

## PRACE ORYGINALNE

---

**Kamila KOWALCZYK<sup>1</sup>, Jerzy ROMANOWSKI<sup>1</sup>, Irene BOUWMA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Centrum Badań Ekologicznych PAN, Dziekanów Leśny

Centre for Ecological Research PAS, Dziekanów Leśny

<sup>2</sup>ALTERRA, Wageningen

### **Ocena ekologicznych skutków rozwoju doliny Wisły na obszarach Natura 2000 przy użyciu modelu LARCH Evaluation of ecological consequences of Vistula valley development on the Natura 2000 areas**

**Słowa kluczowe:** modelowanie ekologiczne,  
Natura 2000, Wisła, LARCH

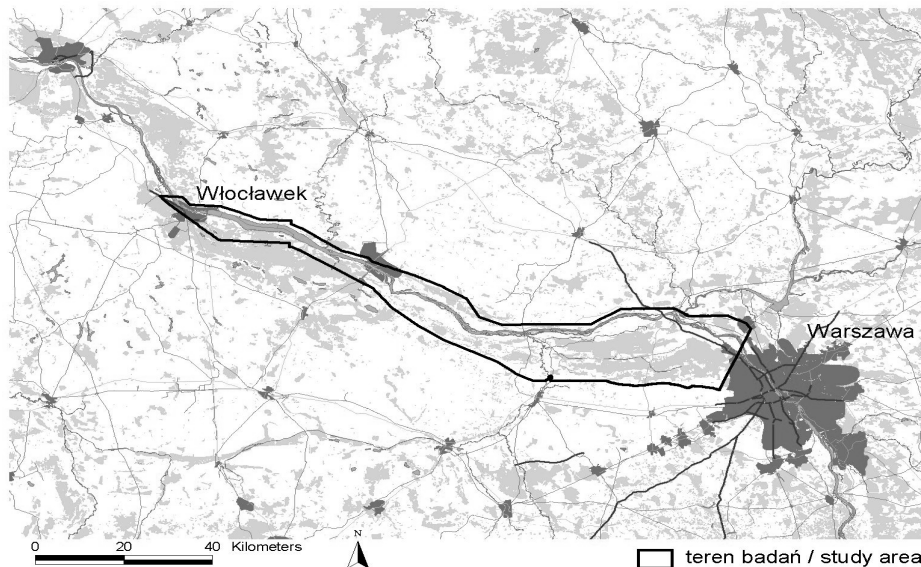
**Key words:** ecological modelling, Natura  
2000, Vistula, LARCH

#### **Wprowadzenie**

Celem ochrony obszarowej prowadzonej w ramach sieci Natura 2000 jest zachowanie lub poprawa korzystnego statusu ochronnego gatunków i siedlisk, dla których ochrony dany obszar został wyznaczony. Według artykułu 6.3 dyrektywy siedliskowej: „...każdy plan lub przedsięwzięcie, które nie jest bezpośrednio związane lub konieczne do zagospodarowania obiektu, ale które może na niego w istotny sposób oddziaływać, zarówno oddzielnie, jak i w połączeniu z innymi planami lub przedsięwzięciami, będzie podlegać odpowiedniej ocenie jego skutków dla danego obiektu z punktu widzenia założeń jego ochrony”. Oznacza to, że „...kompetentne władze krajowe będą wyrażać zgodę na ten plan lub

przedsięwzięcie po upewnieniu się, że nie będzie on wpływać bezpośrednio na dany obiekt oraz, jeśli to stosowne, po uzyskaniu opinii ogółu ludności”.

W polsko-holenderskim projekcie VEDI (Vistula Econet Development and Implementation) zrealizowanym w latach 2003–2005 przez Centrum Badań Ekologicznych PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, holenderską Agencję Kształtowania Łądu i Wody (DLG), Ministerstwo Rolnictwa i niezależny instytut badawczy ALTERRA rozpatrywano wpływ przekształceń środowiska na 16 wybranych gatunków zwierząt w dolinie Wisły na odcinku od Warszawy do Włocławka. Na tym terenie znajdują się dwa obszary sieci Natura 2000: północny odcinek doliny środkowej Wisły, jako obszar specjalnej ochrony ptaków, oraz Puszcza Kampinoska, jako obszar specjalnej ochrony ptaków i specjalny obszar ochrony siedlisk (rys. 1). W projekcie VEDI nie uwzględniono



RYSUNEK 1. Teren badań Projektu VEDI  
 FIGURE 1. Study area of VEDI Project

wszystkich gatunków, dla których dwa omawiane obszary powstały. Jednak wyniki otrzymane dla 7 gatunków wymienionych w dyrektywie siedliskowej i dyrektywie ptasiej (tab. 1) pozwalają ocenić wpływ kierunków zmian dla wszystkich gatunków tam występujących.

### Modelowanie LARCH

Wybrany do analiz model LARCH (Landscape Ecological Analysis and Rules for the Configuration of Habitat) umożliwia powiązanie występowania wybranych gatunków zwierząt z określonymi typami środowisk. Gatunki wybierane są według kryteriów pozwalających na jak najszerze scharakteryzowanie ekosystemów. Model opiera się na teorii metapopulacji i jest narzędziem służącym między innymi do

wizualizacji trwałości populacji w środowisku o wysokim stopniu fragmentacji (Levins 1970, Andrén 1994, Hanski i Gilpin 1997, Opdam 2002).

Model, stworzony w instytucie ALTERRA, pracuje w środowisku GIS. Na podstawie map roślinności i użytkowania terenu oraz danych o poszczególnych gatunkach (rozmieszczenie, dyspersja, preferencje środowiskowe i inne) model ten generuje mapy, które obrazują strukturę metapopulacji, rozmieszczenie i trwałość populacji w połączeniu z pojemnością środowiska oraz łączność między poszczególnymi płatami środowiska. Umożliwia on wybór zarówno wielu gatunków zwierząt, jak i scenariuszy przekształceń krajobrazu. Otrzymane wyniki pozwalają na analizę wpływu zmian środowiska na metapopulację. Aby uzyskać wyniki możliwie najbardziej realistyczne, w projekcie VEDI model został skalibrowany przez dostosowanie

TABELA 1. Efekty wpływu scenariuszy na wybrane gatunki Natura 2000  
TABLE 1. Effects of the Scenarios for Natura 2000 species

Puszcza Kampinoska / Kampinos Forest						
Gatunki dyrektywy ptasiej i siedliskowej Species of the Birds and Habitat Directive	Sytuacja realna Real situation	Scenariusz / Scenario				
		1	2	3	4	5
	RU	zmiana / changes [%]				
<i>Ciconia nigra</i>	15	100	107	113	107	120
<i>Crex crex</i>	217	101	101	111	100	99
<i>Sterna albifrons</i>	0					
<i>Alcedo atthis</i>	0					
<i>Dendrocopus medius</i>	653	100	100	130	100	105
<i>Castor fiber</i>	68	103	100	107	106	109
<i>Triturus cristatus</i>	8005	82	100	133	100	93
Dolina Środkowej Wisły / Middle Vistula Valley						
Gatunki dyrektywy ptasiej i siedliskowej Species of the Birds and Habitat Directive	Sytuacja realna Real situation	Scenariusz / Scenario				
		1	2	3	4	5
	RU	zmiana / changes [%]				
<i>Ciconia nigra</i>	7	100	100	100	100	129
<i>Crex crex</i>	173	84	100	74	101	79
<i>Sterna albifrons</i>	230	3	100	110	100	92
<i>Alcedo atthis</i>	15	53	100	100	100	100
<i>Dendrocopus medius</i>	560	72	85	218	103	100
<i>Castor fiber</i>	186	62	100	140	98	111
<i>Triturus cristatus</i>	5372	126	96	82	102	97

wyżej wymienionych parametrów do sytuacji realnej ocenionej przez zespół ekspertów.

### Wybór gatunków

Bioróżnorodność jest silnie uzależniona od jakości środowiska naturalnego i struktury przestrzennej. Fragmentacja wpływa negatywnie na rozprzestrzenianie gatunków, powoduje spadek liczby gatunków, które nie są w stanie przetrwać w środowisku w jego obecnej formie. Możliwie najdokładniejsze odwzorowanie obecnej sytuacji przez model pozwala na analizowanie „scenariuszy” planowanych lub wyimaginowanych

zmian w środowisku i ich ocenę w odniesieniu do obecnego stanu. W tym celu w projekcie dobrana została odpowiednia liczba gatunków zwierząt reprezentujących pięć środowisk: urwiste brzegi rzeczne (zimorodek, brzegówka), piaszczyste brzegi (sieweczka rzeczna, rybitwa białoczerna), wodno-ładowe (traszka grzebieniasta, świtezianka, bóbr), leśne (nornica ruda, kuna leśna, dzięcioł średni, łoś, bocian czarny) oraz łąkowe (jaszczurka zwinka, nornik północny, czerwończyk nieparek, derkacz). Są to gatunki kluczowe, dla których uzyskane wyniki można odnieść do innych gatunków zamieszkujących te środowiska.

## Definiowanie lokalnych populacji

Model LARCH grupuje odpowiednie płaty siedliska położone w obrębie średniej dziennej dyspersji osobników jako lokalną populację. W przypadku płazów, gadów i drobnych ssaków istotnym czynnikiem ograniczającym dostępność siedlisk są bariery utrudniające funkcjonowanie lokalnych populacji (autostrady, główne drogi, linie kolejowe).

Dla każdej z lokalnych populacji model generuje liczbę par rozrodczych (Reproductive Units), natomiast fragmenty siedliska zbyt małe dla utrzymania jednej pary rozrodczej zostają wyeliminowane z późniejszych analiz (rys. 2a).

## Określanie populacji kluczowych i trwałości metapopulacji

Dla każdej grupy zwierząt o różnych zdolnościach dyspersyjnych i rozrodczych określona jest minimalna liczba par rozrodczych, umożliwiająca przetrwanie populacji lokalnych. Minimalna trwała populacja (Minimum Viable Population – MVP) składa się z takiej liczby jednostek reprodukcyjnych, która umożliwia przetrwanie populacji przy normalnych fluktuacjach liczebności bez imigracji osobników. Obecnie w krajobrazie o wysokim stopniu fragmentacji częściej spotykaną jednostką jest populacja kluczowa, dla której prawdopodobieństwo wyginięcia w ciągu 100 lat jest mniejsze niż 5% przy założeniu, że co najmniej jeden osobnik z innej populacji rocznie zasili populację kluczową (rys. 2b).

Wszystkie siedliska położone w granicach wyznaczonych przez maksymal-

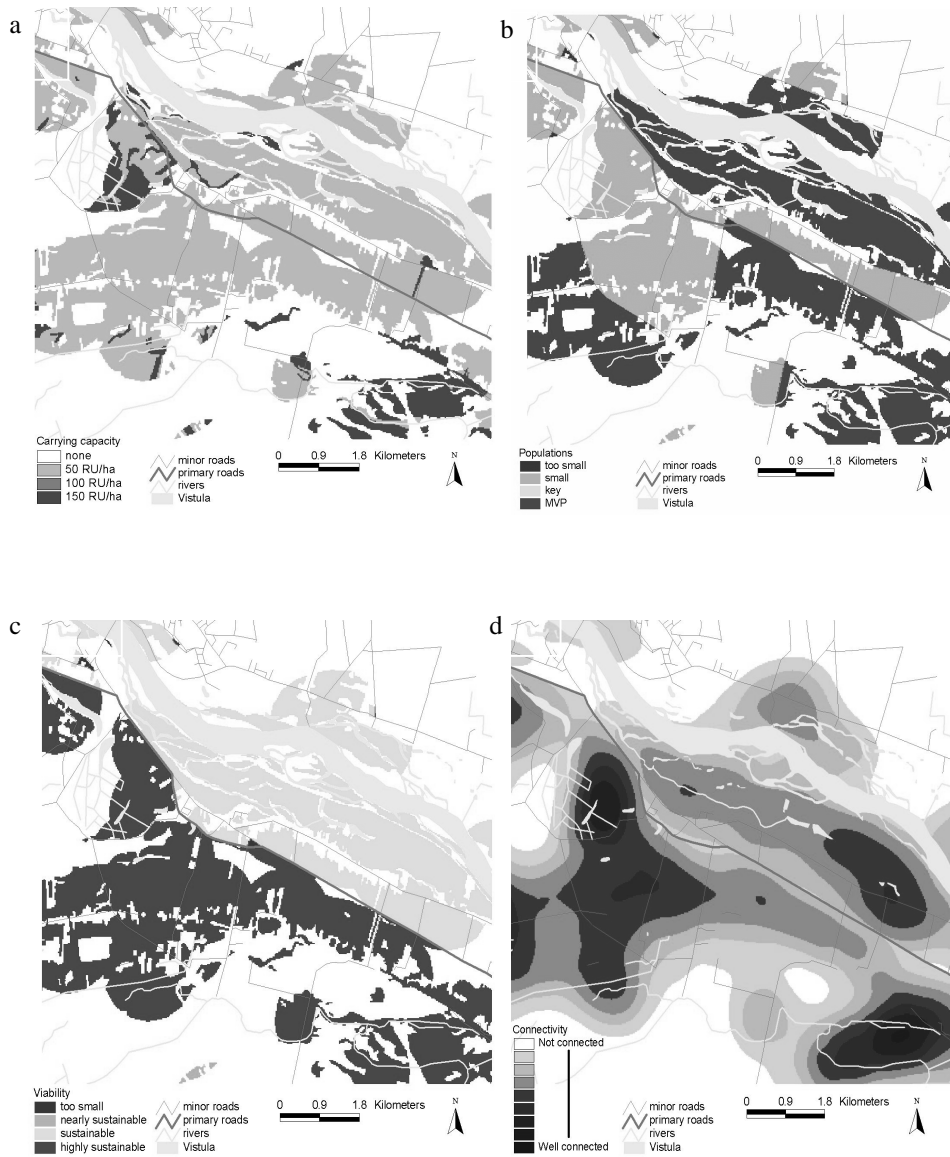
ną zdolność do dyspersji osobników należą do jednej sieci populacji, określonej jako metapopulacja, i łączą się ze sobą dzięki migracji osobników. Ocena trwałości metapopulacji uzależniona jest od jej całkowitej liczby i struktury przestrzennej (fragmentacja krajobrazu). Na przykład metapopulacje, w których skład wchodzi populacje kluczowe i MVP mają status trwałych (highly sustainable). Oszacowanie trwałości metapopulacji przy 95-procentowym prawdopodobieństwie przeżycia 100 lat opiera się na założeniu, że krajobraz nie podlega przekształceniom w wyżej określonym czasie (rys. 2c).

## LARCH – SCAN

LARCH-SCAN (Spatial Cohesion Analysis of Networks) służy do oceny przestrzennej łączności płatów siedliska („każdego z każdym”) na podstawie jego cech oraz możliwości dyspersji gatunków. Zasięg dyspersji gatunku w krajobrazie jest określony funkcją, w której alfa jest kluczowym parametrem, opisującym dystans, powyżej którego migrujące osobniki z potencjalnego źródła dalej mogą zasilić populację (Metapopulation biology... 1997). Przestrzenna spójność określa stopień łączności obszaru i możliwość jego funkcjonowania jako korytarza ekologicznego (rys. 2d).

## Scenariusze rozwoju Doliny Wisły

Na potrzeby projektu powstało 5 różnorodnych scenariuszy przekształceń środowiska, opartych na planach



RYSUNEK 2. Procedura analiz modelu LARCH: a – pojemność środowiska, b – lokalne populacje, c – trwałość metapopulacji, d – łączność  
 FIGURE 2. LARCH model analysis procedure: a – carrying capacity, b – local populations, c – meta-populations' viability, d – connectivity

i projektach zagospodarowania doliny Wisły, jak również na dążeniach organizacji ekologicznych. Scenariusze stanowią prawdopodobne kierunki zmian na tym terenie.

**Scenariusz 1: Maksymalna regulacja i rozwój infrastruktury.** Utworzenie stopni wodnych w Wyszogrodzie i powyżej Płocka, usunięcie wszystkich zadrzewień w obrębie międzywala, rozbudowa sieci drogowej związana z użytkowaniem stopni wodnych, powstanie lotniska w Modlinie.

**Scenariusz 2: Regulacja o średniej intensywności.** Usunięcie 30% wszystkich zadrzewień w obrębie międzywala na całej długości rzeki, koncentracja nurtów rzeki – odsunięcie nurtu Wisły od wałów w 11 miejscach systemem ostróg, rozwój turystyki.

**Scenariusz 3: Śmiała wizja ochrony przyrody.** Likwidacja większości wałów i zapory we Włocławku, osuszenie i rekultywacja zbiornika Włocławskiego, usunięcie ludności z dawnego tarasu zalewowego, likwidacja budynków i innych pozostałości po osiedlach, ekstensywne wykorzystanie użytków zielonych.

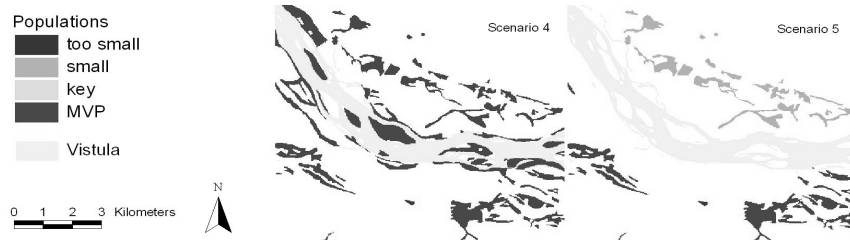
**Scenariusz 4:** Odtworzenie i ochrona łąk i pastwisk. Objęcie wybranych terenów programami rolno-środowiskowymi, utworzenie układu mozaikowego łąk i lasów.

**Scenariusz 5: Zwiększenie lesistości.** Zalesienia w ramach PROW: 20–50% pól uprawnych o niskiej bonitacji, strategia zalesień KPN, zalesienia wierzba energetyczną i wikliną.

## Wyniki

Analiza LARCH wskazuje, że populacje (tab. 1) w Puszczy Kampinoskiej są odporne na potencjalne zagrożenia spowodowane hipotetycznymi kierunkami rozwoju doliny Wisły. Jedynie w przypadku traszki grzebiącej zanotowano spadek liczebności populacji i obniżenie trwałości metapopulacji, spowodowane powstaniem nowych dróg w scenariuszu 1. Zbliżony spadek liczebności zaobserwować można w scenariuszu 5, w tym przypadku nie powstają nowe bariery dla gatunku, dzięki czemu status metapopulacji pozostaje bardzo stabilny. Renaturalizacja doliny Wisły (scenariusz 3) ma pozytywny wpływ na większość gatunków zarówno tych leśnych (bóbr, dzięcioł średni), jak i łąkowych (derkacz).

Podobne analizy zostały przeprowadzone dla północnej części obszaru doliny Środkowej Wisły, wyniki są bardziej zróżnicowane w porównaniu z obszarem Puszczy Kampinoskiej. Analiza LARCH wykazała silny, negatywny wpływ rozwoju infrastruktury (scenariusz 1) na prawie wszystkie gatunki (z wyjątkiem bociana czarnego). Rybitwa białoczelną i zimorodek okazały się bardzo wrażliwe na destrukcje siedlisk rozrodczych na wyspach i skarpacech rzecznych. Odnotowano również spadek liczebności i trwałości metapopulacji derkacza, dzięcioła średniego i bobra. Renaturalizacja doliny Wisły (scenariusz 3) ma pozytywny wpływ na rybitwę białoczelną, dzięcioła średniego



RYSUNEK 3. Potencjalne lokalne populacje derkacza w okolicach Wyszogrodu (scenariusze 4 i 5)  
 FIGURE 3. Potential local populations of the Corncrake near Wyszogród (Scenarios 4 and 5)

i bobra, jednak poprzez destrukcję siedliska ma również negatywne oddziaływanie na liczebność populacji i trwałość metapopulacji derkacza. Derkacz jest przykładem gatunku bardzo wrażliwego na przewidywany rozwój doliny (rys. 3), negatywnie reaguje w trzech scenariuszach. Wyniki analiz jakkolwiek ograniczone do północnego odcinka doliny środkowej Wisły wskazują, że ten obszar Natura 2000, zlokalizowany na stosunkowo wąskim terenie, o bardzo dynamicznym charakterze siedlisk, jest silniej narażony na potencjalne zmiany w porównaniu z Puszcą Kampinoską, której większość stanowi obszar parku narodowego. Efekty będą jeszcze większe, jeśli uwzględnimy efekt krawędzi (Forman 1995), którego nie uwzględnia model LARCH.

### Podsumowanie

Przegląd proponowanych scenariuszy wskazuje, że zmiany w korycie rzeki, a przede wszystkim jej regulacja, (scenariusz 1) będą miały zróżnicowany wpływ na wiele gatunków, szczególnie badanych ptaków w dolinie Wisły na odcinku Warszawa – Włocławek. O ile wpływ scenariusza 1 zarówno na gatun-

ki, jak i siedliska Natura 2000 na terenie Puszczy Kampinoskiej jest praktycznie niezauważalny, to istnieje duże prawdopodobieństwo przyszłych konfliktów planów zagospodarowania doliny z ochroną obszaru Natura 2000 – dolina środkowej Wisły. Biorąc po uwagę założenie, że plany zagospodarowania są dozwolone, jeśli nie naruszają korzystnego statusu ochronnego gatunków i siedlisk, zakwalifikowanie tego odcinka Wisły jako obszar Natura 2000 silnie ogranicza możliwości rozwoju infrastruktury w tym obszarze.

### Literatura

- ANDRÉN H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *OIKOS* 71: 355–366.
- FORMAN R.T.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LEVINS R. 1970. Extinction [in:] *Some mathematical problems in biology* (ed.) M. Gerstenhaber. American Mathematical Society, Providence.
- Metapopulation biology: ecology, genetics and evolution 1997. (eds.) I. Hanski, M.E. Gilpin. Academic Press, London.
- OPDAM P. 2002. Assessing the conservation potential of habitat networks [in:] *Concepts and application of landscape ecology in biological conservation: integrating the meta-*

population concept into biological conservation. (ed.) K.J. Gutzwiller Springer Verlag, New York.

## Summary

**Evaluation of ecological consequences of Vistula valley development on the Natura 2000 areas.** This paper presents different scenarios and their effect on the biodiversity of the two Natura 2000 areas included in the study area of VEDI project. These general scenarios formed the basis of detailed landscape designs, based on a detailed vegetation map for the Vistula River Valley. Indicator species relevant for conservation were selected to represent specific riverine ecosystems like steep

banks, sandbanks, semiaquatic habitat, forests, and meadows. The model LARCH was used to assess whether these ecosystems at present still function as an ecological network. Also the modelling results show the potential for biodiversity of the different scenarios.

### **Autors' addresses:**

Kamila Kowalczyk, Jerzy Romanowski  
Centrum Badań Ekologicznych PAN, Dziekanów Leśny,  
ul. Konopnickiej 1, 05-092 Łomianki  
Poland

Irene Bouwma  
ALTERRA  
P.O. Box 47  
6700 AA Wageningen  
The Netherlands