

Anna KOWALSKA

Polska Akademia Nauk
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
Warszawa, Polska
e-mail: aniak@twarda.pan.pl

WPŁYW OBWAŁOWAŃ NA ZRÓŻNICOWANIE ROŚLINNOŚCI RÓWNINY ZALEWOWEJ W DOLINIE ŚRODKOWEJ WISŁY, NIZINA MAZOWIECKA

EMBANKMENTS INFLUENCE ON DIVERSITY OF FLOODPLAIN VEGETATION IN THE MIDDLE VISTULA RIVER VALLEY, MAZOVIAN PLAIN

Słowa kluczowe: Dolina Środkowej Wisły, równina zalewowa, zróżnicowanie roślinności, obwałowania, analizy krajobrazowe

Key words: the Middle Vistula Valley, floodplain, vegetation diversity, embankments, landscape analysis

Streszczenie Celem opracowania jest ukazanie zróżnicowania struktury roślinności w dolinie środkowej Wisły, wynikającego z przecięcia równiny zalewowej wałami przeciwpowodziowymi. W pracy wykorzystano numeryczne mapy roślinności doliny środkowej Wisły na odcinku pomiędzy Puławami i miejscowością Karczew pod Warszawą. Wyniki przeprowadzonej analizy świadczą o znaczącym wpływie obwałowania rzeki na strukturę i różnorodność roślinności. Wały przeciwpowodziowe przyczyniają się do powstania dwóch odmiennych jednostek krajobrazowych: międzywał i zawała położonych w obrębie naturalnej równiny zalewowej. Ich wpływ na ogólną różnorodność roślinności na badanym obszarze jest wieloraki. Z jednej strony przyczyniają się do podniesienia ogólnej różnorodności na zawału przez zwiększenie liczby typów zbiorowisk i ogólnej liczby płatów na jednostkę powierzchni, a z drugiej obniżają tę różnorodność np. w wyniku upraszczania kształtu wydzielań. Wpływają również na zwiększenie stopnia synantropizacji roślinności.

Abstract This paper has sought to point to differences in vegetation structure in the middle Vistula river valley resulting from floodplain intersection by embankments. Digital maps of vegetation in the valley reach between towns Puławy and Karczew above Warsaw were the basic materials for the analysis. Embankments turned out to have a significant influence on the structure and diversity of floodplain vegetation. They contribute to existence of 2 different landscape units, between and behind dikes, located within natural floodplain. Their impact on vegetation diversity of the study area is very complex. On the one hand, they contribute to increase in the general diversity of the area behind dikes raising the number of vegetation communities types and the number of patches within the unit of area. However, on the other hand, they reduce the diversity simplifying the shape of polygons. They also increase the level of vegetation synanthropization.

WSTĘP

Doliny dużych rzek należą do najbardziej dynamicznych układów przyrodniczych. Koryto i równina zalewowa są stale przekształcane w wyniku działania procesów korytowych, erozji dna i brzegów oraz akumulacji rumowiska. Największą intensywność tych procesów obserwujemy podczas wezbrań rzeki. Czerpiąc korzyści z sąsiedztwa rzek (zasoby czystej wody, żyzne ziemie, szlaki komunikacyjne), człowiek, od wieków, próbuje ograniczyć zasięg ich oddziaływania przy pomocy różnych zabiegów technicznych. Jednym z nich są obwałowania. Wały przeciwpowodziowe budowane jako ochrona przed wezbrańmi, których prawdopodobieństwo wystąpienia jest mniejsze niż raz na 100 lat - „woda stuletnia” (Rozporządzenie..., 2007), dzielą tereny zalewowe na dwie wyraźnie odmienne strefy: obszar międzywała z korytem rzeki i niższymi poziomami akumulacyjnymi równiny zalewowej o ogromnie zróżnicowanej w czasie i przestrzeni rzeźbie i stosunkach hydrologicznych, oraz część równiny zalewowej na zawału, pozbawioną okresowych zalewów i dopływu rumowiska niesionego z wodami rzeki.

Zmiany warunków abiotycznych będące następstwem obwałowania rzeki i innych działań człowieka (Olaczek, 2000) spowodowały, że obie strefy różnią się zdecydowanie pod względem roślinności - najczulszego wskaźnika przemian zachodzących w krajobrazie. Dotyczy to zarówno roślinności rzeczywistej, odzwierciedlającej aktualną strukturę krajobrazu poprzez mozaikę biotopów, jak i roślinności potencjalnej (Tüxen, 1956), wyznaczającej przestrzenną strukturę krajobrazu ze względu na mozaikę obszarów siedliskowych (Matuszkiewicz, 1974).

Celem niniejszej pracy jest ukazanie zróżnicowania struktury roślinności w dolinie środkowej Wisły, wynikającego z przecięcia równiny zalewowej wałami przeciwpowodziowymi. Obszar badań obejmował fragment doliny (holoceńskiej równiny zalewowej) pomiędzy Puławami i miejscowością Karczew pod Warszawą (372-493 km biegu rzeki).

W pracy przyjęto definicję równiny zalewowej za Wolmanem i Leopoldem (1957), według której jest to obszar w pobliżu koryta rzecznej zalewany, co najmniej raz w pewnym założonym okresie czasu.

MATERIAŁY I METODY

Podstawowymi materiałami do analizy zróżnicowania roślinności w dolinie środkowej Wisły były numeryczne mapy roślinności rzeczywistej i potencjalnej w skali 1:25000, wykonane przez zespół Zakładu Geoekologii IGiPZ PAN na podstawie materiałów zebranych podczas kartowania terenowego w latach 1993-2001¹.

¹ Numeryczna mapa roślinności rzeczywistej i potencjalnej doliny środkowej Wisły, 2005, autorzy: A. Kozłowska, J.M. Matuszkiewicz (red.), J. Plit, E. Roo-Zielińska, J. Solon, niepublikowana.

Każdy płat roślinności zidentyfikowany w terenie został sklasyfikowany pod względem roślinności rzeczywistej (wyróżniono zarówno jednostki jednorodne jak i kompleksowe składające się z 2 lub 3 różnych typów zbiorowisk) i potencjalnej roślinności naturalnej. Nazewnictwo syntaksonomicznych jednostek roślinności przyjęto za W. Matuszkiewiczem (2001).

Zasięg równiny zalewowej został wyznaczony na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000, a położenie wałów przeciwpowodziowych ustalono w oparciu o mapę topograficzną w skali 1:25000 (baza: Geoportal.gov.pl).

Wymienione materiały kartograficzne zestawiono i poddano analizie w programie GIS ArcView 3.3. Odpowiednie funkcje tej aplikacji umożliwiły porównanie obu części równiny zalewowej (międzywala i zawala), określenie różnic w strukturze roślinności oraz przedstawienie ich w formie kartograficznej.

Do oceny zróżnicowania roślinności wykorzystano szereg wskaźników krajobrazowych:

- liczba typów roślinności potencjalnej i rzeczywistej,
- udział powierzchniowy poszczególnych typów roślinności potencjalnej i rzeczywistej,
- wskaźnik podobieństwa typologicznego – liczony wg formuły $2c/(a+b)$, gdzie c – liczba typów wspólnych dla obu części, a – liczba typów w międzywale; b – liczba typów na zawalu (Richling, Solon, 1998),
- wskaźnik różnorodności Shannona (SDI) liczony wg wzoru $SDI = - \sum p_i \log_2 p_i$, gdzie p_i to udział powierzchniowy i -tej typu roślinności,
- wskaźnik równomierności Shannona (SEI) liczony wg wzoru $SEI = SDI/\ln(N)$, gdzie N to liczba typów występujących zbiorowisk,
- średnia wielkość wydzielenia,
- liczba płatów na jednostkę powierzchni,
- średni wskaźnik kształtu liczony przy założeniu, że dla danej powierzchni minimalny obwód ma koło (Solon, 2002).

Analizy statystyczne wykonano w programie Statistica 9.

TEREN BADAŃ

Badany fragment doliny środkowej Wisły obejmuje ponad 120-kilometrowy odcinek rzeki od Puław do miejscowości Karczew wraz z równiną zalewową o łącznej powierzchni 519,15 km², w tym 136,02 km² stanowi obszar międzywala. W podziale regionalnym J. Kondrackiego (1994) jest to obszar mezoregionu Dolina Środkowej Wisły.

Równinę zalewową tworzą 2 poziomy: pierwszy, wyższy o wysokości 2-3 m i drugi niższy do wysokości 1,5 m ponad średni poziom wody (Starkel, 2001). Na wyższej terasie zbudowanej z utworów pozakorytowych (mady rzeczne) występują liczne ślady wypełnionych namułami paleomeandrów (Maruszczak, 1997). Część z nich jest wykorzystywana przez współczesne odpływy. Niższy poziom zbudowany

jest w znacznej części z piasków i żwirów, które tworzą liczne wyspy, łachy i mielizny w korycie. Na terenach zalewowych spotykamy także zajmujące niewielkie powierzchnie osady torfowe. Równina zalewowa obfituje w starorzecza – w różnym stadium sukcesji i zaniku, czynne rozgałęzienia Wisły oraz różnej wielkości cieków powierzchniowe. Koryto w znacznym stopniu wyprostowane, o roztokowym charakterze tworzy wielkopromienne meandry, które na niektórych odcinkach podcinają terasy nadzalewowe (Sarnacka, 1987).

Koryto rzeki jest w dużym stopniu uregulowane (Zieliński, 1999), Wisła została obudowana ostrogami, tamami podłużnymi oraz opaskami i umocnieniami brzegowymi. Budowle regulacyjne nie są rozmieszczone równomiernie co wynika z naturalnych cech rzeki (Kowalski, 1997).

Wisła jest na tym odcinku prawie w całości obwałowana. Wały w większości powstały po II wojnie światowej, ale pierwsze lokalne obwałowania wzniesiono już w XIX wieku (Łajczak i in., 2006). Ograniczają obszar zalewów do terenu międzywala o szerokości od 730 do blisko 2000 m.

Wielkości przepływu wody w rzece na badanym odcinku są bardzo zróżnicowane i wahają się od 148 m³/s w Puławach i 192 m³/s w Gusinie (na 461,5 km) przy wodzie średniej niskiej do 7520 m³/s w Puławach i 7450 m³/s w Gusinie przy wielkiej wodzie o prawdopodobieństwie pojawienia się raz na 100 lat. Związane z nimi wahania poziomów wody wynoszą odpowiednio 5,89 i 6,44 m (Konceptja..., 2003).

Z dużą częścią obszaru badań związane są gleby napływowe. Są to przede wszystkim gleby aluwialne – mady. Tworzą je utwory piaszczyste, pylaste lub iłowe. Ich charakterystyczną cechą jest warstwowanie związane z okresowym osadzaniem materiałów mineralnych i organicznych o różnym uziarnieniu i składzie chemicznym. Poziom wód glebowo-gruntowych zależy tu w dużej mierze od stanu wody w rzece. Mogą występować okresowo tuż pod powierzchnią, mogą zatapiać glebę lub obniżać się nawet poniżej kilku metrów głębokości. Wyróżnia się mady ze słabo i dobrze wykształconym poziomem próchnicznym. W miejscach nieco wyżej położonych, nie podlegającym stałym zalewom, powstają mady brunatne (Konecka-Betley i in., 1999).

ZRÓŻNICOWANIE STRUKTURY ROŚLINNOŚCI

Roślinność jest najbardziej widocznym elementem środowiska, odzwierciedlającym różnorodność warunków geologicznych, geomorfologicznych, hydrologicznych i glebowych, które wpływają na bogactwo siedlisk, mozaikowość środowisk i krajobrazu w dolinie.

Roślinność potencjalna

Na terenie międzywala (z pominięciem koryta) wyróżniono 8 głównych typów potencjalnej roślinności naturalnej (tabela 1). Zdecydowanie dominują siedliska łągów wierzbowego (*Salicetum albo-fragilis*) i topolowego (*Populetum albae*), na mapie przedstawione w ramach jednej jednostki (*Salici-Populetum*). Drugą pozycję pod

względem powierzchni zajmują siedliska łągu wiązowo-jesionowego (*Ficario-Ulmetum*). Natomiast pozostałe, wyróżnione siedliska mają w międzywalu niewielki udział. Ogólna różnorodność powierzchniowa roślinności (wskaźnik Shannona SDI) wynosi 1,04, a wskaźnik równomierności SEI – 0,41.

Odwrotna sytuacja występuje na zawału. Wśród wyodrębnionych 9 głównych typów przeważa na tym obszarze siedlisko łągu wiązowo-jesionowego (*Ficario-Ulmetum*). Siedliska łągów wierzbowego (*Salicetum albo-fragilis*) i topolowego (*Populetum albae*) zajmują znacznie mniejszą powierzchnię. Obserwujemy je wokół starorzeczy i dopływów Wisły. Podobny udział powierzchniowy mają siedliska łągu jesionowo-olszowego (*Fraxino-Alnetum*), występujące na skrzydłach równiny zalewowej i w obniżeniach terenu zajętych przez doliny niewielkich cieków, z utworami organicznymi w podłożu. Inne typy siedlisk mają znacznie mniejszy zasięg. Ogólna różnorodność powierzchniowa roślinności (wskaźnik Shannona SDI) jest nieco wyższa niż w międzywalu i wynosi 1,15, a wskaźnik równomierności SEI – 0,45.

Tab. 1. Potencjalna roślinność naturalna

Tab. 1. Natural potential vegetation

Potencjalna roślinność naturalna <i>Natural potential vegetation</i>	Międzywale (bez koryta rzeki) <i>Area between embankments (without riverbed)</i>		Zawale <i>Area behind embankments</i>	
	powierzchnia (km ²) <i>area (sq km)</i>	udział % <i>spatial share (%)</i>	powierzchnia (km ²) <i>area (sq km)</i>	udział % <i>spatial share (%)</i>
Łęgi wierzbowe i topolowe (<i>Salici-Populetum</i>)	68,56	82,05	29,58	7,72
Łęgi jesionowo-wiązowe (<i>Ficario-Ulmetum</i>)	12,07	14,44	307,50	80,26
Łęgi jesionowo-olszowe (<i>Fraxino-Alnetum</i>)	0,42	0,50	29,19	7,62
Olsy (<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>)	0,19	0,22	6,46	1,69
Grądy (<i>Tilio-Carpinetum</i>)	1,48	1,77	5,96	1,56
Dąbrowy świetliste (<i>Potentillo albae-Quercetum</i>)	-	-	0,09	0,02
Bory sosnowe świeże (<i>Leucobryo-Pinetum</i>)	0,04	0,05	-	-
Bory mieszane (<i>Querco-Pinetum</i>)	0,07	0,08	1,12	0,29
woda	0,74	0,88	3,01	0,79
bez roślinności	-	-	0,21	0,06
razem	83,55	100,00	383,13	100,00

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's study.

Roślinność rzeczywista

W międzywalu wydzielono 936 płatów roślinności, które zostały zakwalifikowane do 41 typów zbiorowisk roślinnych (zgrupowanych w 29 szerszych kategoriach -

tabela 2); 260 z nich to wydzielenia odpowiadające jednostkom kompleksowym (2 lub 3 elementowym) - tabela 3. Największą powierzchnię zajmują zbiorowiska leśne i zaroślowe (25,75%), pośród których największą rolę odgrywają łągi wierzbowotopolowe i wikliny nadrzeczne. Duży udział mają także zbiorowiska łąkowo-pastwiskowe i murawowe (18,76%), ze znaczącą rolą łąk i pastwisk zalewnych, a zdecydowanie mniejszy zbiorowiska towarzyszące uprawom polnym oraz sadom i ogrodom (8,26%). Pozostałą część stanowi roślinność wodna i szuwarowa (5,64%), z charakterystycznym dla obszaru międzywala zbiorowiskiem terofitów efemerycznych na brzegach wód (głównie z klasy *Bidentetea tripartitii*) oraz ziołorośla (2,22%). Ogólna różnorodność powierzchniowa roślinności (wskaźnik Shannona SDI) wynosi 2,63, a wskaźnik równomierności SEI – 0,71.

Na blisko trzykrotnie większym obszarze zawala wydzielono 2369 poligonów, wśród których zidentyfikowano 60 typów zbiorowisk roślinnych (32 kategorie w tabeli 2). 781 z nich to jednostki kompleksowe – co stanowi ponad 6% wydzieleni więcej niż na obszarze międzywala. Na zawalu zdecydowanie przeważają zbiorowiska segetalne (65,95%). Dużą powierzchnię zajmują także zbiorowiska łąk, pastwisk i muraw (19,84%); największą łąki świeże ze związku *Arrhenatherion*. Dominujące w międzywalu lasy i zarośla stanowią niewiele ponad 7,5% powierzchni, w tym nieobecne w międzywalu grądy, olsy i wiele zbiorowisk leśnych niokreślonych fitosocjologicznie. Mniejszy jest także udział zbiorowisk wodnych i szuwarowych (3,32%) oraz ziołorośli (0,17%). Natomiast większą rolę odgrywają różne zbiorowiska ruderalne z klasy *Artemisietea*. Ogólna różnorodność powierzchniowa roślinności (wskaźnik Shannona SDI) wynosi 2,54, a wskaźnik równomierności SEI – 0,62. Obie wartości wskaźników są niższe niż w międzywalu, co można tłumaczyć większym zróżnicowaniem udziału powierzchniowego wyróżnionych typów, pomimo ich większej liczby. Wskaźnik podobieństwa typologicznego obu części równiny zalewowej wynosi 0,73.

Tab. 2. Roślinność rzeczywista

Tab. 2. Actual vegetation

ZBIOROWISKO ROŚLINNE VEGETATION COMMUNITY	Międzywale <i>Area between embankments</i>			Zawale <i>Area behind embankments</i>		
	Liczba poligonów <i>Number of polygons</i>	Powierzchnia (km ²) <i>Area (sq km)</i>	Udział % <i>Spatial share (%)</i>	Liczba poligonów <i>Number of polygons</i>	Powierzchnia (km ²) <i>Area (sq km)</i>	Udział % <i>Spatial share (%)</i>
Lasy iglaste						
Bory mieszane (<i>Quercus-Pinetum</i>)	1	0,01	0,01	6	0,10	0,03
Zbiorowiska borów nieokreślone (<i>Dicrano-Pinion</i>)	-	-	-	1	0,06	0,02
Lasy liściaste						
Grądy (<i>Tilio-Carpinetum</i>)	-	-	-	4	0,08	0,02
Łęgi jesionowo-wiązowe (<i>Ficario-Ulmetum</i>)	2	0,02	0,02	30	10,61	0,42
Łęgi jesionowo-olszowe (<i>Fraxino-Alnetum</i>)	1	0,01	0,01	94	8,33	2,17
Lasy liściaste słabo określone (<i>Quercus-Fagetea</i>)	-	-	-	1	0,04	0,01
Lasy i zarośla bagienne						
Olsy (<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>)	-	-	-	18	0,92	0,24
Łozowisko (<i>Salicetum pentandro-cinereae</i>)	-	-	-	8	0,10	0,03
Lasy i zarośla wierzbowe						

Łęgi wierzbowe i topolowe (<i>Salici-Populetum</i>)	124	10,27	7,55	131	10,54	2,75
Wikliny nadrzeczne (<i>Salicetum triandro-viminalis</i>)	280	24,58	18,07	52	3,47	0,91
Lasy nieokreślone						
lasy nieokreślone fitosocjologicznie liściaste	2	0,06	0,05	32	2,32	0,61
lasy nieokreślone fitosocjologicznie sosnowe	-	-	-	15	0,73	0,19
zarośla						
półnaturalne zarośla krzewów liściastych - klasa <i>Rhamno-Prunetea</i>	1	0,05	0,04	6	0,34	0,09
zarośla nieokreślone	-	-	-	2	0,13	0,03
łąki						
wilgotne łąki knieciowe ze związku <i>Calthion</i>	5	0,42	0,30	106	13,68	3,57
różne łąki świeże rajgrasowe (łąki grądowe) ze związku <i>Arrhenatherion</i>	28	2,94	2,16	242	42,75	11,06
łąki rajgrasowe z gatunkami ciepłolubnymi (zbliżone do kserotermicznych muraw z klasy <i>Festuco-Brometea</i>)	3	0,15	0,11	-	-	-
ubogie łąki rajgrasowe (zbliżone do muraw piaskowych <i>Vicio-Potentillion</i>)	5	0,68	0,50	4	0,05	0,01
pastwiska grzebieniowe (ze związku <i>Cynosurion</i>)	56	8,76	6,44	164	12,88	3,36
kompleks łąk i pastwisk zalewnych (<i>Agropyro-Rumicion crispi</i> , <i>Cnidion dubii</i> i inn.)	106	11,71	8,61	66	5,94	1,55
murawy piaskowe						

murawy piaskowe z zawciągiem (związek <i>Vicio lathyroidis-Potentillion argenteae</i>)	2	0,02	0,02	6	0,41	0,11
murawy piaskowe szcztolichowe (<i>Spergulo-Corynephorretum</i>)	5	0,25	0,19	6	0,15	0,04
murawy trzcinnikowo-perzowe na aluwiach (nieokreślone zbiorowisko <i>Eryngium planum-Calamagrostis epigeios</i>)	7	0,59	0,43	-	-	-
torfowiska						
torfowiska niskie i przejściowe (klasa <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i>)	-	-	-	3	0,15	0,04
szuwary						
szuwary właściwe (związek <i>Phragmition</i>)	42	1,66	1,22	144	8,65	2,26
szuwary turzycowe (związek <i>Magnocaricion</i>)	7	0,13	0,09	28	0,61	0,16
zbiorowiska terofitów efemerycznych na brzegach wód, głównie z klasy <i>Bidentetea tripartitii</i>	77	5,71	4,20	-	-	-
zbiorowiska zakorzenionych makrofitów wodnych (klasa <i>Potametea</i>)	4	0,17	0,13	38	3,44	0,90
wody powierzchniowe bez makrofitów	24	53,16	39,08	24	1,78	0,46
zbiorowiska ruderalne						
zróżnicowane zbiorowiska ruderalne głównie z klasy <i>Artemisietea</i>	15	0,47	0,34	324	10,77	2,84
zbiorowisko ruderalnego lasu z robinią (" <i>Robinetum</i> ")	1	0,01	0,01	-	-	-
kompleks kultywowanej roślinności ozdobnej	1	0,04	0,03	2	0,07	0,02
ziołorośla rudbekii i amerykańskich nawłoci (<i>Rudbeckio-Solidaginetum</i>)	35	2,91	2,14	5	0,31	0,08

zbirowiska segetalne						
Kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach zasobnych ze zbiorowiskami skrytka polnego (podzwiązek <i>Aphanenion</i>) w uprawach zbożowych	20	0,97	0,71	51	4,12	1,08
Kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach zasobnych w dolinie rzeki ze zbiorowiskami skrytka polnego (podzwiązek <i>Aphanenion</i>) w uprawach zbożowych oraz zbiorowiskiem komosy wielonasiennej (<i>Oxalido-Chenopodietum polyspermi</i>) w uprawach okopowych	45	8,36	6,14	325	167,05	43,60
Kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach ubogich ze zbiorowiskami chłodka (podzwiązek <i>Arnosseridenion</i>) w uprawach zbożowych	2	0,03	0,02	1	0,06	0,01
Zbiorowiska roślin jednorocznych lub dwuletnich na ugorach porolnych we wczesnych fazach sukcesji	-	-	-	2	0,69	0,18
Kompleksy zróżnicowanej roślinności segetalno-ruderalnej związane z sadami i ogrodami (klasa <i>Stellarietea mediae</i>)	35	1,87	1,38	455	80,67	21,06
razem	936	136,02	100,00	2396	383,13	100,00

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's study.

Tab. 3. Udział jednostek jednorodnych i kompleksowych na mapie roślinności rzeczywistej

Tab. 3. Share of homogeneous and complex units on the map of actual vegetation

Charakterystyka jednostek roślinności <i>Characteristics of vegetation units</i>	Międzywale <i>Area between embankments</i>				Zawale <i>Area behind embankments</i>			
	Liczba poligonów <i>Number of polygons</i>	Udział liczbowy (%) <i>Share (%)</i>	Łączna pow. (km ²) <i>Area (sq km)</i>	Udział pow. (%) <i>Spatial share (%)</i>	Liczba poligonów <i>Number of polygons</i>	Udział liczbowy (%) <i>Share (%)</i>	Łączna pow. (km ²) <i>Area (sq km)</i>	Udział pow. (%) <i>Spatial share (%)</i>
Jednorodna	676	72,22	104,40	76,75	1583	66,07	248,64	64,90
Kompleks dwuelementowy	172	18,38	21,82	16,04	363	15,15	87,18	22,75
Kompleks trzejelementowy	88	9,40	9,80	7,21	450	18,78	47,31	12,35
razem	936	100,00	136,02	100,00	2396	100,00	383,13	100,00

Tab. 4. Zróżnicowanie płatów roślinności pod względem powierzchni

Tab. 4. Spatial diversity of vegetation units

Teren analiz <i>Area of analysis</i>	Liczba poligonów <i>Number of polygons</i>	Łączna pow. (km ²) <i>Area (sq km)</i>	Liczba poligonów na km ² <i>Number of polygons in 1 sq km</i>	Średnia pow. płatu (km ²) <i>Mean area of polygon (sq km)</i>	Mediana (km ²) <i>Mediana (sq km)</i>	Minimalna pow. płatu (km ²) <i>Minimal area of polygon (sq km)</i>	Maksymalna pow. płatu (km ²) <i>Maximal area of polygon (sq km)</i>	Odch. stand. <i>Standard deviation</i>	Wariancja <i>Variance</i>
Międzywale (bez koryta Wisły)	933	83,63	0,09	0,0896*	0,0442	0,0026	1,7838	0,0192	0,1385
Zawale	2396	383,13	0,16	0,1599*	0,0361	0,0007	25,4938	0,5736	0,7573

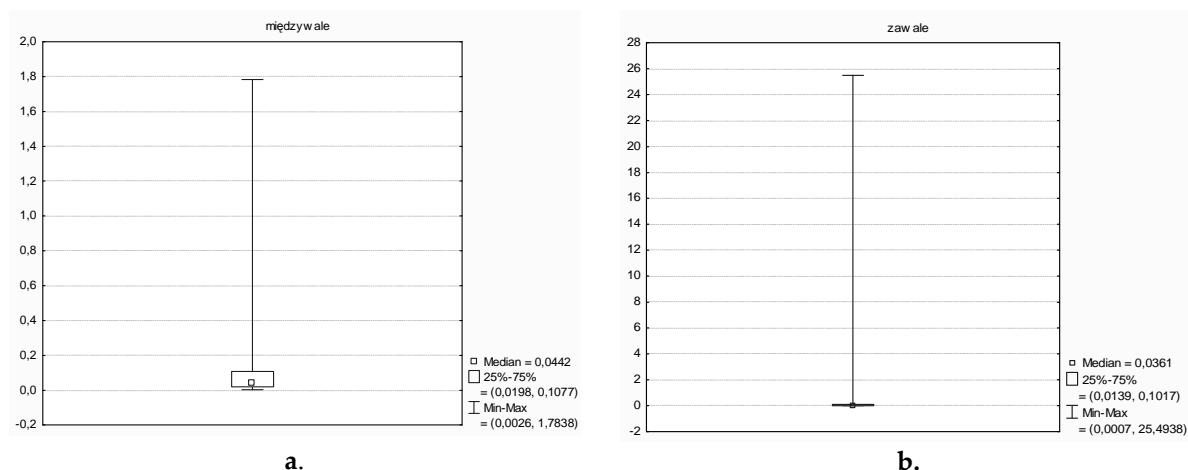
* p=0,001 – istotność różnicy między średnimi

Źródło tab. 3,4: opracowanie własne.

Source tab. 3,4: author's study.

Wskaźniki konfiguracji

Zróźnicowanie płatów roślinności pod względem wielkości powierzchni, w obu analizowanych częściach przedstawia rycina 1 i tabela 4. W międzywale obserwujemy niższą średnią wartość powierzchni wydzielenia (przy pominięciu koryta Wisły), natomiast na zawalu występuje więcej jednostek mniejszych od średniej (83,78% wszystkich wydzieleni; w międzywale 70,42%) i jednocześnie większa jest liczba płatów na km².



Ryc. 1. Zróźnicowanie płatów roślinności pod względem powierzchni:
a. międzywale, b. zawale. Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1. Spatial diversity of vegetation units: a. area between embankments,
b. area behind embankments. Source: author's study.

Tab. 5. Zróźnicowanie płatów roślinności pod względem wskaźnika kształtu
Tab. 5. Shape index diversity of vegetation units

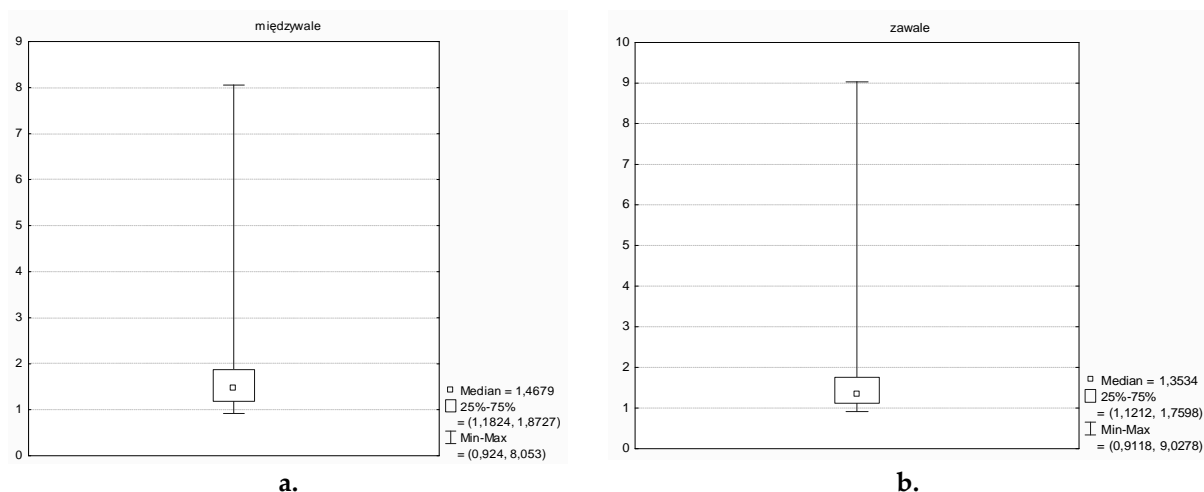
Teren analiz Area of analysis	Średni wsp. kształtu Mean shape index	Mediana	Minimum	Maksimum	Odch. stand. Standard deviation
Międzywale (bez koryta Wisły)	1,6235*	1,4678	0,9239	8,0529	0,6275
Zawale	1,5614*	1,3534	0,9118	9,0277	0,6804

* p=0,01 – istotność różnicy między średnimi

Źródło: opracowanie własne

Source: author's study

Płaty roślinności na terenie międzywala charakteryzują się wyższym średnim wskaźnikiem kształtu, co wskazuje na większy udział wydzieleni odpowiadających jednostkom o kształtach wydłużonych i bardziej skomplikowanych konturach (ryc. 2, tabela 5).



Ryc. 2. Zróżnicowanie płatów roślinności pod względem wskaźnika kształtu: a. międzywale, b. zawale. *Źródło: opracowanie własne.*

Fig. 2. Shape index diversity of vegetation units: a. area between embankments, b. area behind embankments. *Source: author's study.*

Stopień przekształcenia roślinności

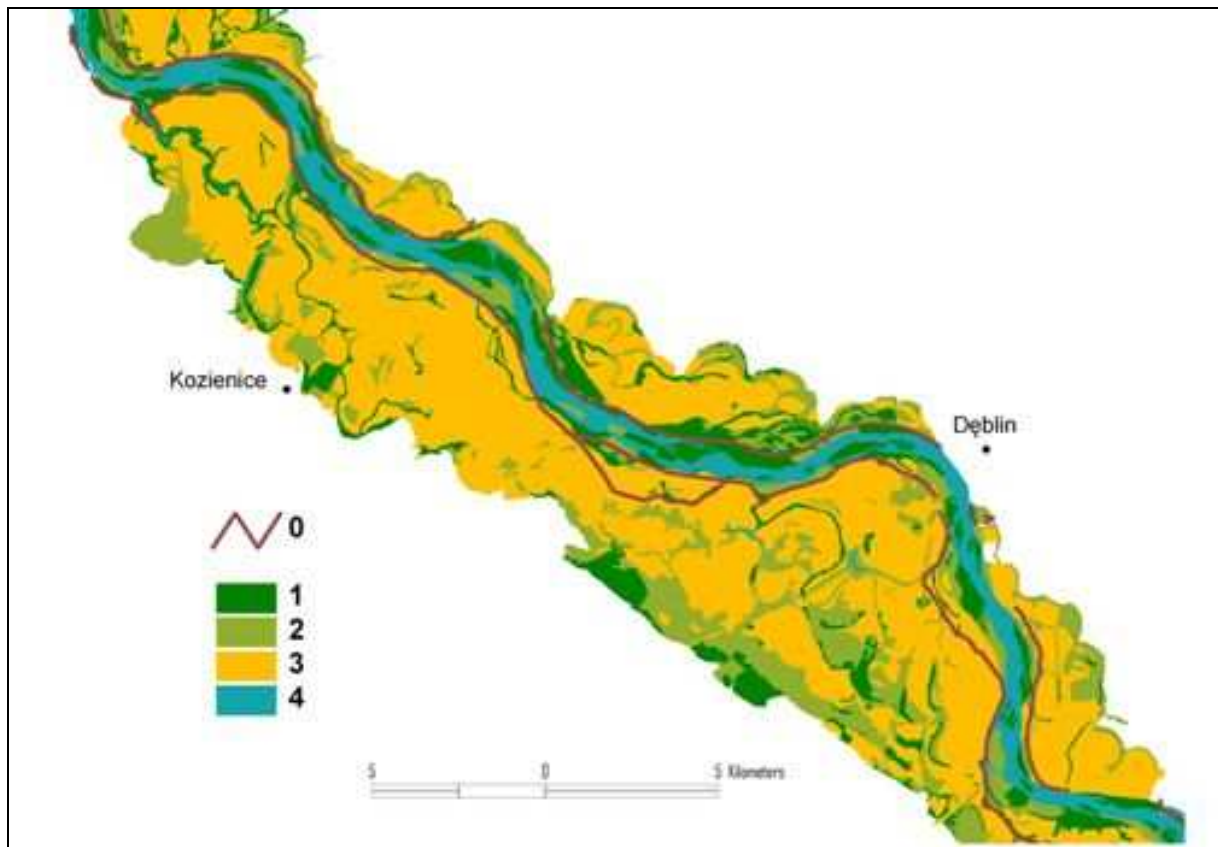
W obu częściach badanego fragmentu równiny zalewowej obserwujemy zarówno zbiorowiska naturalne, jak i mniej lub bardziej związane z działalnością człowieka (synantropizacja szaty roślinnej). Według klasyfikacji przyjętej za J. Matuszkiewiczem (2000) – tabela 6, obszar międzywala charakteryzuje się wyraźną przewagą zbiorowisk naturalnych (70,29%), przy znacznie mniejszym udziale zbiorowisk półnaturalnych (18,89%) i synantropijnych (10,82%). Na zawalu przeciwnie, dominują zbiorowiska synantropijne (69,68%), podczas gdy rola zbiorowisk półnaturalnych (20,15%), a przede wszystkim naturalnych (10,17%) jest wyraźnie ograniczona (rycina 3).

Tab. 6. Klasyfikacja zbiorowisk roślinnych pod względem synantropizacji
Tab. 6. Classification of vegetation communities with regard to synanthropization

Klasa zbiorowiska Vegetation community class	
Zbiorowiska naturalne	bory mieszane (<i>Quercus-Pinetum</i>); zbiorowiska borów nieokreślone (<i>Dicrano-Pinion</i>); grądy (<i>Tilio-Carpinetum</i>); łągi jesionowo-wiązowe (<i>Ficario-Ulmetum</i>); łągi jesionowo-olszowe (<i>Fraxino-Alnetum = Circae-Alnetum</i>); lasy liściaste słabo określone (<i>Quercus-Fagetea</i>); olsy (<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>); łożowisko (<i>Salicetum pentandrocinereae</i>); łągi wierzbowe i topolowe (<i>Salici-Populetum</i>); wikliny nadrzeczne (<i>Salicetum triandro-viminalis</i>); szuwary właściwe (związek <i>Phragmition</i>); zbiorowiska terofitów efemerycznych na brzegach wód, głównie z klasy <i>Bidentetea tripartitii</i> ; zbiorowiska zakorzenionych makrofitów wodnych (klasa <i>Potametea</i>)
Zbiorowiska półnaturalne	półnaturalne zarośla krzewów liściastych - klasa <i>Rhamno-Prunetea</i> ; zarośla nieokreślone; wilgotne łąki knieciowe ze związku <i>Calthion</i> ; różne łąki świeże rajgrasowe (łąki grądowe) ze związku <i>Arrhenatherion</i> ; łąki rajgrasowe z gatunkami ciepłolubnymi (zbliżone do kserotermicznych muraw z klasy <i>Festuco-Brometea</i>); ubogie łąki rajgrasowe (zbliżone do muraw piaszkowych <i>Vicio-Potentillion</i>); pastwiska grzebieniowe (ze związku <i>Cynosurion</i>); kompleks łąk i pastwisk zalewnych (<i>Agropyro-Rumicion crispi</i> , <i>Cnidion dubii</i> i in.); murawy piaskowe z zawciągiem (związek <i>Vicio lathyroidis-Potentillion argenteae</i>); murawy piaskowe szczotlichowe (<i>Spergulo-Corynephorretum</i>); murawy trzcinnikowo-perzowe na aluwiach (nieokreślone zbiorowisko <i>Eryngium planum-Calamagrostis epigeios</i>); torfowiska niskie i przejściowe (klasa <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i>); szuwary turzycowe (związek <i>Magnocaricion</i>)
Zbiorowiska synantropijne	zróżnicowane zbiorowiska ruderalne głównie z klasy <i>Artemisietea</i> ; zbiorowisko ruderalnego lasu z robiną (" <i>Robinetum</i> "); kompleks kultywowanej roślinności ozdobnej; ziołorośla rudbekii i amerykańskich nawłoci (<i>Rudbeckio-Solidaginetum</i>); lasy nieokreślone fitosocjologicznie liściaste i iglaste; kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach zasobnych ze zbiorowiskami skrytka polnego (podzwiązek <i>Aphanenion</i>) w uprawach zbożowych oraz zbiorowiskiem komosy wielonasiennej (<i>Oxalido-Chenopodietum polyspermi</i>) w uprawach okopowych; kompleks zbiorowisk upraw zbożowych i okopowych oraz towarzyszących na siedliskach ubogich ze zbiorowiskami chłodka (podzwiązek <i>Arnoseridenion</i>) w uprawach zbożowych; zbiorowiska roślin jednorocznych lub dwuletnich na ugorach porolnych we wczesnych fazach sukcesji; kompleksy zróżnicowanej roślinności segetalno-ruderalnej związane z sadami i ogrodami (klasa <i>Stellarietea mediae</i>)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's study.



Ryc. 3. Rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych o różnym stopniu synantropizacji: 0 – wały przeciwpowodziowe, 1 – zbiorowiska naturalne, 2 – zbiorowiska półnaturalne, 3 – zbiorowiska synantropijne, 4 – wody powierzchniowe. *Źródło: opracowanie własne.*

Fig. 3. Location of vegetation communities in different synanthropization degree: 0 – embankments, 1 – natural communities, 2 – seminatural communities, 3 – synanthropic communities, 4 – waters. *Source: author's study.*

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyniki przeprowadzonej analizy roślinności równiny zalewowej doliny Wisły świadczą o znaczącym wpływie obwałowania rzeki na jej strukturę i różnorodność. Wały przeciwpowodziowe stanowiące bardzo wyraźną i jednoznaczną granicę przestrzenną przyczyniają się do powstania dwóch odmiennych jednostek krajobrazowych: międzywala i zawala położonych w obrębie naturalnej równiny zalewowej (por. m.in. Borsiak, 1994; Matuszkiewicz, Roo-Zielińska, 2000).

Wpływ oddziaływania antropogenicznego, jakim niewątpliwie są obwałowania na ogólną różnorodność roślinności na badanym obszarze jest wieloraki. Z jednej strony przyczynia się do podniesienia ogólnej różnorodności na zawalu przez zwiększenie liczby typów zbiorowisk i ogólnej liczby płatów na jednostkę powierzchni, a z drugiej obniża tę różnorodność np. w wyniku upraszczania kształtu wydzieleni (Solon, 1995; Richling, Solon, 1998).

Zwiększone natężenie oddziaływań antropogenicznych, możliwe dzięki ograniczeniu wpływu procesów fluwialnych rzutuje także na charakter zbiorowisk roślinnych na zawału. Przeważa tu roślinność synantropijna, a zbiorowiska naturalne są w wielu przypadkach bardzo odkształcone. W międzywaleu przeciwnie, dominują zbiorowiska naturalne i występuje wiele zbiorowisk rzadkich, i przyrodniczo cennych (por. Gacka-Grzesikiewicz (red.), 1995). Z tego względu obszar międzywala na badanym odcinku doliny Wisły powinien zostać objęty ochroną np. poprzez utworzenie specjalnego obszaru ochrony siedlisk (sieć Natura 2000).

LITERATURA

- Borysiak J., 1994: Struktura aluwialnej roślinności lądowej środkowego i dolnego biegu Warty, Wydawnictwa Naukowe UAM, seria Biologia nr 52.
- Gacka-Grzesikiewicz E. (red.) 1995: Korytarz ekologiczny doliny Wisły, Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- Gacka-Grzesikiewicz E. i Cichocki Z. (red.), 2003: Koncepcja zrównoważonego rozwoju i ochrony Środkowej Wisły, praca zbiorowa raport WWF, Warszawa.
- Kondracki J., 1994: Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne, PWN, Warszawa.
- Konecka-Betley K., Kuźnicki F., Zawadzki S., 1999: Systematyka i charakterystyka gleb Polski [w:] Zawadzki S. (red.) Gleboznawstwo, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Kowalski Cz., 1997: Zabudowa hydrotechniczna i konieczne roboty zabezpieczające przed powodzią na odcinku Wisły od Annapola do rejonu Płocka, Gospodarka Wodna 1, s. 18-23.
- Łajczak A., Plit J., Soja R., Starkel L., Warowna J., 2006: Changes of the Vistula River channel and floodplain in the last 200 years, Geographia Polonica vol. 79 no. 2, s. 65-87.
- Maruszczak H., 1997: Changes of the Vistula river course and development of floodplain in the border zone of the South-Polish uplands and middle-Polish lowlands in historical times, Landform Analysis, vol.1, s. 33-39.
- Matuszkiewicz J.M., 2000: Ocena wartości przyrodniczej międzywala Wisły na odcinku warszawskim [w:] Matuszkiewicz J.M., Roo-Zielińska E. (red.) Międzywale Wisły jako swoisty układ przyrodniczy (odcinek Pilica-Narew), IGiPZ PAN, Warszawa, Dokumentacja Geograficzna nr 19, s. 159-182.
- Matuszkiewicz W., 1974: Teoretyczno-metodyczne podstawy badań roślinności jako elementu krajobrazu i obiektu użytkowania rekreacyjnego, Wiadomości Ekologiczne 20, 1, s. 3-13.
- Matuszkiewicz W., 2001: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Matuszkiewicz J.M., Roo-Zielińska E. (red.), 2000: Międzywale Wisły jako swoisty układ przyrodniczy (odcinek Pilica-Narew), IGiPZ PAN, Warszawa, Dokumentacja Geograficzna nr 19.

- Olaczek R., 2000: Antropogeniczne czynniki przekształcania dolin rzecznych [w:] Kołtuniak J. (red.) Rzeki – kultura, cywilizacja, historia t. 9. „Śląsk” spółka z o.o. Wydawnictwo Naukowe, Katowice, s. 119-142.
- Richling A., Solon J., 1998: Ekologia krajobrazu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich użytkowanie (Dz. U. 2007 nr 86, poz. 579).*
- Sarnacka Z., 1987: Evolution of the Vistula Valley between the outlets of Radomka and Świder in the Late Glacial and Holocene [w:] Starkel L. (red.) Evolution of the Vistula River Valley during the last 15000 years part II Prace Geograficzne Wydanie specjalne nr 4.
- Solon J., 1995: Anthropogenic disturbance and vegetation diversity in agricultural landscapes, Landscape and Urban Planning, 31, s. 171-180.
- Solon J., 2002: Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności, Prace Geograficzne 185 IGiPZ PAN, Warszawa.
- Starkel L., 2001: Historia Doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś, Monografie 2, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, oprac. PiG w Warszawie – arkusze: Puławy – red. M. Żarski 1996, Dęblin - red. M. Żarski 1989, Kozienice - red. M. Żarski 1992, Magnuszew – red. Z. Sarnacka 1979, Łaskarzew - red. Z. Sarnacka 1987, Osieck - red. Z. Sarnacka 1962, Góra Kalwaria - red. Z. Sarnacka 1963, Piaseczno - red. Z. Sarnacka 1974, Otwock – red. M.D. Baraniecka 1973.
- Tüxen R., 1956: Die huetige potentielle naturliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung, Angew. Pflanzensoz. 13.
- Wolman M.G., Leopold L.B., 1957: Flood plains, U.S. Geological Survey, Professional Paper 282-B
- Zieliński J., 1999: Wisła Środkowa po przeprowadzeniu prac regulacyjnych [w:] Kucharczyk M. (red.) Problemy ochrony i renaturalizacji dolin dużych rzek Europy. - Wydawnictwo UMCS, Lublin. s: 195-200.