



**Piotr Sikorski, Marek Wierzba,
Czesław Wysocki, Ryszard Pawlicki**

Katedra Ochrony Środowiska SGGW
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
piotr_sikorski@sggw.pl
czeslaw_wysocki@sggw.pl

Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe
Problemy Ekologii Krajobrazu, tom XVI
Warszawa 2006

Długoterminowe zmiany roślinności w dolinie rzeki Blankowa – problemy w ocenie skuteczności jej ochrony

Long-term vegetation change in the riparian landscape
of the Blankowa river.
Chosen problems of the vegetation protection

Abstract: The aim of the research was to specify the character of vegetation changes in the Blankowa river valley between years 1967 and 1997 and to determine the effectiveness of these changes for vegetation protection. Changes in floristic composition of vegetation took place including disappearance of some species.

Vegetation changes are mainly linear, and to a lesser extent non-linear or imperceptible do not take place at all. The two latter types occur in the direct vicinity of the river and lakes, where moisture conditions are significantly changed. During the analysed period, vegetation in the valley underwent natural changes. This refers both to vegetation in floating mires, where the changes were significant, and other vegetation, mainly in former timber forests, which underwent secondary succession.

The Markov model, whether vegetation in the valley underwent continuous development since people stopped to utilize it. Moreover, the research evaluated vegetation change tendencies with relation to linear and non-linear ecological processes.

Key words: riparian landscape, vegetation change models, floating mire, the Blankowa river

Słowa kluczowe: dolina rzeczna, modele zmian roślinności, bagienne pło, Blankowa Struga

Wstęp

Wiele cennych siedlisk bagiennych w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich wraz z roślinnością objętych zostało ochroną (Dębek 2000). Podlegają one przemianom, które prowadzą często do zaniku cennych gatunków roślin, stanowiących główny cel ochrony (Polakowski 1976). O ile więc łatwo ocenić zmiany dotyczące flory, to duże trudności przysparza niekiedy ocena zmian zachodzących w zbiorowiskach roślinnych, które są również przedmiotem ochrony.

Dysponując wszechstronnymi danymi, w tym zdjęciami fitosocjologicznymi z odpowiednio długiego czasu, można ocenić zmiany na podstawie obecności określonych gatunków z charakterystycznej kombinacji dla chronionego zbiorowiska (Lorens i in. 2000, Solińska-Górnicka, Symonides 2001). Jeśli jednak zmiany wykraczają poza typ zbiorowiska, ocena zmian ma charakter uznaniowy.

Istotne dla oceny charakteru zmian jest stwierdzenie, w jakim kierunku i jakich ramach zmienia się każda jednorodna jednostka roślinności. Odpowiedzi w tej kwestii można uzyskać na podstawie porównania roślinności rzeczywistej i potencjalnej (Zerbe 1998), jak również na podstawie zdjęć fitosocjologicznych. Ocen takich dokonywano często na podstawie rozpoznanego przebiegu zmian w przeszłości (Piotrowska, Olaczek 1991, Plit, Solon 1991). Zmiany roślinności w czasie o określonym kierunku mogą mieć charakter: liniowy – sukcesja/regresja lub nieliniowy – fluktuacja, regeneracja/degeneracja (Falińska 1996). Podejmowane liczne próby oceny zmian pozwalały jednoznacznie ocenić zjawisko (Aaviksoo 1993, 1995, Lorens i in. 1998, Lorens, Sugier 1999, Kamocki, Próchnicki 2000, Apan i in. 2002). Jeśli jednak zmiany wykazują charakter nieliniowy i nie wchodzą w zakres fluktuacyjny, trudno przewidzieć kierunek zmian.

Do generalnej oceny zmian w roślinności użyteczne są modele przestrzenne (Turner i in. 2002, Ricotta i in. 2002). Do takich należą modele Markova, wykorzystywane często w ocenach i prognozach zmian roślinności w krajobrazie (Gergel, Ruscher 1988, Aaviksoo 1993, 1995, Muller, Middleton 1994). Jeśli jednak zmiany w roślinności są niejednorodne, model nie pozwala przewidzieć kierunku i staje się nieużyteczny.

Jednym z chronionych obiektów Krainy Wielkich Jezior Mazurskich podlegających zróżnicowanym zmianom, ale prawie całkowicie naturalnym, jest roślinność doliny rzeki Blankowa, gdzie próba oceny powyższymi metodami nie daje jednoznacznych odpowiedzi. Celem pracy jest określenie charakteru zmian tejże roślinności i próba jej oceny.

Teren badań

Blankowa jest niewielką rzeką, której długość, od źródeł uchodzących ze skarpy (21°41'E, 53°41'N) do ujścia do jeziora Kaczerajno (21°43'E, 53°42'N), wynosi około 2 km (ryc. 1). Dolina rzeki jest niemal na całej długości silnie zabagniona. Wąską dolinę wciętą w równinę sandrową porastają głównie zbiorowiska szuwarów z klasy *Phragmitetea* i olsów z klasy *Alnetea glutinosae* (Bellamy 1962, Polakowski i in. 1985, Sikorski i in. 2004).

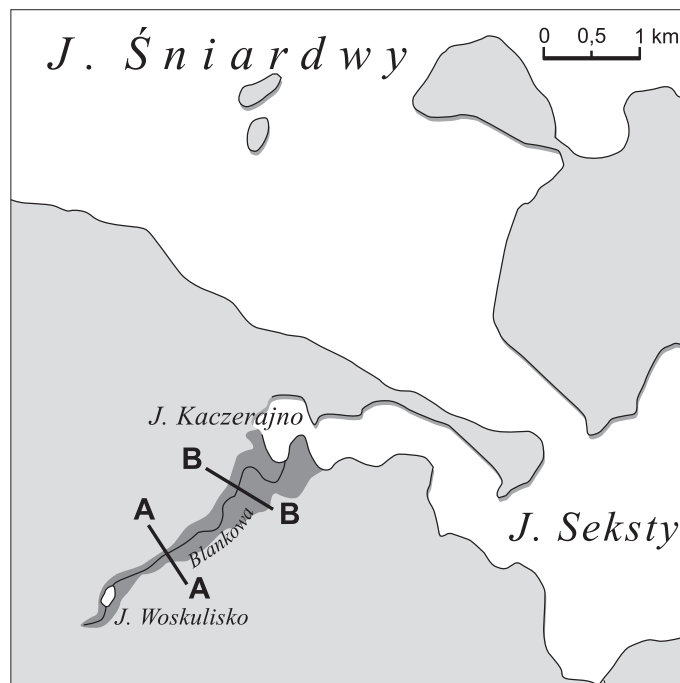
Dolina rzeki Blankowa odznacza się dużymi walorami przyrodniczymi i w planie ochrony projektowanego Mazurskiego Parku Narodowego sporządzonym przez Polakowskiego i in. (1985) została zaproponowana jako rezerwat. Cechą szczególną roślinności tej rzeki jest to, że jest jedną z nielicz-

nych o prawie zupełnie niewylesionej przez człowieka zlewni, co pozwala wyeliminować w analizach wpływ człowieka na zmiany roślinności. Od lat 60. zaprzestano na terenie doliny wyrębu drzew i koszenia łąk (poza jednym stanowiskiem), a więc w latach 1967–97 miały tu miejsce jedynie naturalne przemiany roślinności.

Metody pracy

Do oceny zmian w składzie gatunkowym roślinności wykorzystano zdjęcia z dwóch okresów, wykonane wzdłuż transektów A i B, poprowadzonych w poprzek doliny, w pasie o szerokości 50 m (ryc. 1). Stan wyjściowy określono na podstawie zdjęć fitosocjologicznych z roku 1959 (Bellamy 1962). Drugą serię zdjęć, w obrębie tych samych powierzchni badawczych, wykonano w roku 1999.

Na podstawie map roślinności doliny rzeki w skali 1:10 000 z 1967, 1988 i 1997 roku (Sikorski i in. 2004), sporządzono mapę tendencji zmian w zbiorowiskach roślinnych. Zbiorowiska leśne ujęte w ramach jednego zespołu różnicowano pod względem wieku najstarszej warstwy drzewostanu w kategoriach:



Ryc. 1. Lokalizacja doliny rzeki Blankowa, A, B – transekty wzdłuż których wykonano zdjęcia fitosocjologiczne

Fig. 1. Location of the Blankowa river valley, A, B – transects where phytosociological releves were made along

1–20, 21–40, 41–60, 61–80, 81–100, 101–120 lat (np. *Ribeso nigri-Alnetum* 1–20 lat). Wszystkie mapy zestawiono ze sobą oraz sporządzono szablony do obliczeń w programie ArcGIS 8.3. Sporządzono mapę przestrzennego rozmieszczenia zbiorowisk o liniowym i nieliniowym modelu zmian. Dysponując danymi zaledwie z trzech okresów na przestrzeni 30 lat trudno określić, o który z modeli zmian chodzi, można stwierdzić jednak, czy jest on liniowy (sukcesja, regresja) czy nieliniowy (fluktuacja, regeneracja/degeneracja). Czas między pomiarami jest stosunkowo krótki z punktu widzenia przemian roślinności i można uznać, że dane te są reprezentatywne dla modelu zmian. Liniowy i nieliniowy model zmian w przeciągu 30 lat identyfikowano dla każdej jednostki przestrzennej, jaka powstała w wyniku porównania map roślinności rzeczywistej z 1967, 1980 i 1997 roku. Każda taka powierzchnia odróżniała się od pozostałych swoistym przebiegiem zmian i każda była oceniana indywidualnie. Stan docelowy określano typem roślinności potencjalnej (Tüxen 1956, Zerbe 1998) i kierunków naturalnej tendencji sukcesji (Neuhäusl R. 1992, Kłosowski 1999). Przykładem liniowego modelu była następująca kolejność fitocenozy z klas: *Potametea* – *Phragmitetea* – *Alnetea glutinosae* (1–20 lat), nieliniowego z klas: *Potametea* – *Phragmitetea* – *Potametea*.

Charakter globalnych zmian przestrzennych roślinności stwierdzono w oparciu o model Markowa (Usher 1992, Gergel, Turner red. 2002). Model został skonstruowany na podstawie zarejestrowanych zmian w 9564 punktach rozmieszczonych regularnie na przecięciach linii siatki 10×10 m z całej powierzchni doliny rzeki (Sikorski i in. 2004).

Na podstawie macierzy $P_{1967-80}$ i wektora znanych wartości liczby punktów w danych typach roślinności w roku 1980 obliczono wartości oczekiwane liczb punktów w roku 1997. Zastosowano test χ^2 , aby ocenić istotność różnic wartości oczekiwanych z roku 1997 i rzeczywistych.

Wyniki badań

Zestawione zdjęcia fitosocjologiczne z lat 1959 i 1999 (tab. 1) pozwalają zaobserwować wyraźne zmiany w obecności gatunków roślin i ich pokryciu z różnych grup fitosocjologicznych. Zanikają zupełnie gatunki z klasy *Oxycocco-Sphagnetea* i zmniejszają pokrycie gatunki z klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* przy nieznacznym wzroście pokrycia gatunków z klasy *Vaccinio-Piceetea*. Zmianom tym towarzyszy znaczny przyrost pokrycia gatunków z klas *Alnetea glutinosae* i *Phragmitetea*. Zmiany mają charakter całkowicie naturalny, więc w kwestii oceny tego procesu zanikanie zbiorowisk oraz gatunków uznawanych za cenne (chronione) stoi w sprzeczności z zachowaniem naturalnej dynamiki roślinności.

Zmiany rozpatrywane jednostkowo wykraczają poza ramy typu zbiorowiska, w miejsce torfowisk przejściowych wnikają zbiorowiska szuwarów i olsów, stąd też niejednoznaczne mogą być oceny tego zjawiska.

Tab. 1. Roślinność badanych transektów w roku 1959 i 1999

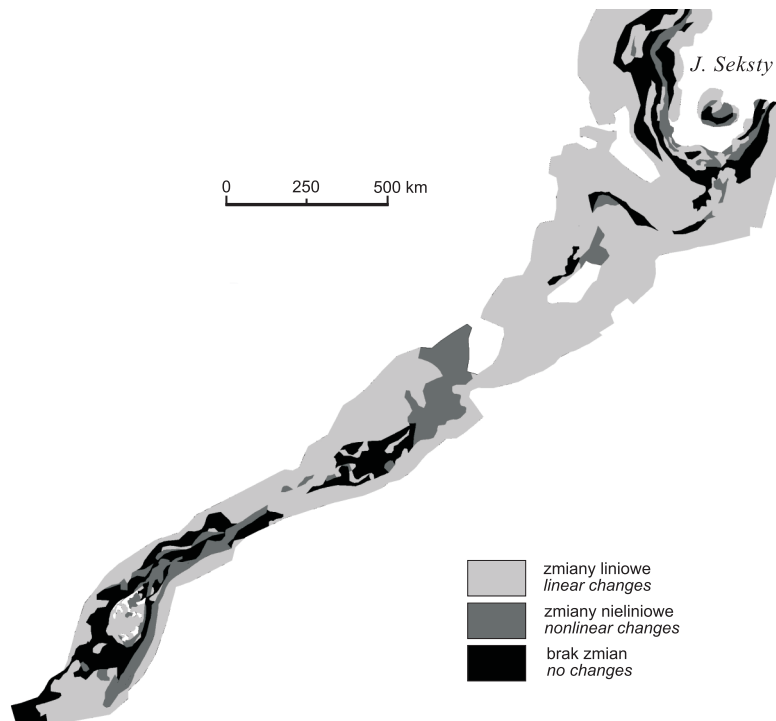
Tab. 1. Vegetation on investigated transects in 1959 and 1999

Strefy roślinności	1959 – A				1997 – A					1959 – B				1997 – B					
	I	II	III	IV	Ia	Ib	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	IVa	IVb	III	
	klasa <i>Vaccinio-Piceetea</i>																		
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Lycopodium annotinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pyrola rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
	klasa <i>Oxycocco-Sphagnetea</i>																		
<i>Oxycoccus palustris</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Drosera rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
	klasa <i>Scheuchzerio-Caricetea</i>																		
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	1	.	.	+	1	+	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex diandra</i>	.	2	+	.	.	.	1	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex limosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola palustris</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Carex dioica</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Triglochin palustre</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Liparis loeselii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriophorum angustifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epipactis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	klasa <i>Potametea</i>																		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	1	2	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Stratiotes aloides</i>	3	1	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.
<i>Nuphar luteum</i>	2	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Strefy roślinności	1959 – A				1997 – A					1959 – B				1997 – B					
	I	II	III	IV	Ia	Ib	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	IVa	IVb	III	
	klasa <i>Phragmitetea</i>																		
<i>Thelypteris palustris</i>	.	.	1	1	.	2	2	3	4	1	1	+	+	.	2	+	1	4	
<i>Phragmites australis</i>	.	+	.	2	.	1	1	1	1	.	.	.	3	.	1	2	1	3	
<i>Carex elata</i>	4	3	2	2	.	.	.	.	.	3	1	+	1	
<i>Carex rostrata</i>	.	2	+	.	.	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	1	+	
<i>Typha angustifolia</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	+	+	.	+	+	+
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	
<i>Peucedanum palustre</i>	+	+	+
<i>Carex paniculata</i>	.	.	+	+	
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	+	
<i>Galium palustre</i>	+	
	klasa <i>Alnetea glutinosae</i>																		
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	4	.	+	.	2	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	+	.	+	.	2	1	.	.	.	.	.	+	+	.	1
<i>Lycopus europaeus</i>	+	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Calamagrostis canescens</i>	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ribes nigrum</i>	.	.	.	+	
	klasa <i>Molinio-Artemisietea</i>																		
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	+	+	.	.	1	.	.	+	+
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus mollis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Galium uliginosum</i>	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+	+	+	+	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	+	+	+	.	+	+	
<i>Myosotis palustris</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	
<i>Caltha palustris</i>	.	.	+	+	+	.	+	
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	+	+	+	+	
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	+	+	+	+	

Ocena tendencji dynamicznych fitocenozy (ryc. 2), z punktu widzenia ochrony tak zmieniającej się mozaiki roślinności bagiennej, jest generalnie jednoznaczna. Znaczna część zbiorowisk roślinnych w dolinie rzeki zmieniała się liniowo. Dotyczy to znacznych powierzchni starzejących się lasów i fitocenozy na siedliskach o zmniejszającym się naturalnie w dolinie rzeki uwodnieniu lub też przeciwnie, stopniowo coraz bardziej uwodnionych. Sporą powierzchnię zajmują fitocenozy nie podlegające żadnym zmianom, przy czym dotyczy to obszarów, gdzie pojawia się mozaika powierzchni o różnym charakterze zmian. Dotyczy to głównie fitocenozy bagiennych na ple z klas takich jak: *Phragmitetea*, *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* i *Alnetea glutinosae* (1–20 lat). Układają się one w ciąg wzdłuż rzeki oraz znaczną część budująca mozaikę wokół jezior Woskulisko i Kaczerajno.

Najtrudniejsze do oceny pozostają powierzchnie o tendencjach do nieliniowych zmian. Największy taki obszar w przewężeniu doliny jest wynikiem działalności bobrów i wydaje się mieć epizodyczny charakter. Pozostałe powierzchnie znajdują się na styku z mineralnymi siedliskami borowymi i trudno stwierdzić przyczynę tego zjawiska.



Ryc. 2. Charakter zmian roślinności w dolinie rzeki Blankowa w latach 1967–97

Fig. 2. Character of vegetation changes in riparian landscape of the Blankowa river in 1967–97

Na podstawie modelu Markowa zastosowanego dla lat 1967–80, uzyskano macierz transformacji zbiorowisk uwzględniających wiek drzewostanów (Sikorski i in. 2004). Obliczono dla macierzy z lat 1967–80 prawdopodobieństwo zaistnienia stanów roślinności w roku 1997 i wyniki zestawiono w tabeli 2. χ^2 dla 9564 badanych punktów przy 19 stopniach swobody uzyskał wartość 3967,34 (przy 38,58 dla $\alpha = 0,05$), co oznacza, że model nie jest skuteczną metodą prognozowania zmian w dolinie rzeki Blankowa, gdyż zmiany mają charakter niejednorodnych. Liczby punktów w danym typie roślinności podane w tabeli 2 wskazują na znaczną nieregularność procesu.

Tab. 2. Zestawienie liczby badanych punktów w danym typie roślinności z uwzględnieniem wieku drzewostanów w poszczególnych latach (Sikorski i in. 2004)

Tab. 2. Number of investigated areas in certain vegetation type, concerning age of stand in different in particular years (Sikorski i in. 2004)

Nazwa jednostki	1967	1980	1997	1997*
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 1–20 (A)	2094	1320	1289	846
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 21–40 (B)	172	906	382	747
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 41–60 (C)	348	469	862	1285
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 61–80 (D)	1943	1994	899	2084
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 81–100 (E)	134	134	1406	134
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 101–120 (F)	83	83	134	83
<i>Ribeso nigri-Alnetum</i> 121–140 (G)	0	0	83	0
<i>Sphagno squarrosi-Alnetum</i> 41–60 (H)	155	0	0	0
<i>Sphagno squarrosi-Alnetum</i> 61–80 (I)	0	155	155	0
<i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i> (J)	133	33	33	155
<i>Phragmitetea</i> (K)	1508	1540	1308	1403
<i>Potametea</i> (L)	336	382	532	391
<i>Fraxino-Alnetum</i> 1–20 (M)	211	0	398	0
<i>Fraxino-Alnetum</i> 21–40 (N)	0	211	0	0
<i>Fraxino-Alnetum</i> 41–60 (O)	0	0	211	211
<i>Fraxino-Alnetum</i> 61–80 (P)	491	491	0	491
<i>Fraxino-Alnetum</i> 81–100 (Q)	0	0	491	0
<i>Molinetalia</i> (R)	539	539	141	539
brak roślinności (S)	1417	1307	1240	1195

* wartości oczekiwane wyliczone na podstawie modelu Markova z lat 1967–80

Na podstawie zestawień liczby badanych punktów w danym typie roślinności reprezentatywnych dla ich powierzchni w poszczególnych latach (tab. 2), można wskazać na tendencje jakim podlega każde z nich. W latach 1967–97 w dolinie rzeki Blankowa obserwuje się dość intensywne wnikanie zbiorowisk leśnych na siedliska nieleśne i dotyczy to szczególnie zbiorowisk *Ribeso nigri-Alnetum*. Obserwowano ich stały, choć nieznaczny, wzrost powierzchni.

Znaczna część olsów pozostawała w pierwszej kategorii wiekowej (1–20 lat), utrzymując strukturę zbiorowiska juvenilnego na trzęsawisku torfowym. Powierzchnia fitocenozy *Fraxino-Alnetum* uległa natomiast powiększeniu, gdyż w latach 1980–97, na skutek zaprzestania użytkowania gospodarczego, łąki w części wschodniej doliny przeistoczyły się w las. Łęgi istniejące już w 1967 roku utrzymywały się i podlegały jedynie procesowi starzenia.

W przypadku zbiorowisk nieleśnych nie zaobserwowano wbrew pozorom zmniejszania areалу, gdyż rozprzestrzeniały się one na miejsca pozbawione roślinności, na co wskazuje spadek powierzchni wód otwartych. Zbiorowiska wodne z klasy *Potametea* jednostajnie zwiększają swoje pokrycie na powierzchni jeziora Kaczerajno i Woskulisko. Powierzchnia *Phragmitetea* wzrosła nieco w pierwszym okresie i znacząco zmniejszyła się w drugim. Jedynie powierzchnie zajmowane przez fitocenozy z klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* w latach 1967–80 uległy gwałtownemu spadkowi, a w ostatnim okresie ustabilizowały się. Jeśli warunki hydrologiczne doliny nie zmienią się, prawdopodobnie ich powierzchnia utrzyma się.

Zestawienia liczb badanych punktów w danym typie roślinności, uszczegółowione o wiek drzewostanu w poszczególnych latach, pozwala prześledzić dokładniej zmiany zbiorowisk leśnych. Wyraźne jest rozwarstwienie wiekowe lasów łęgowych *Fraxino-Alnetum* i zupełny brak młodych olsów torfowcowych *Sphagno squarrosi-Alnetum*. Jedynie lasy *Ribeso nigri-Alnetum* odznaczają się różnowiekowym drzewostanem.

Dyskusja

Najcenniejsze zbiorowiska bagienne na trzęsawiskach, jakie znajdują się w dolinie rzeki Blankowej, podlegają intensywnym zmianom. Procesy te odbywają się całkowicie bez udziału człowieka i nie przyczyniają się na ogół do zanikania zbiorowisk określonego typu. Niepokojące może być jedynie zmniejszanie się powierzchni fitocenozy z klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae*, choć trudno stwierdzić, czy proces nie uległ zahamowaniu, co zaobserwowano w ostatnim okresie 1980–97. Zanikanie zbiorowisk tego typu na dużą skalę odnotowują Kamocki i Próchnicki (2000).

Ocena skuteczności ochrony roślinności bagiennej w dolinie rzeki Blankowa na podstawie samych gatunków prowadzi do niejednoznacznych wniosków, choć gdyby oceniać tylko na podstawie gatunków chronionych i wymierających (Polakowski 1976), należałoby proces ocenić negatywnie.

Znaczna część zbiorowisk roślinnych, na siedliskach zbliżonych do tych w dolinie rzeki Blankowa, zmienia się liniowo, lecz w przypadku fitocenozy na siedliskach o zmniejszającym się uwodnieniu proces ten przebiega bardzo nierównomiernie (Czerwiński, Matowiecka 1991). Taka mozaikowata postać zbiorowisk, wraz z bliżej nieokreślonymi tendencjami zmian w siedlisku, prowadzi do ukształtowania w dolinie rzeki podobnej struktury zmian ciągłych

i nieciągłych (ryc. 2). W bezpośrednim sąsiedztwie rzeki zbiorowiska nieleśne zmieniają się mozaikowo i nieliniowo w leśne, a w rejonie jeziora są rozmieszczone koncentrycznie wzdłuż linii brzegowej i zmieniają się względnie linowo wraz z zarastaniem zbiornika. Nie jest to więc proces tak jednostajny na brzegu jezior, jak wskazują to schematyczne modele sukcesji (Moor 1969, Kłosowski 1999). Niewątpliwie potrzebne są dłuższe obserwacje niż w niniejszej pracy, aby stwierdzić, czy roślinność przekształca się w ols *Ribeso nigri-Alnetum*, czy też w fitocenozę klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (Neuhäusl 1992). W planach ochrony jednostkami podstawowymi w takich mozaikowatych układach zbiorowisk powinny być całościowo ujęte kompleksy zbiorowisk związanych ze sobą dynamicznie ze względu na jednorodne warunki hydrologiczne. Głównym przedmiotem ochrony powinien być zaś ów proces.

Zmiany przestrzenne roślinności w dolinie rzeki Blankowa nie mają charakteru ciągłego i przyczyn ich może być wiele. Na początku pracy założono, że wpływ człowieka na roślinność doliny rzeki Blankowa był nieistotny w latach 1967–97, lecz uszucznienie zbiorowisk leśnych przed tym okresem spowodowało, że miały one niejednorodną strukturę wiekową. Podobnie na uproszczenie struktury krajobrazu wpływa użytkowanie znacznych powierzchni łąk w 1967 roku i zarzucenie koszenia, co skutkuje wykształcaniem się znacznych obszarów łągu *Fraxino-Alnetum* w okresach późniejszych. Aaviksoo (1995) sugeruje natomiast, że tendencje do zmian roślinności bagiennej na poziomie krajobrazowym stają się mniej przewidywalne z zastosowaniem modelu Markova dla zbiorowisk zantropogenizowanych, w przeciwieństwie do zbiorowisk bardziej naturalnych. Na terenie badanej doliny doszło w 1988 roku do powstania spiętrzenia wody w przewężeniu doliny, spowodowanego działalnością reintrodukowanych na tym obszarze bobrów. Powstał w tym miejscu półhektarowy staw, skutkiem czego w sąsiedztwie zamarło 7 ha lasu (dane Nadleśnictwa Pisz). Zjawisko, choć miało znaczenie lokalne, wpłynęło na ogólne tendencje zmian. W zabagnionych dolinach rzecznych roślinność podlega ponadto zmianom związanym z naturalnymi wahaniami w systemie hydrologicznym. Tym można tłumaczyć nierytmiczne przesuwanie się granic zbiorowisk szuwarowych i olsu *Phragmitetea* i *Ribeso nigri-Alnetea* w części środkowej doliny w pobliżu cieków. Zasadniczą przyczyną wykształcania się olsu na siedliskach szuwarowych jest stan zmniejszonego zabagnienia, a odwrotnie na skutek zwiększonego zabagnienia (Oświt 1972). Dość jednostajnie granica zmieniała się natomiast w rejonie jezior Woskulisko i Kaczerajno, co wskazuje z kolei na proces ich zarastania.

Wnioski

- Ocena skuteczności ochrony roślinności w dolinie rzeki Blankowa na podstawie samych gatunków prowadzi do niejednoznacznych wniosków.

- Zmiany przestrzenne, rozpatrywane jako tendencje liniowe i nieliniowe roślinności, pozwalają na wyznaczenie obszarów o przewidywalnych kierunkach zmian w przyszłości i obszarów o nieprzewidywalnych kierunkach, gdzie – zdaniem autorów – przedmiotem ochrony powinny być procesy hydrologiczne ujęte w planach ochrony zachodzące w kompleksach zbiorowisk, w których mają miejsce.
- Generalne zmiany przestrzenne roślinności w dolinie rzeki Blankowa nie mają charakteru prostoliniowego. Tym samym model Markova nie jest użyteczny w prognozowaniu zmian w przyszłości dla doliny rzeki Blankowa. Dalsze obserwacje pozwolą zweryfikować, czy zmiany nie mają charakteru krzywoliniowego, czy też podlegają wahaniom skokowym.
- W badanym okresie roślinność doliny podlegała naturalnym przemianom, zarówno roślinność związana z trzęsawiskami, gdzie zmiany są znaczne, jak i pozostałe, głównie dawne lasy gospodarcze, podlegające sukcesji wtórnej.

Literatura

- Aaviksoo K., 1993: *Changes of plant cover and land use types (1950`s to 1980`s) in three mire reserves and their neighborhood in Estonia*. „Landscape Ecol.” 8: 287–301.
- Aaviksoo K., 1995: *Simulating vegetation dynamics and land use in a mire landscape using a Markov model*. „Landscape Urban Plann.” 31: 129–142.
- Apan A.A., Raine S.R., Paterson M.S., 2002: *Mapping and analysis of changes in the riparian landscape structure of the Lockyer Valley catchment Queensland, Australia*. „Landscape Urban Plann.” 59: 43–57.
- Bellamy D.J., 1962: *Some observations on the peat bogs of the Wilderness of Pisz*. „Przegl. Geogr.” 34(4): 691–716.
- Czerwiński A., Matowicka B., 1991: *Contact dynamic zones between plant communities in river valley and moraine upland*. „Phytocoenosis” 3: 235–241.
- Dembek W., 2000: *Wybrane aspekty zróżnicowania torfowisk w młodo- i staroglacjalnych krajobrazach Polski Wschodniej*. Wyd. IMUZ. Falenty.
- Diggelen van R., Molenaar W.J., Kooijman A.M., 1996: *Vegetation succession in floating mire in relation to management and hydrology*. „J. Veg. Sci.”, 7: 809–820.
- Falińska K., 1996: *Ekologia roślin*. PWN. Warszawa.
- Gergel M.T., Ruscher C.L., 1988: *Changes in landscape patterns in Georgia, USA*. „Landscape Ecol.” 1: 241–251.
- Kamocki A., Próchnicki P., 2000: *Retrospektywna fotointerpretacja zmian struktury krajobrazowej uroczyska Stare Biele* [w:] Czerwiński A., (red.), *Przemiany siedlisk i roślinności torfowisk uroczyska Stare Biele w Puszczy Knyszyńskiej*. Wyd. Polit. Białostockiej. Białystok: 183–200.
- Kłósowski S., 1999: *Układy przestrzenne roślinności litoralnej a procesy sukcesyjne na przykładzie jezior eutroficznych* [w:] Radwan S., Kornijow R., *Problemy aktywnej ochrony ekosystemów wodnych i torfowiskowych w polskich parkach narodowych*. Wyd. UMCS. Lublin: 197–202.
- Lorens B., Grądziel T., Sugier P., 1998: *Zmiany roślinności w ekotonie woda-ląd jeziora Bikcze w latach 1993–1998* [w:] Radwan S. (red.), *Ekotony słodkowodne*. Wyd. UMCS. Lublin: 51–62.

- Lorens B., Grądziel T., Sugier P., 2000: *Procesy zachodzące w fitocenozach ekotonu jeziora Ciesacin na obszarze renaturyzacji* [w:] Michalczyk Z., *Renaturyzacja obiektów przyrodniczych*. Wyd. UMCS. Lublin: 63–77.
- Lorens B., Sugier P., 1999: *Zmiany roślinności wodnej i przybrzeżnej jeziora Łukie w latach 1952–1998* [w:] Radwan S., Kornijow R. (red.), *Problemy aktywnej ochrony ekosystemów wodnych i torfowiskowych w polskich parkach narodowych*. Wyd. UMCS. Lublin: 203–209.
- Moor M., 1969: *Zonation und Sukzession am Ufer Stehender und Fliessender Gewässer*. „Vegetatio”, 17: 26–32.
- Muller R.M., Middleton J., 1994: *A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region*. „Landscape Ecol.” 9: 151–157.
- Neuhäusl R., 1992: *Primary and secondary succession on wooded peat-bogs*. „Acta. Soc. Bot. Pol.” 61(1): 89–102.
- Oświt J., 1972: *Naturalne siedliska torfotwórcze jako podstawa jednostek przyrodniczych*. „Rocz. Nauk. Rol.” ser. F 79(3): 29–50.
- Piotrowska H., Olaczek R., 1991: *The real vegetation map of the Woliński National Park as a source of information about the anthropogenic changes of forest communities*. „Phytocoenosis 3 Supplementum Cartographiae Geobotanicae” 2: 287–294.
- Plit J., Solon J., 1991: *Long-term vegetation changes – an attempt of cartographic presentation of vegetation dynamics*. „Phytocoenosis 3 Supplementum Cartographiae Geobotanicae” 2: 145–157.
- Polakowski B., 1976: *Zanikanie składników torfowiskowych na Pojezierzu Mazurskim*. „Phytocoenosis” 5 (3–4): 265–274.
- Polakowski B., Jutrzenka-Trzebiatowski A., Hołdyński C., 1985: *Waloryzacja przyrodnicza projektowanego Mazurskiego Parku Narodowego (w granicach woj. Suwalskiego)*. Wojewódzki Urząd Konserwatora Przyrody. Olsztyn. Maszynopis: 1–39.
- Ricotta C., Carranza M.L., Avena G., Blasi C., 2002: *Are potential natural vegetation maps a meaningful alternative to neutral landscape models?* „Appl. Veg. Sci.” 5: 271–257.
- Sikorski P., Wysocki C., Pawlicki R., 2004: *Vegetation change models In the riparian landscape of the Blankowa river valley (in north-east Poland)*. Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW. „Horticult. Landsc. Architect.” 25: 183–195.
- Solińska-Górnicka B., Symonides E., 2001: *Long-term changes in the flora and vegetation of lake mikołajskie (Poland) as a result of its eutrophization*. „Acta Soc. Bot. Pol.” 70: 323–334.
- Turner M.G., Gardner R.H., O'Neill R.V., 2002: *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer. New York.
- Tüxen R., 1956: *Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*. „Angew. Pflanzensoz.” 13: 3–42.
- Usher M.B., 1992: *Statistical models of succession* [w:] Glenn-Lewin D.C., Peet R.K., Veblen T.T. (red.), *Plant succession: Theory and prediction*. Chapman and Hall. London: 215–248.
- Zerbe S. 1998: *Potential natural vegetation: validity and applicability in landscape planning and nature conservation*. „Appl. Veg. Sci.” 1: 165–172.

