INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 9/2010, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 29–40
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Krystian Obolewski, Marcin Miller, Adam Gardzielewski

PROJEKT RENATURYZACJI STARORZECZY NA PRZYKŁADZIE DOLINY RZEKI SŁUPI

RESTITUTION PROJECT OF OXBOW-LAKE IN THE EXAMPLE OF THE SŁUPIA RIVER VALLEY

Streszczenie

W pracy zaprezentowano projekt rozwiązań technicznych, zastosowanych w renaturyzacji trzech starorzeczy w dolinie rzeki Słupi. Celem tych zabiegów jest próba przywrócenia rzece bardziej naturalnego charakteru poprzez ochronę różnorodnych elementów dolinowych. Projekt koncentruje się na odbudowie stałego połączenia starorzeczy ze Słupią, co umożliwia ciągłe ich przepłukiwanie, poprawia warunki fizyczno-chemiczne wód i stwarza dogodne warunki bytowania różnych grup hydrobiontów. Przed wykonaniem zabiegów hydrotechnicznych opracowano model monitoringu, obejmującego weryfikację zachodzących zmian ekologicznych oraz rozpoznanie warunków referencyjnych. Dzięki wielowątkowym badaniom środowiskowym możliwe będzie uchwycenie zachodzących zmian i wypracowanie odpowiednich metod zabezpieczenia i ochrony dawnych koryt rzecznych przed lądowaceniem i zanikiem. Końcowym efektem prowadzonych badań ma być stworzenie matematycznego modelu renaturyzacji starorzeczy, uwzględniającego wiele podmodeli obejmujących zarówno warunki środowiskowe (hydrologię i hydrochemię), jak i strukturę analizowanych formacji ekologicznych roślinnych i zwierzęcych (bezkręgowce, makrofity, bakterie itp.).

Słowa kluczowe: renaturyzacja cieków, starorzecza, dolina Słupi

Summary

In this study the project of technical solutions applied in the renaturation of three oxbow lakes in the Słupia river basin is presented. The aim of those treatments is to restore more natural characteristic of the river by the protection of various river basin elements. The project is focused on the reconstruction of permanent connection between the Słupia River and oxbow lakes. That would enable

their irrigation, improvement of physico-chemical conditions and also would create habitats favorable for various hydrobiont groups. The plan of hydrotechnical treatments is accompanied by the model of monitoring for the sake of verification of ecological changes. Thanks to multivariate environmental research it is possible to reveal those changes and to elaborate methods of oxbow lake protection against terrestrialisation and disappearance. The final effect of the project will be the mathematical model of oxbow lake restoration consisting of many submodels of environmental conditions (hydrology, hydrochemistry) as well as plant and animal ecological formations (e.g. invertebrates, macrophytes, bacterias).

Key words: *restitution of rivers, oxbow lake, Słupia valley*

WSTĘP

Dawne koryta rzeczne należą do cennych siedlisk przyrodniczych, zakwalifikowanych do ochrony w ramach Dyrektywy Siedliskowej sieci Natura 2000. Siedlisko pod nazwą „Starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami Nymphaeion, Potamion" o kodzie 3150-2 obejmuje wolno pływające w toni wodnej makrofity (*Potamion* i częściowo *Nymphaeion*), makrofity zakorzenione w dnie oraz o liściach pływających, a także drobne rośliny pływające po powierzchni wody (*Lemnetea*).

W środkowej części doliny Słupi poniżej zbiornika zaporowego Krzynia występuje blisko 50 starorzeczy. Powstały one na początku XX wieku w czasie prac regulacyjnych, polegających na prostowaniu koryta i odcinaniu zakoli. Większość tego fragmentu doliny znajduje się obecnie na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Słupi", w którym od kilku lat prowadzi się zakrojone na szeroką skalę zabiegi renaturyzacyjne. Prace te zostały podzielone na dwa etapy. Pierwszy polegał na renaturyzacji rzeki Kwaczy (lewobrzeżny dopływ Słupi) w ramach ochrony tarlisk ryb łososiowych. Projekt ten obejmował przebudowę 2,5 km odcinka ujściowego, poprzez zastosowanie m.in. deflektorów, progów faszynowo-kamiennych oraz włączenie do systemu rzecznego odciętego starorzecza. Drugi etap polegał na włączeniu trzech starorzeczy do koryta rzecznego przekopami ziemnymi. Miało to zapobiec ich zanikaniu i lądowaceniu na skutek obniżenia powierzchni wód gruntowych lub braku okresowych zalewań oraz zamulaniu i wypłycaniu, co jest głównym źródłem ich zagrożenia. Równocześnie zmiany hydrauliczne wpływają na warunki siedliskowe hydrobiontów zamieszkujących starorzecza i ich strefy ekotonowe. Skąpa literatura dotycząca wyników i skuteczności procesów włączania starorzeczy do systemu rzecznego poprzez przekopy sprawia, że każde nowe badania dotyczących tak istotnych oddziaływań ekologicznych są szczególnie cenne [Obolewski 2006].

Celem pracy jest przybliżenie działań technicznych zmierzających do renaturyzacji fragmentu doliny rzeki Słupi, a w szczególności trzech starorzeczy sztucznie odłączonych od koryta rzeki w czasie prac regulacyjnych. Głównym zadaniem projektu jest przywrócenie stałego kontaktu starorzeczy z rzeką Słupią, co zapewnia im powolne przepłukiwanie, poprawę warunków fizyczno-

-chemicznych wody i warunków egzystencji flory i fauny, a także zmiany stosunków wodnych. Końcowym efektem będzie model renaturyzacji starorzeczy, możliwy do wykorzystania w dolinach innych rzek nizinnych.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

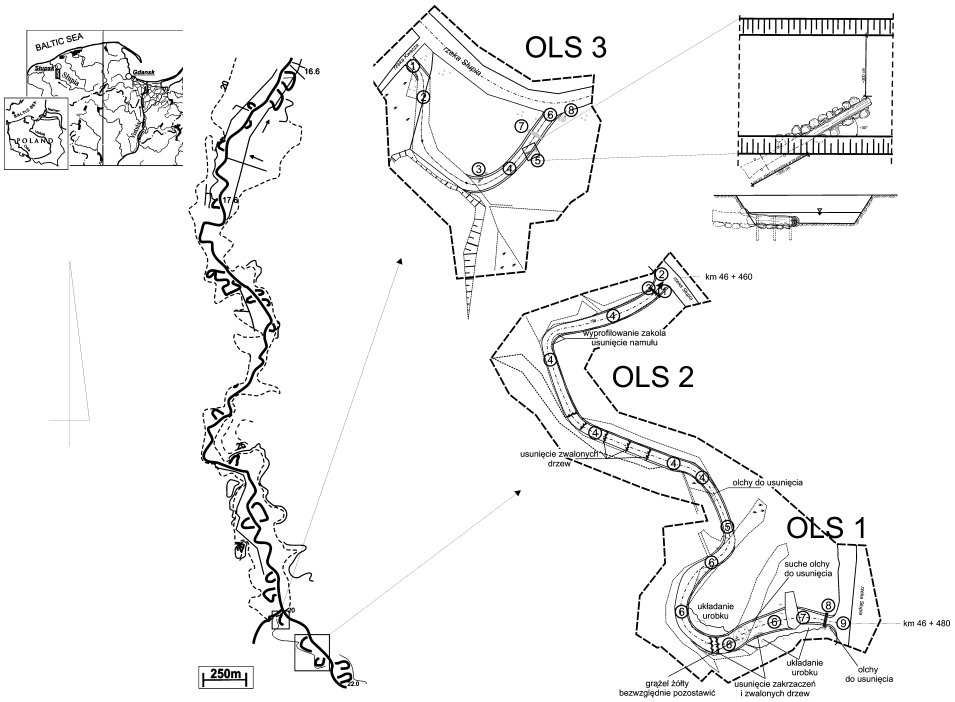
Rzeka Słupia jest ciekiem nizinnym o długości 138,6 km i o powierzchni zlewni 1620 km^2. Należy ona do rzek przymorskich. Całość jej dorzecza leży na obszarze województwa pomorskiego, w północno-zachodniej jego części. Od północy zlewnia Słupi graniczy ze zlewnią Bałtyku, od zachodu ze zlewnią rzeki Wieprzy, od południa ze zlewnią Brdy, od wschodu zaś ze zlewniami rzek Łeby i Łupawy. Słupia zalicza się do rzek małych, tzn. takich, których długość nie przekracza 200 km, a powierzchnia dorzecza 10 000 km^2. Źródła Słupi znajdują się na Pojezierzu Kaszubskim w pobliżu Sierakowskiej Huty, na wysokości 178 m n.p.m. Środkowy bieg rzeki leży na obszarze Wysoczyzny Polanowskiej, zaś jej bieg dolny na Wysoczyźnie Damnickiej, Równinie Słupskiej oraz Wybrzeżu Słowińskim. Rzeka jest ciekiem I rzędu, uchodzi do Bałtyku w Ustce. Szerokość koryta waha się od 7 m w górnej części rzeki do 40 m przy ujściu, gdzie średni przepływ wynosi 15,5 m^3/s, a średni spadek około 1,3 promila Zasadnicze elementy sieci hydrograficznej Słupi ukształtowały się w ok. 15 000–10 000 lat BP. Jednak od połowy XVIII wieku prowadzono na niej zakrojone na szeroką skalę prace regulacyjne. Od 1890 roku zaczęto stosować drenaż terenów rolniczych, a prace regulacyjne objęły pogłębianie koryt rzecznych, usuwanie z nich głazów i pni drzew, piaszczystych łach, a przede wszystkim likwidację zakoli, umacnianie brzegów oraz budowę kanałów, jazów, tam i zbiorników wodnych. Między Słupskiem a Krzynią zabiegi te wykonano w latach 1915–1919 i w 1922 roku. Odcięto wtedy około 50 zakoli rzeki, tworząc starorzecza i zmniejszając znacznie jej długość. Uruchomiło to jednocześnie silną erozję boczną i przesunięcie trasy koryta dochodzącej do 30 m. Jednocześnie z regulacją prowadzone były prace melioracyjne, odwadniające ok. 688 ha nadrzecznych łąk.

Projekt renaturyzacji objął trzy starorzecza, położone pomiędzy 45+000 km a 47+000 km biegu rzeki Słupi na obszarze Parku Krajobrazowego „Dolina Słupi" (rys. 1).

Pierwsze starorzecze (OLS 1) to duży, stary meander, przylegający od zachodu do skarpy leśnej. Zbiornik jest silnie zeutrofizowany, zarośnięty rzęsą drobną (*Lemna minor* L.). Od południa do zbiornika przylegają dwa niewielkie oczka wodne, a od wschodu między nim a Słupią występuje wyraźne obniżenie terenu, wskazujące stary bieg rzeki – możliwy do odtworzenia. Środkowa część zbiornika, gdzie znajduje się wiele powalonych do wody pni drzew, uległa całkowitemu zarośnięciu i zamuleniu.

Starorzecze OLS 2 położone jest na południe od poprzedniego. Charakteryzuje się silnie rozwiniętą roślinnością wodną, w której przeważa *L. minor*. W porównaniu do OLS1 ma szczególnie w środkowej części – twarde dno po-

kryte jedynie cienką warstwą osadów organicznych. Ostatni zbiornik (OLS 3) znajduje się przy ujściu rzeki Kwaczy do Słupi i został włączony przekopem ziemnym o szerokości 3 m do systemu rzecznego w czasie prac renaturyzacyjnych prowadzonych na Kwaczy. Starorzecze to porasta głównie *Myriophyllum* L., *L. minor* i *Nuphar lutea* (L.) Sibth. & Sm.



Rysunek 1. Lokalizacja starorzeczy objętych projektem renaturyzacji oraz zakres zaplanowanych prac hydrotechnicznych
Figure 1. Localisation of oxbow-lakes to be restored and the scope of hydrotechnical treatments

Rozwiązania techniczne. W ramach projektu renaturyzacji fragmentu doliny Słupi w okolicach wsi Lulemino i włączenia trzech starorzeczy do systemu rzecznego wykonano:

– 4 przekopy ziemne, których zadaniem jest połączenie zbiorników z rzeką (3) oraz jednego łączącego OLS 1 z OLS 2;

– trzy mostki w miejscach przekopów łączących starorzecza ze Słupią;

– częściowe odmulenie i udrożnienie przekroju hydraulicznego w starorzeczu OLS 2 i OLS 3.

Najwięcej zmian zostało wykonanych w starorzeczach OLS 1 i OLS 2, natomiast w OLS 3, oprócz typowych prac melioracyjnych, wykorzystano również deflektory drewniane w celu odpowiedniego ukierunkowania przepływu wód (rys. 1, tab. 1).

Tabela 1. Zakres prac wykonanych w ramach renaturyzacji doliny rzeki Słupi
Table 1. Scope of restoration works performed in the Słupia river valley

Lp.*	Starorzecze	Lokalizacja	Zakres prac
1	OLS 1	0+000 – 0+018 (km 46+030 rz. Słupi)	wykop (udrożnienie starego koryta) w celu odprowadzenia wody ze starorzecza. Szerokość dna 8–15 m i kubatura wykopu 334,2 m^3
2		0+000 – 0+015 (km 46+030 rz. Słupi)	obustronne umocnienie kiszką faszynową kanału wraz z brzegami rzeki Słupi, zabicie palisady w rzece (16 m)
3		0+015	wykonanie kładki drewnianej
4		0+018 – 0+410	gruntowna konserwacja dna starorzecza warstwą odmulającą 0,2 m, km 0+150 wyprofilowanie zakola, usunięcie z dna 6 zwalonych drzew
5		0+410 – 0+460	wykop łączący OLS 1 z OLS 2 o szerokości 9 m i kubaturze wykopu 1728,5 m^3, równoczesne wycięcie 6 olch
6	OLS 2	0+460 – 0+740	gruntowna konserwacja dna starorzecza warstwą odmulającą 0,2 m, usunięcie 2 zwalonych drzew, ochrona grążela żółtego (0+665)
7		0+740 – 0+769	wykop (udrożnienie starego koryta) w celu doprowadzenia wody do starorzecza – kubatura wykopu 439,3 m^3
8		0+759	wykonanie kładki drewnianej
9		0+758 – 0+769 i brzegi Słupi km 46+480	obustronne umocnienie kiszką faszynową kanału wraz z brzegami rzeki Słupi, zabicie palisady w rzece (16 m)
1	OLS 3	0+000 – 0+020 (km 46+030 rz. Słupi)	udrożnienie przepływu wody ze starorzecza do rzeki Kwaczy, wykop mechaniczny (kubatura 119 m^3)
2		0+055 – 0+145	fragment naturalnego koryta przeznaczony do ochrony wraz z występującym tam grążelem żółtym i trzcinowiskami
3		0+150	wykonanie deflektora drewnianego na prawym brzegu wykopu
4		0+145 – 0+242	wykop (udrożnienie starego koryta) w celu doprowadzenia wody do starorzecza – kubatura wykopu 1081,8 m^3
5		0+200	wykonanie deflektora drewnianego na lewym brzegu wykopu
6		0+218 – 0+242 i brzeg rz. Słupi km 45+640	obustronne umocnienie kiszką faszynową kanału wraz z brzegami rzeki Słupi, zabicie palisady w rzece (16 m)
7		0+219	wykonanie kładki drewnianej
8		0+240	usunięcie zarośli wierzbowych z lewego brzegu rzeki w miejscu włączenia starorzecza

*Liczba porządkowa zgodna z numeracją na rysunku 1.

Zakres monitoringu. Działania techniczne przeprowadzone w ramach projektu stały się dobrym warsztatem do przeprowadzenia szczegółowych analiz ekologicznych nad wpływem renaturyzacji na warunki siedliskowe hydrobiontów. Badania powinny w pierwszej kolejności zobrazować stan poprzedzający zabiegi renaturyzacyjne oraz następujące po nich zmiany, najlepiej w ujęciu długoletnim. W ich trakcie prowadzone są analizy geologiczno-geomorfologiczne cech starorzecza (morfogeneza i morfometria koryta i niecki, osady denne), jak i oceny właściwości fizykochemicznych środowiska wodnego (badania wód i osadów dennych). Oprócz tego przeprowadzone są szczegółowe badania stanu ekologicznego starorzeczy, obejmujące analizy mikrobiologiczne, makrofitów zanurzonych i pływających, planktonu, perifitonu zasiedlającego różnorodne podłoża, makrozoobentosu, ichtiofauny, a w strefie ekotonalnej struktury chrząszczy z grupy biegaczowatych. Uzyskane wyniki powinny pozwolić stworzyć modele matematyczne, które:

– pokazywałyby oddziaływanie wywołanych zmian czynników środowiskowych na poszczególne elementy ekosystemu starorzeczy (biotop i biocenozę);

– pokazywałyby współzależności pomiędzy poszczególnymi elementami ekosystemu starorzeczy i zmiany tych zależności wywołane napływem wody rzecznej;

– pozwoliłyby uzyskać generalny model przestrzenno-czasowy renaturyzacji starorzeczy, umożliwiający prognozowanie zmian wywołanych udrożnieniami starorzeczy rzek nizinnych.

Do zrealizowania projektu konieczne było opracowanie wielu następujących, wzajemnie z sobą powiązanych podmodeli:

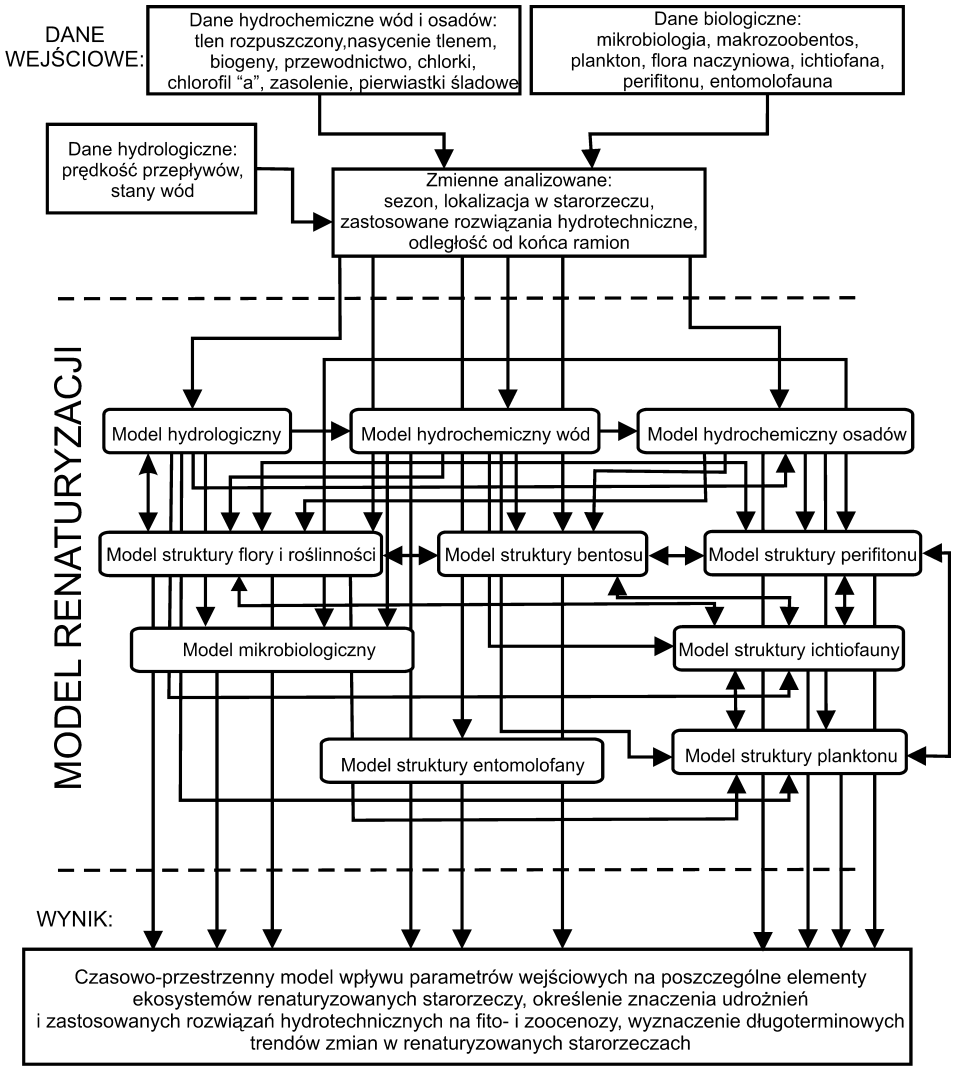
1. modelu hydrologicznego, pozwalającego na wyznaczenie określenia wpływu szybkości przepływu, stanów wody na warunki środowiskowe oraz biocenozy starorzeczy (fito- i zoocenozy).

2. modelu hydrochemicznego wód starorzeczy:

– statystycznego modelu zmian jakości wybranych parametrów wód (takich jak: warunki tlenowe, biogeny, przewodnictwo, zasolenie, chlorofil „a"), umożliwiający obliczenie jednostkowych obciążeń wód i wnoszonego ładunku zanieczyszczeń dla dowolnego sezonu w roku oraz ustalenie profili tlenowych na wyznaczonych w starorzeczach profilach;

3. wielowymiarowego modelu chemicznego osadów dennych, pozwalającego na określenie wpływu przebudowy koryta rzecznego na poziom pierwiastków śladowych, zarówno w rzece, jak i włączonych do systemu rzecznego starorzeczach;

4. wielowymiarowego modelu struktury flory i fitocenoz,opisujący zmiany struktury zbiorowisk roślinnych zasiedlających starorzecza, pozwalający na określenie wpływu poszczególnych rozwiązań technicznych na roślinność renaturyzowanego fragmentu doliny rzeki Słupi;



Rysunek 2. Schemat zakresu modelowego ujęcia renaturyzacji starorzeczy
Figure 2. Diagram of oxbow-lake restoration model

5. wielowymiarowego modelu struktury mikrobiologicznej, pozwalającego w ocenie zmian ilościowych bakterii występujących w silnie zeutrofizowanych ekosystemach w wyniku napływu wody oraz pokazaniu współzależności między strukturą mikrobiologiczną a innymi elementami udrażnianych ekosystemów;

6. wielowymiarowego modelu struktury perifitonu, obrazującego zmiany jakościowo-ilościowe formacji porośloweJ zasiedlającej różnorodne, biotyczne podłoża w starorzeczach w wyniku udrożnienia;

7. wielowymiarowego modelu zależności struktury bentosu starorzecza od oddziaływań rozwiązań hydrotechnicznych i napływu wody rzecznej. Określa on również zależność tej formacji jako bazy pokarmowej dla ichtiofauny oraz współzależności roślinności i zwierząt;

8. modelu struktury ichtiofauny, obrazującego zmiany składu ryb we fragmencie doliny poddanym renaturyzacji. Jest to centralny punkt modelu, wskazujący na zależności wielowymiarowe ryb od warunków abiotycznych i biotycznych panujących w ekosystemie. Ma on umożliwić określenie trendów zmian analizowanych elementów na strukturę ichtiofauny, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków reofilnych (jelec, jaź, kleń), jak i limnofilnych (karaś złocisty, lin, różanka).

9. modelu zmian struktury chrząszczy strefy ekotonowej, jako biowskaźników zmian wywołanych przeprowadzonymi zabiegami renaturyzacyjnymi.

Powyższe podmodele są składowymi wspólnego modelu, uwzględniającego ich wzajemne zależności i powiązania oraz dającego możliwość wnioskowania (rys. 2).

Rozwiązanie numeryczne bazujące na różnicowych metodach siatkowych otrzymane zostanie w wyniku implementacji modelu na systemach komputerowych. Pozwoli ono na obliczenie rozkładów przestrzennych, takich parametrów jak: stężenia substancji biogennych i mineralnych, zagęszczenie makrozoobentosu, perifitonu i stopnia pokrycia fitocenoz, struktura ichtiofauny i chrząszczy strefy ekotonowej itp.

Model ulegać będzie weryfikacji w czasie prowadzenia badań kontrolnych. Po dokonaniu odpowiedniej kalibracji wykonana zostanie symulacja komputerowa kilkuletniego okresu, uwzględniająca długoterminowe warunki hydrologiczno-hydrochemiczne, która pozwoli na ostateczną weryfikację modelu, zbadanie jego dokładności i czułości oraz analizę błędów. Dodatkowo planuje się dokonanie porównania wyników symulacji projektowanego modelu z modelem statystycznym efektów renaturyzacji, po upływie dziesięciu lat.

DYSKUSJA

Zmiany dokonujące się w środowiskach dolin rzecznych pod wpływem zabiegów hydrotechnicznych stały się w ostatnich latach przedmiotem publicznego zainteresowania (a raczej niepokoju) [Florek 2008], nie tylko z powodu błędnych założeń projektowych (np. braku zabezpieczenia przed powodzią), ale także strat ekonomicznych i ekologicznych. Przeprowadzone w ubiegłym wieku na szeroką skalę regulacje techniczne przyczyniły się do zamiany naturalnie meandrujących odcinków rzek o zróżnicowanej morfologii i spadku dna w kanały o przekrojach trapezoidalnych, wtłoczone w obszar międzywala, wyposażone niejednokrotnie w budowle przegradzające koryto. Zbyt mało poświęcono wówczas miejsca dokładnej analizie ekologicznych skutków takich inwestycji.

Opracowanie metod kształtowania ekosystemów mokradłowych w celu zachowania ich walorów przyrodniczych staje się jednym z głównych problemów aktywnej ochrony przyrody w Polsce i Europie [van Diggelen i in. 1995; Wołejko i in. 2004; Pawlaczyk i in. 2002]. Jednak zaprogramowanie odpowiednich metod ich ochrony wymaga rozpoznania warunków ekologicznych, w tym zgromadzenia wiedzy o dynamicznych procesach sukcesyjnych szaty roślinnej. Zrozumienie tych zagadnień wydaje się możliwe poprzez zintegrowanie badań nad dynamiką szaty roślinnej z badaniami przemian struktur jakościowo-ilościowych fauny wodnej i strefy ekotonowej, na tle warunków fizykochemicznych środowiska.

W odpowiedzi na daleko idące techniczne przekształcenia dolin rzecznych, coraz częściej dąży się do przywrócenia rzekom ich naturalnego układu koryta. W tym wypadku stosowane są najczęściej zabiegi wykorzystujące materiały naturalne (kamień, drewno), a przede wszystkim roślinność (zabiegi fitotechniczne). Przykładów renaturyzacji cieków nizinnych można sporo przytoczyć z kraju (np. w dolinach Narwi, Biebrzy), jednak o wiele więcej z zagranicy (m.in. Dummer i Isar, dopływy Renu w Niemczech, Kennet i Severn w Wielkiej Brytanii, Skerne i Brede z Danii). Jednak tylko w nielicznych przypadkach prowadzono kontrolę skuteczności ekologicznej tych zabiegów. O prowadzeniu zbliżonych badań przy renaturyzacji np. w czasie renaturyzacji potoku Lüttringhauser informuje np. Żelazo, Popek [2002]. Badano stan flory, fauny potoku i doliny oraz jakość wody zarówno przed, jak i po wykonaniu robót. Uzyskane wyniki wskazały na poprawę warunków siedliskowych, wzrost bioróżnorodności i pojawienie się szczególnie cennych gatunków chronionych [Żelazo, Popek 2002]. Potwierdzają to również badania prowadzone na rzece Kwaczy, dopływie Słupi [Obolewski 2009]. Równolegle z prowadzonymi pracami renaturyzacyjnymi tego cieku wykonano szeroko zakrojone interdyscyplinarne badania ekologiczne. Krótkotermionowe ekologiczne efekty wskazują na poprawę warunków bytowania hydrobiontów. Podobne badania, chociaż w ograniczonym zakresie, prowadzono również przy renaturyzacji potoku Dellwiger w północnej części Ruhry. Monitoring objął parametry fizyczno-chemiczne i biologiczne wód [Żelazo, Popek 2002]. Po ukończeniu robót pracownicy Uniwersytetu w Dortmundzie prowadzili badania fauny w ekotonach i na przyległym lądzie, nie prowadzono natomiast badań hydrobiontów. Brak badań sprzed okresu renaturyzacji, jak podaje Żelazo i Popek [2002], powoduje, że uzyskane wyniki mają małą wartość porównawczą. Aby uniknąć tych błędów, badania należy prowadzić zarówno przed rozpoczęciem prac renaturyzacyjnych jak i po nich, przez długi czas. Niektóre organizmy wodne preferują zaburzenia w środowisku wywołane prowadzonymi pracami budowlanymi i ich pojawianie się jest sytuacją przejściową. Podobnie jest z organizmami płochliwymi, które unikają zamieszania w zamieszkiwanym przez siebie biotopie i mogą z niego na jakiś czas emigrować [Alan 1998].

W projekcie renaturyzacji fragmentu Słupi w pobliżu miejscowości Lulemino włączono trzy starorzecza do systemu rzecznego, poprzez przekop. Dzięki temu zabiegowi mają one odgrywać ważną rolę w funkcjonowaniu doliny rzecznej [Obolewski 2006; Tockner i in. 2000]. Napływ wody rzecznej do starorzeczy wywołuje gwałtowne zmiany jakości wód, rzutujące na warunki siedliskowe żyjących tam hydrobiontów. Prowadzone do tej pory badania w udrożnionym rurami melioracyjnymi starorzeczu Słupi koło Słupska wskazują na korzystne przegrupowania w obrębie bentofauny i brak niekorzystnych oddziaływań na jakość wód rzecznych [Obolewski i in. 2009; Obolewski, Glińska-Lewczuk 2009]. Jednym ze skutków jest również redukcja roślinności pływającej, np. osoki aloesowatej, rzęsy drobnej i trójrowkowej, która również stanowi miejsce zasiedlane przez faunę wodną [Obolewski 2006]. Udrożnione starorzecze jest jednak niewielkim, pojedynczym obiektem, przez co zmiany w nim obserwowane nie pozwalają na wyciągnięcie ogólniejszych wniosków o wpływie zabiegów rewitalizacyjnych na fragment doliny rzecznej. Proponowane badania mogą dać odpowiedź na pytanie o oddziaływaniu udrożnionych starorzeczy na kondycję ekologiczną fragmentu terasy zalewowej.

Koncepcję powiązań wodnych ekosystemów dolinowych z rzeką, w odniesieniu do wymiany materii, energii i organizmów wodnych poprzez medium jakim jest woda, zapoczątkował Amoros [Amoros i in. 2000; Amoros, Bornette 2002]. Tockner K. i in. [1999] wykazali natomiast, że chemizm wody i zespoły organizmów (*biotic communities*) są bezpośrednio związane z poziomem wody, co z kolei odzwierciedla połączenie hydrologiczne. Brak stałego połączenia starorzeczy z rzeką ogranicza dostawę i wymianę materii organicznej i biogenów z doliny jedynie do okresów wezbrań i powodzi [Glińska-Lewczuk 2009]. Natomiast w okresie niżówek, materia organiczna silnie rozwijająca się na obszarze ekosystemów wodnych w rejonie terasy zalewowej jest w tym czasie nieosiągalna dla organizmów rzecznych.

Przywracanie naturalnych cech dolinom rzecznym wymaga spojrzenia tak na zmiany zachodzące w samym cieku, jak również w całym krajobrazie [Allan 1998].

PODSUMOWANIE

Zdefiniowanie podstawowych zagadnień i problemów związanych z przekształceniem doliny środkowej Słupi w wyniku prowadzenia zróżnicowanych prac odtwarzających warunki zbliżone do układów naturalnych ma stworzyć postawę do wypracowania odpowiedniego modelu skutecznych metod renaturyzacji starorzeczy jako naturalnych elementów dolin rzecznych. Końcowym efektem projektu będzie stworzenie ekologicznego modelu, który scharakteryzuje starorzecza w aktualnym stanie i po wykonaniu zabiegów, łącznie z próbą matematyczno-statystycznego wskazania trendów zmian w przekształconych dolinach rzecznych w przeciągu kolejnych lat po zakończeniu badań.

PODZIĘKOWANIA

Praca wykonana w ramach projektu NN 305324733 finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

BIBLIOGRAFIA

Allan D.J. *Ekologia wód płynących*. PWN, Warszawa 1998, s. 451.

Amoros C., Bornette G., Henry C.P. *A vegetation-based method for ecological diagnosis of riverine wetlands. Environ*. Manage. 25, 2000, s. 211–227.

Amoros C., Bornette G. *Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains*. Freshwater Biol., 47, 2002, p. 761–776.

van Diggelen, R., Grootjans, A.P., Wierda, A. *Hydro-ecological landscape analysis: a tool for wetland restoration*. Zeitschr. für Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 1995, s. 125–131.

Florek W. *Czy renaturyzacja koryt rzek przymorskich może stanowić remedium na skutki ich XIX- i XX-wiecznej regulacji?* Słupskie Prace Geograficzne, 6, 2008, s. 75–92.

Glińska-Lewczuk K. *Oxbow lakes as biogeochemical filters for nutrient outflow agricultural areas* [w:] Eds: Heathwaite L., Webb B., Rosenberry D., Hayash M. *Dynamics and biogeochemistry of river corridors and islands*. IAHS Publ. 294, 2005, s. 55–69.

Glińska-Lewczuk K. *Water quality dynamics of oxbow lakes in young glacial landscape of NE Poland in relation to their hydrological connectivity*. Ecol. Eng., 35, 1, 2009, s. 25–37.

Klimaszy P. *Starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z Nympheion, Potamion* [w:] red. Herbich J. *Poradnik ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 - podręcznik metodyczny. Tom 2. Wody słodkie i torfowiska*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2004, s. 59–71.

Kondracki J. *Geografia regionalna Polski*. PWN Warszawa, 2002, s. 94-95.

Obolewski K. *Starorzecza - warty uwagi element dolin rzecznych*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN Kraków, 4, 2, 2006, s. 99–108.

Obolewski K. (red). *Krótkoterminowe efekty ekologiczne renaturyzacji niewielkich rzek nizinnych na przykładzie rzeki Kwaczy*. Park Krajobrazowy "Dolina Słupi" i Akademia Pomorska, Słupsk, 2009, s. 324.

Obolewski K., Glińska – Lewczuk K., Kobus S. *The effect of flow on the macrozoobenthos structure in a re-opened oxbow lake – a case study of the Słupia river, northern Poland*. Ecohydrology of Surface and Groundwater Dependent Systems: Concept, Methods and Recent Developments. IAHS Publ. 328, 2009, s. 13–23

Obolewski K., Glińska-Lewczuk K. *Zależność struktury makrozoobentosu od zawartości metali ciężkich w osadach dennych starorzeczy rzeki Słupi*. Inżynieria ekologiczna, 16, 2006, s. 49–52.

Obolewski K., Glińska-Lewczuk K., Osadowski Z., Kobus Sz. *Water quality monitoring of agricultural river catchments in the example of the Kwacza River valley (middle Słupia River basin)*. Pol. J. Environ. Stud., 17 (2c), 2008, s. 39–46.

Pawlaczyk P., Wołejko L., Jermaczek A., Stańko R. *Poradnik ochrony mokradeł*. Wyd. Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin 2002, s. 265.

Tockner K., Schiemer F., Baumgartner C., Kum G., Weigand E., Zweimueller I., Ward J.V. *The Danube Restoration Project: Species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system*. Regul. River., 15, 1999, s. 245–258.

Wołejko L., Stańko R., Pawlaczyk P., Jermaczek A. *Poradnik ochrony mokradeł w krajobrazie rolniczym*. Wydaw. Klubu Przyr., Świebodzin 2004, s. 142.

Żelazo J., Popek Z. *Podstawy renaturyzacji rzek*. SGGW, Warszawa 2002, s. 320.

Dr Krystian Obolewski
Zakład Ekologii Wód, Akademia Pomorska, ul. Arciszewskiego 22b Słupsku
e-mail:obolewsk@apsl.edu.pl

Mgr inż. Marcin Miller
Stowarzyszenie Proekologiczne „Słupia", ul. Szarych Szeregów 14, 76-200 Słupsk

Inż. Adam Gardzielewski
Stowarzyszenie Proekologiczne „Słupia", ul. Szarych Szeregów 14, 76-200 Słupsk

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