwiązywania istotnych problemów gospodarki wodnej na międzynarodowym obszarze dorzecza Odry. Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem. Wrocław. Dostęp 26.01.2020
[<http://mkoo.pl/show.php?fid=6542&lang=PL>].

Suding K.N. 2011. Toward an era of restoration in ecology: Successes, failures and opportunities ahead. Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst. 42: 456-487.

Susek P. 2015. Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych jeziornych na obszarze województwa lubuskiego badanych w 2014 r. z uwzględnieniem dziedziczenia ocen z lat 2010-2013. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze, Delegatura w Gorzowie Wielkopolskim. Dostęp 25.01.2020 [<http://www.zgora.pios.gov.pl/ocena-stanu-jednolitych-czesci-wod-powierzchniowych-jeziornych-na-obszarze-wojewodztwa-lubuskiego-badanych-w-2014-r-z-uwzlednieniem-dziedziczenia-ocen-z-lat-2010-2013/>]

Sych R. 1998. Program restytucji ryb wędrownych w Polsce - od genezy do początków realizacji. Idee Ekologiczne, 13, Seria szkice, 7: 71-86.

Szałkiewicz E., Jusik S., Grygoruk M. 2018. Status of and perspectives on river restoration in Europe: 310 000 EUROS per hectare of a restored river. Sustainability 10: 121.

Szklarek S., Zalewski M., Mankiewicz-Boczek J., Jurczak T., Wagner I., Bednarek A. 2018. Sekwencyjne systemy sedymentacyjno-biofiltracyjne do oczyszczania wód powierzchniowych w obszarach zurbanizowanych. Prezentacja na konferencji RevitaLife 2018, Szczecinek. Dostęp 22.02.2020 [<http://www.eco.szczecinek.pl/rl/szklarek.pdf>].

Szlakowski J., Wiśniewolski W., P. Buras P. 2004. Wskaźnik Integralności Biotycznej (IBI) jako narzędzie do waloryzacji rzek w oparciu o zespoły ichtiofauny. W: Bliskie Naturze Kształtowanie Dolin Rzecznych, (red. T. Heese, W. Puchalski). Monografia. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, s. 245-26.

Szoszkiewicz K., Jusik S., Adynkiewicz-Piragas M., Gebler D., Achtenberg K., Radecki-Pawlik A., Okruszko T., Giełczewski M., Pietruczuk K., Przesmycki M., Nawrocki P. 2017. Podręcznik oceny

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

wód płynących w oparciu o Hydromorfologiczny Indeks Rzeczny, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

- Szoszkiewicz K., Pietruczuk K., Kałuża T., Strzeński P. 2014. Możliwości i założenia renaturyzacji rzek Wełny i Flinty. W: Bator J., Gąbka M., Jakubas E. (red.). *Koncepcja lasu modelowego w zarządzaniu i ochronie różnorodności biologicznej rzek Wełny i Flinty (Wielkopolska)*. Bogucki Wyd. Naukowe Poznań, s. 127-139.
- Szyper H. 1983. Zagrożenie jezior przez turystykę i rekreację, *Biuletyn IKŚ*, 7–8, RX, Warszawa.
- Świergocka M., Połowski P. 1996. „Demelioracje” w zlewni rzek Wdy i Trzebiochy (Wdzydzki Park Krajobrazowy). *Przegląd Przyrodniczy* 7, 3-4: 199-206.
- Theuerkauf M., Timmermann T. 2006. *Anklammer Stadtbruch*. W: Theuerkauf M., Couwenberg J., Joosten H., Kreyer D., Tanneberger F. (red.): *New Nature in North-Eastern Germany. A field guide*. Institute of Botany and Landscape Ecology, University of Greifswald, Greifswald, s. 49-61
- The Woodland Trust 2016. *Keeping Rivers Cool: A Guidance Manual. Creating riparian shade for climate change adaptation*. Dostęp 21.02.2020 [<https://www.woodlandtrust.org.uk/media/1761/keeping-rivers-cool.pdf>]
- Tszydel M., Tończyk G. 2012. Bóbr – przyjaciel czy wróg? Naturalna mała retencja odpowiedzią na niekorzystny bilans wodny Polski, *Kosmos* 61, 2: 251-260. Dostęp 31.01.2020 [<http://kosmos.icm.edu.pl/PDF/2012/251.pdf>].
- Urtans A., Taube L. 2018. Initiative “Place a Stone in a Stream” as a Low Cost Method for Local Community Practical Involvement in River maintenance and “Saving the Baltic”. Dostęp 30.01.2020 [https://biosfarprogrammet.se/wp-content/uploads/BfB_North-Vidzeme.pdf]
- Vanderbosch D.A., Galatowitsch S.M. 2010. An assessment of urban lakeshore restoration in Minnesota, *Ecological Restoration* 28: 71-80.
- Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R., Cushing C.E. 1980. River continuum concept, *Canadian Journal Of Fisheries and Aquatic Sciences* 37, 1: 130-137.
- Vartia K., Beekman J., Alves M., van de Bund W., Bussettini M., Döbbelt-Grüne S., Halleraker J. H., Karottki I., Kling J., Wallentin J. 2018. WG ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for Heavily Modified Water Bodies, EUR 29132 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. Dostęp 31.01.2020 [doi:10.2760/444293].
- Vaughan I. P., Diamond M., Gurnell A. M., Hall K. A., Jenkins A., Milner N. J., Naylor L. A., Sear D. A., Woodward G., Ormerod S. J. 2009. Integrating ecology with hydromorphology: a priority for river science and management. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 19: 113–125.
- Vermaat J.E., Wagtendonk A.J., Brouwer R., Sheremet O., Ansink E., Brockhoff T., Plug M., Hellsten S., Aroviita J., Tylec L., Giełczewski M., Kohut L., Brabec K., Haverkamp J., Poppe M., Böck K., Coerssen M., Segersten J., Hering D. 2016. Assessing the societal benefits of river restoration using the ecosystem services approach. *Hydrobiologia* 769, 121–135.
- Warzocha J. 2004. Skaliste i kamieniste dno morskie (rafy). [in:] J. Herbich (ed.) *Siedliska morskie i przybrzeżne, nadmorskie i śródlądowe solniska i wydmy. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, vol. 1: 61–64.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

- Weidema I. 2006. Invasive Alien Species Fact Sheet – *Rosa rugosa*. Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. Dostęp 24.02.2020 [https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/r/rosa-rugosa/rosa_rugosa.pdf].
- Wiśniewolski W. 2002 Czynniki sprzyjające i szkodliwe dla rozwoju i utrzymania populacji ryb w wodach płynących. *Supplementa ad Acta Hydrobiologica*, 3: 1-28.
- Wiśniewolski W. 2003. Możliwości przeciwdziałania skutkom przegradzania rzek i odtwarzania szlaków migracji ryb. *Supplementa ad Acta Hydrobiologica* 6: 45–64.
- Wiśniewolski w., Engel J. (red.) 2006. Restoring migratory fish and connectivity of rivers in Poland. Wydawnictwo IRS, Olsztyn, s. 81.
- Woodford J.E., Meyer M.W. 2003. Impact of lakeshore development on Green Frog abundance. *Biological Conservation* 110: 277-284.
- Wulf R., Schaufuß D. 2013. Isar-Plan Munich. a New Lease of Life for the Isar River. Dostęp 31.01.2020 [<https://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/isar-plan-2013-water-management-plan-and-restoration-of-the-isar-river-munich-germany/11265923.pdf>]
- Wyźga B. 2007. Gruby rumosz drzewny: depozycja w rzece górskiej, postrzeganie i wykorzystanie do rewitalizacji cieków górskich. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Wyźga B., Kaczka R., Zawiejska J. 2003. Gruby rumosz drzewny w ciekach górskich - formy występowania, warunki depozycji i znaczenie środowiskowe. *Folia Geographica, Ser. Geographica Physica*, 33-34: 117-142.
- WWF 2013. Przykłady dobrych praktyk godzenia ochrony brzegów ochrony przyrody na świecie. Broszura. Oprac. T. Łabuz, Warszawa.
- Xu F-L., Tao S., Xu Z-R. 1999. The restoration of riparian wetlands and macrophytes in Lake Chao, an eutrophic Chinese lake: possibilities and effects, *Hydrobiologia* 405: 169-178.
- Yang Z., Sobociński K.L., Heatwole D., Khangaonkar T., Thom R., Fuller R. 2010. Hydrodynamic and ecological assessment of nearshore restoration: a modeling study. *Ecological Modelling* 221 (2010) 1043–1053.
- Ye C., Li C-H., Yu H-C., Song X-F., Zou G-Y., Liu J. 2011. Study on ecological restoration in near-shore zone of eutrophic lake, Wuli Bay, Taihu Lake, *Ecological Engineering* 37: 1434-1437.
- Zawora T., Ziernicka A. 2003. Precipitation variability in time in Poland in the light of multi-annual mean values (1891–2000). *Studia Geograficzne. Nr 75. Acta Universitatis Wratislaviensis. Vol. 2542 s. 123–128.*
- Zelenakova M., Diaconu D.C., Haarstad K. 2017. Urban Water Retention Measures, *Procedia Engineering* 190: 417-426.
- Zielona Akcja 2013. Mała retencja na obszarach wiejskich. Legnica. Dostęp 31.01.2020 [http://www.malaretencja.pl/images/platforma_ed/lekcje/Maa_retencja.pdf].
- Zelazo J. 2006. Renaturyzacja rzek i dolin. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich* 4, 1: 11-31.
- Żelazo J., Popek Z. 2014. Podstawy renaturyzacji rzek. Wyd. II poprawione i uzupełnione. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
- Żelazo J., Popek Z., Wasilewicz M. 2004. Możliwości renaturyzacji układu poziomego rzek. W: *Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych*, red. T. Heese, W. Puchalski, Koszalin, s. 31-42.

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Spis rysunków

Rysunek 1. Schematyczne podejście do renaturyzacji ekosystemów wodnych obrazujące ideę krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych oraz niniejszego podręcznika.	8
Rysunek 2. Proces planowania i prowadzenia renaturyzacji ekosystemów wodnych.	10
Rysunek 3. Miejsce renaturyzacji wód w zintegrowanym zarządzaniu wodami z punktu widzenia środowiska.	14
Rysunek 4. Schemat ustalania liczby terenowych odcinków badawczych w obrębie JCWP.	24
Rysunek 5. Schemat rozmieszczenia profili kontrolnych (PK) w obrębie odcinka badawczego – rzut pionowy.	25
Rysunek 6. Wymiary transektów w profilu kontrolnym – rzut pionowy.	25
Rysunek 7. Wymiary transektów w profilu kontrolnym – przekrój poprzeczny.	26
Rysunek 8. Przykład usunięcia opaski brzegowej na żeglownym Dunaju między Wiedniem a Bratysławą.	34
Rysunek 9. Propozycje kształtowania koryta Odry.	36
Rysunek 10. Nawet na wąsko obwałowanej rzece miejskiej istnieje pewien potencjał umożliwiający częściowe odzyskanie krętości koryta i naturalnych elementów brzegu.	38
Rysunek 11. Model wzorcowy prezentujący schematyczną zależność pomiędzy występowaniem poszczególnych fitocenoz (o danym składzie gatunkowym) a warunkami siedliskowymi ekosystemów od wód zależnych (odległością od koryta aktywnego rzeki – zasięgiem innundacji.	43
Rysunek 12. Poldery w systemie kaskadowym w układzie szeregowym.	45
Rysunek 13. Poldery w systemie kaskadowym w układzie równoległym.	45
Rysunek 14. Polder Domaszków-Tarchalice.	47
Rysunek 15. Widok i przekrój rzeki Bóbr k. Wojanowa.	49
Rysunek 16. Zagrożenie suszą atmosferyczną (klasy).	54
Rysunek 17. Zasięg suszy rolniczej w latach 2015-2019.	55
Rysunek 18. Klasy zagrożenia suszą rolniczą.	56
Rysunek 19. Klasy zagrożenia suszą hydrologiczną.	57
Rysunek 20. Klasy zagrożenia suszą hydrogeologiczną.	58
Rysunek 21. Stobrawa - Przykład presji istotnie wpływającej na utratę retencji naturalnej w strefie międzywala, odkłady z odmulan na brzegach.	63
Rysunek 22. Stobrawa - Schemat rozwiązań renaturyzacyjnych przywracających kontakt cieku z doliną.	64
Rysunek 23. Przekształcenia doliny Redy.	66
Rysunek 24. Schemat rozwiązań renaturyzacyjnych dla Redy.	67
Rysunek 25. Koncepcja renaturyzacji Ślęzy.	69
Rysunek 26. Czynniki warunkujące wrażliwość ekosystemów wodnych na zmiany klimatu.	73
Rysunek 27. Zacieniony element w korycie meandrowym oznacza odsypy brzegowe.	75
Rysunek 28. Wielonurtowe typy koryt. Zacieniono elementy oznaczają: odsypy śródkorytowe w korycie roztokowym, wyspy w korycie anastomozującym oraz aluwialną równinę deltową w ujściu deltowym.	75
Rysunek 29. Typy morfologiczne koryt rzek i potoków górskich.	80
Rysunek 30. Profil podłużny koryta kaskadowego oraz typu próg-kocioł w potoku górskim.	80
Rysunek 31. Rzut pionowy meandrującego koryta rzeki o spadku podłużnym >1‰ z wykształconą sekwencją bystrze-płoso.	81
Rysunek 32. Przekroje poprzeczne koryta w miejscach płosa (AA) oraz bystrza (BB).	82
Rysunek 33. Profil podłużny koryta rzeki z wykształconą sekwencją bystrze-płoso.	82
Rysunek 34. J. Chełmoński – Wiosna (1902).	88
Rysunek 35. Ważne elementy rzeki z obrazu J. Chełmońskiego – Wiosna.	88
Rysunek 36. Cechy naturalnych hydromorfologiczne koryt rzecznych.	89
Rysunek 37. Cechy przekształconych hydromorfologiczne koryt rzecznych.	90

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Rysunek 38. Inicjacja krętości nurtu poprzez określony sposób wykoszenia i uzupełniania roślinności wodnej..	103
Rysunek 39. Stymulacja krętości i urozmaicenia koryta za pomocą zróżnicowanego wykaszania i usuwania roślin, w tym usuwania drzew i krzewów, z dna oraz brzegów śródlądowych wód powierzchniowych.	106
Rysunek 40. Znaczenie martwych drzew powalonych w nurt rzeki dla zróżnicowania głębokości koryta i jego roślinności. Rzeka Drawa.	109
Rysunek 41. Przykład zabudowy wyrwy w brzegu, która nie może być pozostawiona, za pomocą karp drzew...	117
Rysunek 42. Stymulacja rozwoju krętości koryta (pierwotnie uproszczonego) przez odpowiednie usuwanie namulów	119
Rysunek 43. Schemat mozaikowego nasadzenia drzew wzdłuż ciek.	125
Rysunek 44. Schemat lokalizacji nasadzeń w zależności od orientacji ciek.	126
Rysunek 45. Instrukcja z łotewskiej ulotki „Włóż kamień do rzeki”, adresowanej do wolontariuszy.	131
Rysunek 46. Drzewa nadbrzeżne ścięte w nurt rzeki i pozostawione jako deflektory inicjujące zwiększenie krętości nurtu i zróżnicowanie morfologii koryta. Jedno z pierwszych europejskich przedsięwzięć tego typu zrealizowane w Polsce, na rzece Trzebiecha.	135
Rysunek 47. Przykład inicjacji erozji bocznej i meandryzacji ciek.	137
Rysunek 48. Przykład odtworzenia historycznego koryta – schemat ideowy.	139
Rysunek 49. Starorzecze włączone w strefę przepływu wód wysokich – schemat ideowy.	143
Rysunek 50. „Śpiące” umocnienia brzegowe rzeki Izary w Monachium	149
Rysunek 51. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem kaszyc.	151
Rysunek 52. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem karp.	151
Rysunek 53. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem płotków wierzbowych.	152
Rysunek 54. Umocnienie brzegów z wykorzystaniem brzegosłonu krzyżowego.	153
Rysunek 55. Tama szkieletowa z chrustem i sadzonkami wierzbowymi – możliwa do zastosowania jako budowla kierująca nurt.	157
Rysunek 56. Idea usunięcia nasypów z dawnego składowania osadów.	161
Rysunek 57. Sposób przebudowy stopni betonowych:	162
Rysunek 58. Przekształcenie jazu w pochylnię denną o szorstkim dnie.	166
Rysunek 59. Rozwiązania zastosowane na polderze zalewowym rzeki Cerekwianki w ramach przedsięwzięcia „Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia.	175
Rysunek 60. Przykład konstrukcji strefy sedymentacyjnej.	197
Rysunek 61. Przykład jeziora Jeleń, gdzie w 1992 r. wyznaczono obszar ochrony jeziora.	211
Rysunek 62. Występowanie roślinności podwodnej w wewnętrznej Zatoce Puckiej (2007-2009 r.)	244
Rysunek 63. Przykład propozycji zlikwidowania -kreska czerwona i zbudowania nowych wałów – kreska niebieska w rejonie mierzei jez. Kopań na styku polskich wód przybrzeżnych Basenu Bornholmskiego i jez. Kopań.	252
Rysunek 64. Renaturyzacja dawnego polderu Karrenderfer Wiese na brzegu Bałtyku w Meklenburgii przez zmianę przebiegu wału przeciwpowodziowego.	253
Rysunek 65. Lokalizacja kluczowych miejsc programu SIGMA w ujściu Skaldy.	256
Rysunek 66. Algorytm planowania działań renaturyzacyjnych.	263
Rysunek 67. Przykładowe presje hydromorfologiczne na rzekach, sugerujące potrzebę renaturyzacji.	266
Rysunek 68. Różne role społeczne, w jakich ten sam człowiek może występować względem ekosystemu wodnego.	282
Rysunek 69. Algorytm wspomagający przyjęcie odpowiedniej strategii renaturyzacji.	294

Spis fotografii

Fotografia 1. Przykłady ekosystemów o różnym stopniu przekształcenia, wymagających podjęcia zróżnicowanych działań renaturyzacyjnych.....	9
Fotografia 2. Siedliska zastępcze wykształcone w polach międzyostrogowych odznaczają się dużą zmiennością warunków hydromorfologicznych, dużym potencjałem przyrodniczym i decydują o różnorodności biologicznej w korycie (Odra Brzeg Dolny-Ujście Nysy Łużyckiej).....	35
Fotografia 3. Zrenaturyzowana rzeka Isar w centrum Monachium.....	37
Fotografia 4. Sztuczne bystrze wykonane w okolicy Wojanowa.....	49
Fotografia 5. Dolina Łachy.....	60
Fotografia 6. Stobrawa (miejscowość Stara Kolnia).....	62
Fotografia 7. Melioracje mokradeł, ujście Redy do Zalewu Puckiego w sąsiedztwie rezerwatu Beka - rów melioracyjny odwadniający mokradła.....	65
Fotografia 8. Reda – strefa ujściowa.....	65
Fotografia 9. Jaz na rzece Ślęza we Wrocławiu.....	68
Fotografia 10. Zakola są typowym elementem koryt meandrowych.....	77
Fotografia 11. Żwirowy odsyp brzegowy.....	83
Fotografia 12. Wyspa otoczona przez piaszczyste odsypy śródkorytowe.....	83
Fotografia 13. Wyrwy wyerodowane przez płynącą wodę w brzegach (podcięcia brzegowe) to ważne źródło rumowiska rzeczno-ego oraz specyficzne mikrosiedliska dla organizmów.....	84
Fotografia 14. Rumosz drzewny w naturalnej rzece – ważny element jej ekosystemu.....	85
Fotografia 15. Naturalne cechy hydromorfologiczne rzek wynikające z obecności drzew w strefie przybrzeżnej.....	86
Fotografia 16. Rzeka Płociczna w Drawieńskim Parku Narodowym – zupełnie unaturalniona po kilkudziesięciu latach biernej ochrony.....	100
Fotografia 17. Mokradłowa strefa buforowa na brzegu ciek, do wyłączenia z wykaszania.....	102
Fotografia 18. Pozostawienie zadrzewień w strefie przybrzeżnej skutecznie redukuje nadmierny rozwój makrofitów w korycie, tym samym zmniejszając potrzebę wykaszania roślinności.....	107
Fotografia 19. Martwe drzewo – kluczowy element ekologii ekosystemu rzeczno-ego, jeśli to tylko możliwe, nie powinien być usuwany. Renaturyzacja powinna polegać na otworzeniu się zasobów takich drzew.....	110
Fotografia 20. Zrenaturyzowana rzeka – zasoby martwych drzew odtworzone wskutek konsekwentnego ich nieusuwania. Brda w Borach Tucholskich.....	110
Fotografia 21. Przed ryzykiem zatykania przepustów przez znoszone przez wodę martwe fragmenty drzew można się zabezpieczyć – łapacz rumoszu drzewnego w Lesie Bregenckim w Austrii.....	111
Fotografia 22. Przykłady odpadów podlegających usuwaniu w ramach działania U6.....	112
Fotografia 23. Podniesienie i odtworzenie korony bystrza przez wprowadzenie kamieni – wywołało samorzutne zasypanie przez rzekę wyrwy w dnie, podmywającej stopień położony powyżej. Projekt „Tarliska Górnej Raby”.....	114
Fotografia 24. Wyrwa w krajobrazie leśnym, której należy pozwolić się spontanicznie rozwijać. Rzeka Korytnica.....	116
Fotografia 25. Wyrwy wyerodowane w brzegach to ważne źródło rumowiska rzeczno-ego, dlatego powinny być pozostawione tam, gdzie jest to możliwe.....	117
Fotografia 26. Przywrócenie naturalnej dynamiki rzeki Lech na odcinku Stanzach-Vorderhornbach.....	121
Fotografia 27. Nasadzenia wierzb nad rzeką Odelouca (Portugalia).....	128
Fotografia 28. Kamienne wyspy na podkładzie faszynowym wprowadzone w rzekę Kwacza, Park Krajobrazowy Doliny Słupi.....	131
Fotografia 29. Bystrza żwirowo-kamienne uformowane na rzece Bóbr w Wojanowie.....	133
Fotografia 30. Naturalne deflektory wykonane z gałęzi olszyny i wikliny.....	135

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Fotografia 31. Utworzenie nowego meandrującego koryta rzeki Fyleån (Szwecja)	139
Fotografia 32. Zrenaturyzowane koryto Narewki w Białowieży. Zdjęcia satelitarne z 2014 i 2018r.	140
Fotografia 33. Obniżenie tego fragmentu terenu przyczyniłoby się do renaturyzacji rzeki i poprawiłoby bezpieczeństwo powodziowe.	142
Fotografia 34. Przywrócenie połączenia pomiędzy korytem rzeki Emajõgi i starorzeczami (Estonia).....	144
Fotografia 35. Usuwanie umocnień wzdłuż rzeki Lech (Austria) na odcinku Stanzach-Vorderhornbach.....	147
Fotografia 36. Przykłady przyjaznych naturze umocnień biologicznych i biotechnicznych.....	154
Fotografia 37. Renaturyzacja cieku Rottal Burn (Szkocja).	155
Fotografia 38. Zabudowa ostrogami drewniano-kamiennymi koryta potoku górskiego.	158
Fotografia 39. Odsunięcie wałów przeciwpowodziowych rzeki Łaby w okolicach Lenzen (Niemcy).....	160
Fotografia 40. Renaturalizacja potoku poprzez przebudowę stopni betonowych zniszczonych podczas powodzi.	163
Fotografia 41. Miejsce po zlikwidowanych ruinach piętrzenia na Drawie w Złocieńcu. Rampa kamienna wykonana w technologii „grouted rock” – mozaiki kamieni ułożonej na betonie.....	167
Fotografia 42. Miejsce po usuniętej zaporze Sindi Dam na rzece Parnawa w Estonii.	167
Fotografia 43. Przeławka naturopodobna – obejście naśladowujące naturalny potok przy młynie w Głębocku na Drawie.	168
Fotografia 44. Nowo zbudowana w 2019 r. (w miejsce starej, niesprawnej) przeławka przy elektrowni Kamienna na Drawie.	168
Fotografia 45. Przebudowany przepust na górskim potoku, z naturalnym kamienistym dnem.....	170
Fotografia 46. Przepust nie zwężający przekroju hydraulicznego koryta i tym samym nie powodujący wzrostu prędkości przepływu wody wewnątrz budowli, z naturalnym, nieumocnionym dnem oraz ścieżkami umożliwiającymi przemieszczanie drobnych zwierząt lądowych.....	170
Fotografia 47. Przykład niewielkiego mokradła utworzonego wśród gruntów rolnych w celu wychwytywania biogenów – w ramach projektu renaturyzacji Tullstorpsån	173
Fotografia 48. Przykład fragmentu linii brzegowej, wymagającego zaniechania wykaszania roślin strefy szuwarowej.	186
Fotografia 49. Drzewa stabilizujące brzeg jeziora, chroniące przed abrazyjnym działaniem fal oraz stwarzające siedliska bytowania fauny bezkręgowców.	189
Fotografia 50. Mozaika siedlisk wzdłuż linii brzegowej jeziora, obejmująca strefę litoralu, zakrzewienia i zadrzewienia.	190
Fotografia 52. Rumosz drzewny na w strefie brzegowej jezior, związany z bytowaniem bobrów na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego.....	191
Fotografia 52. Liczne pomosty wędkarskie zlokalizowane na krótkim odcinku linii brzegowej jeziora, sprzyjające niszczeniu strefy roślinności w litoralu.	192
Fotografia 53. Pogłębiarka ssąco-refulująca przeznaczona od usuwania osadów z dna jezior, umożliwiająca przesyłanie urobku rurociągiem na poletka osadowe.....	194
Fotografia 54. Żeremie bobrowe na wodach stojących.	195
Fotografia 55. System sedymentacyjno-biofiltracyjny na Strudze Gnieźnieńskiej, przed jej ujściem do jeziora Jelonek w Gnieźnie.	198
Fotografia 56. Nieprawidłowe zakładanie plaży na grząskim brzegu, poprzez zasypywanie piaskiem.	201
Fotografia 57. Fragment brzegu jeziora umocnionego kioską faszynową.	203
Fotografia 59. Strefa ujściowa rzeki Białej z jeziora Ławiczka przed (po lewej) i w trakcie (po prawej) renaturyzacji polegającej na usunięciu umocnień wykonanych z betonu.	204
Fotografia 59. Nieczynna zastawka na wypływie z jeziora.	206
Fotografia 60. Bystrze w ciągu rzeki Cybiny w Poznaniu.	207
Fotografia 61. Widok na jezioro Rogoźno z przeławką po lewej stronie jazu piętrzącego.....	208
Fotografia 62. Przykład zniszczonego pomostu rekreacyjnego wymagającego likwidacji.	209

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Fotografia 63. Wymagające usunięcia pale pozostałe w strefie brzegowej po zniszczonym pomoście.....	209
Fotografia 64. Widok na teren bagienny (oles) znajdujący się nad brzegiem jeziora, podtopiony wiosną w czasie wysokiego stanu wody w jeziorze.....	212
Fotografia 65. Poletka filtracyjne doczyszczające ścieki ze Sławy.....	215
Fotografia 66. Obszar podmokły w sąsiedztwie jeziora.....	216
Fotografia 67. Zdegradowana strefa ochronna jeziora, pozbawiona roślinności i podatna na proces erozji, w wyniku spływu powierzchniowego.....	217
Fotografia 68. Brzeg morski z wydrami – odcinek kształtowany głównie przez naturalne procesy. Polygon Wicko.....	225
Fotografia 69. Zachowane w niemal naturalnym stanie estuarium Potyni na poligonie Wicko.	228
Fotografia 70. Naturalnie rozwijające się wydmy. Polygon Wicko.	230
Fotografia 71. Klif nadmorski – geoekosystem funkcjonujący dzięki abrazji. Wicie.	230
Fotografia 72. Budowa ostróg na mierzei jeziora Kopań, 2019.	234
Fotografia 73. Kamienna opaska chroni brzeg, ale za cenę zupełnego zniszczenia naturalnych ekosystemów brzegowych. Wskutek zakłócenia dostawy i transportu piasku, za końcem opaski abrazja jest nasiloną. Polygon Wicko.....	234
Fotografia 74. Chroniona Inica wonna (<i>Linaria odora</i>) potrzebuje na wydmi szarej miejsc z rozwiewanym piaskiem, a więc potrzebuje by wydma nie była całkiem utrwalona.	240
Fotografia 75. Ekspansja na wydmy róży pomarszczonej (<i>Rosa rugosa</i>) – inwazyjnego gatunku obcego; sytuacja wymagająca działań renaturyzacyjnych.	241
Fotografia 76. Przesmyk przez mierzeję jeziora Kopań, okresowo przekopywany. Stan po przekopaniu w listopadzie 2019 r.	246
Fotografia 77. Przykład likwidacji portu (fotografia u góry) i przekształcenia terenu w rezerwat przyrody (fotografia na dole). Ostenda, Belgia.	247
Fotografia 78. Dawny polder Anklamer Stadtbruch nad Zalewem Szczecińskim – spontaniczna renaturyzacja po przerwaniu obwałowań i decyzji o ich nieodtworzeniu.....	251
Fotografia 79. Rozlewiska na dawnym polderze Karendorfer Wiese.	253
Fotografia 80. Fragmentu wału przeciwsztormowego, do rozważenia likwidacji i umożliwienia przelewania się fal sztormowych przez mierzeję, w najwyższym miejscu mierzei jeziora Kopań.	255
Fotografia 81. Kontrolowany polder zalewowy podczas sztormu 5-6 grudnia 2013.....	257
Fotografia 82. Przykład nielegalnej zabudowy na klifie Chłapowskim.....	259
Fotografia 83. Przykład zabudowy turystycznej na terenie polderu przy jez. Kopań.	260
Fotografia 84. Dolina Iny w zachodniopomorskim wczesną wiosną	267

Spis tabel

Tabela 1. Przedsięwzięcia renaturyzacji wód wdrożone w Polsce w okresie obowiązywania dotychczasowych PGW, PWŚK, aPGW, aPWŚK	15
Tabela 2. Wartości graniczne multimetriksu HIR dla pięciu klas stanu hydromorfologicznego, za Szoszkiewicz i in (2017).	27
Tabela 3. Korekta klasy stanu hydromorfologicznego na podstawie wyników oceny kameralnej, za Szoszkiewicz i in. (2017).	27
Tabela 4. Wskaźniki w metodzie HIR _k	28
Tabela 5. Zależność meandryzacji koryta rzecznej od współczynnika krętości.....	75
Tabela 6. Ekologiczne skutki przegród poprzecznych na rzekach.....	93

Projekt: Opracowanie II aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy wraz z dokumentami planistycznymi stanowiącymi podstawę do ich opracowania; Nr Projektu: POIS.02.01.00-00-0016/16

Tabela 7. Katalog działań renaturyzacyjnych dla rzek.	97
Tabela 8. Katalog działań renaturyzacyjnych dla jezior.	183
Tabela 9 Szerokość strefy aktywnej w metrach na wybranych profilach morfometrycznych wg KZGW (2011) ..	231
Tabela 10. Pogłębianie dna morskiego w latach 2011–2016 (na podstawie danych przekazanych przez urzędy morskie w Gdyni, Słupsku i Szczecinie).(GIOŚ 2019)	232
Tabela 11 Składowanie urobku w latach 2011–2016 (na podstawie danych przekazanych przez urzędy morskie w Gdyni, Słupsku i Szczecinie)(GIOŚ 2019).....	233
Tabela 12. Katalog działań renaturyzacyjnych dla wód przejściowych i przybrzeżnych oraz brzegu morskiego ..	236
Tabela 13. Opis danych z PMŚ w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.	269
Tabela 14. Opis danych hydrologicznych w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.	270
Tabela 15. Charakterystyka danych przestrzennych przydatnych podczas planowania renaturyzacji.....	272
Tabela 16. Opis danych hydrologicznych w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.	276
Tabela 17. Opis danych przyrodniczych, w tym o przyrodniczych obszarach chronionych, w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.....	278
Tabela 18. Opis pozostałych źródeł informacji w kontekście możliwości wykorzystania w renaturyzacji.	279
Tabela 19. Typowi interesariusze zagadnień potencjalnej renaturyzacji wód.....	282
Tabela 20. Warunki migracji dla gatunków ryb i minogów wymienionych w załącznikach Dyrektywy Siedliskowej.	288
Tabela 21. Dobór typowych działań renaturyzacyjnych dla rzek.	300
Tabela 22. Najczęściej pojawiające się problemy związane z wdrażaniem działań renaturyzacyjnych oraz propozycje możliwych rozwiązań.	302
Tabela 23. Potencjalne koszty i korzyści do wzięcia pod uwagę w uproszczonej analizie ekonomicznej.	306
Tabela 24. Przykład wyjściowego zestawienia danych do analizy SWOT.	308
Tabela 25. Określenie intensywności monitoringu wg propozycji Hammonda i in.(2011).	310
Tabela 26. Przykładowe metody monitoringu dla poszczególnych poziomów optymalizacji.....	312
Tabela 27. Procedury wymagane przed podjęciem działań renaturyzacyjnych.	332