

Przekształcenia roślinności równiny zalewowej doliny środkowej Wisły, gmina Łomianki – strefa podmiejska Warszawy

Changes in the vegetation of the floodplain of the middle Vistula river valley in Łomianki commune, a suburban district of Warsaw

ANNA KOWALSKA

*A. Kowalska, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN,
Zakład Geoekologii i Klimatologii, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa;
e-mail: aniak@twarda.pan.pl*

ABSTRACT: The aim of the present study was to determine changes in the nature of plant communities and to determine general trends in environmental transformations along the middle Vistula valley during the last 25 years. The area studied encompasses part of the floodplain within the borders of Łomianki commune, a suburban district of Warsaw. The study was based on the analysis of two maps, one compiled by Solon in 1985, and the second by Matuszkiewicz and Kowalska in 2009. Both maps were based on field study, aerial photographs and topographical maps at a scale of 1:10000. The second map was prepared at the request of the municipality of Łomianki as part of the study titled *The Landscape and Flora of Łomianki Commune*. Cartographical analysis was carried using the ArcGIS 9.3 software package, which proved useful in comparing the vegetation of both time periods and identifying changes in plant communities while presenting these changes in cartographical form.

KEY WORDS: changes in plant communities, the middle Vistula river valley, suburban district, digital maps analysis

Wstęp

Silne zależności między roślinnością, a innymi elementami środowiska (podłożem geologicznym, glebami, klimatem, stosunkami wodnymi) powodują, że jest ona najczulszym wskaźnikiem zmian zachodzących w krajobrazie. Obserwacja przemian zbiorowisk roślinnych pozwala wskazać ogólne kierunki

KOWALSKA A. 2011. Przekształcenia roślinności równiny zalewowej doliny środkowej Wisły, gmina Łomianki – strefa podmiejska Warszawy. *Acta Botanica Silesiaca* 7: 5–16.

przekształceń środowiska (Matuszkiewicz 1974). Przemiany zbiorowisk są następstwem naturalnych procesów przebiegających w krajobrazie i różnorodnych działań antropogenicznych, prowadzących do synantropizacji roślinności (Faliński 1972). Intensywność i charakter działalności człowieka wpływają na zakres i tempo przemian, które przejawiają się w wycofywaniu się zbiorowisk naturalnych, powstawaniu nowych zbiorowisk antropogenicznych, dotąd nieobecnych w danym regionie, przekształcaniu bądź zanikaniu zbiorowisk powstałych wskutek określonej działalności człowieka, po zmianie sposobu gospodarowania (Ihse 1995; Power, Cooper 1995; Cousins 2001; de Blois i in. 2001; Falińska 2004; Benjamin i in. 2005). Na wczesnych etapach synantropizacji roślinności dochodzi na ogół do wzrostu różnorodności zbiorowisk roślinnych. Na miejscu wielkopowierzchniowych płatów zbiorowisk naturalnych powstają liczne zbiorowiska wtórne. Natomiast z nasileniem oddziaływań antropogenicznych następuje z reguły spadek różnorodności (Borysiak 1994; Solon 1995, 2002; Brooks i in. 2002; Poschlod i in. 2005; Falcucci i in. 2007).

Szczególnie ciekawym obiektem badań przemian zbiorowisk roślinnych są obszary dolin rzecznych (Plit, Solon 1990, 1991; Kowalska 2009). Duże zróżnicowanie warunków środowiska i związana z nim różnorodność siedliskowa dają wiele możliwości zagospodarowania ich terenów, dlatego obok zbiorowisk o cechach naturalnych (lasy, zarośla) spotkać tam można różne formy zbiorowisk półnaturalnych (łąki, szuwary, torfowiska) oraz zbiorowiska antropogeniczne (segetalne i ruderalne). Podobne cechy wykazują tereny podmiejskie, na których przenikają się wpływy miasta i terenów wiejskich, zwykle użytkowanych rolniczo (Mackin-Rogalska i in. 1988; Radeloff i in. 2005; Zhou i in. 2008; Bański 2008).

Celem pracy jest ocena przemian zbiorowisk roślinnych, jakie zaszły w ciągu ostatnich 25 lat na równinie zalewowej doliny środkowej Wisły. Analiza zmian pozwoliła ustalić ogólne kierunki przekształceń środowiska przyrodniczego i ich wpływ na różnorodność biologiczną badanego obszaru.

1. Materiał i metody

Badany teren obejmuje fragment równiny zalewowej doliny środkowej Wisły, znajdujący się w granicach gminy Łomianki, sąsiadującej z Warszawą od strony północno-zachodniej. Zajmuje powierzchnię ok. 1660 ha. Dzieli się na dwie główne części: położoną na wysokości 2–3 m nad poziomem rzeki, terasę zalewową wyższą (Dolina Łomiankowska) i bezpośrednio sąsiadującą z rzeką, terasę zalewową niższą (o wys. względnej do 1 m), której zasięg w większości pokrywa się z przebiegiem wałów przeciwpowodziowych. W obu częściach w podłożu występują mady, a w obniżeniach terenu namuły torfiaste i inne osady

organiczne. Obszar międzywala jest użytkowany w sposób ekstensywny, tylko niewielką część zajmują łąki i pastwiska. Na zawału przeważa użytkowanie rolnicze, dominują grunty orne i sady.

Podstawowymi materiałami do analizy zmian roślinności były 2 mapy roślinności rzeczywistej wykonane podczas kartowania terenowego na podkładzie zdjęć lotniczych i map topograficznych w skali 1:10 000. Pierwszą z nich opracował w 1985 r. J. Solon (1988). Druga powstała w 2009 r. na zlecenie Urzędu Miejskiego w Łomiankach w ramach opracowania *Krajobraz i roślinność rzeczywista gminy Łomianki*. Jej autorami są J. Matuszkiewicz i A. Kowalska.

Każdy płat roślinności zidentyfikowany w terenie został sklasyfikowany pod względem roślinności rzeczywistej (wyróżniono zarówno jednostki jednorodne jak i kompleksowe składające się z kilku typów zbiorowisk).

Do przeprowadzenia analiz kartograficznych zastosowano program komputerowy SIP ArcGIS 9.3. Jego właściwości wykorzystano do porównania obu stanów, określenia zmian rozmieszczenia i charakteru zbiorowisk roślinnych, wykonania obliczeń wybranych wskaźników krajobrazowych oraz przedstawienia zaobserwowanych przemian w formie kartograficznej. Porównanie materiałów kartograficznych wymagało przetworzenia mapy roślinności z 1985 r. do formy numerycznej oraz ujednolicenia legendy obu map. Nazewnictwo syntaksonomicznych jednostek roślinności przyjęto za W. Matuszkiewiczem (2001).

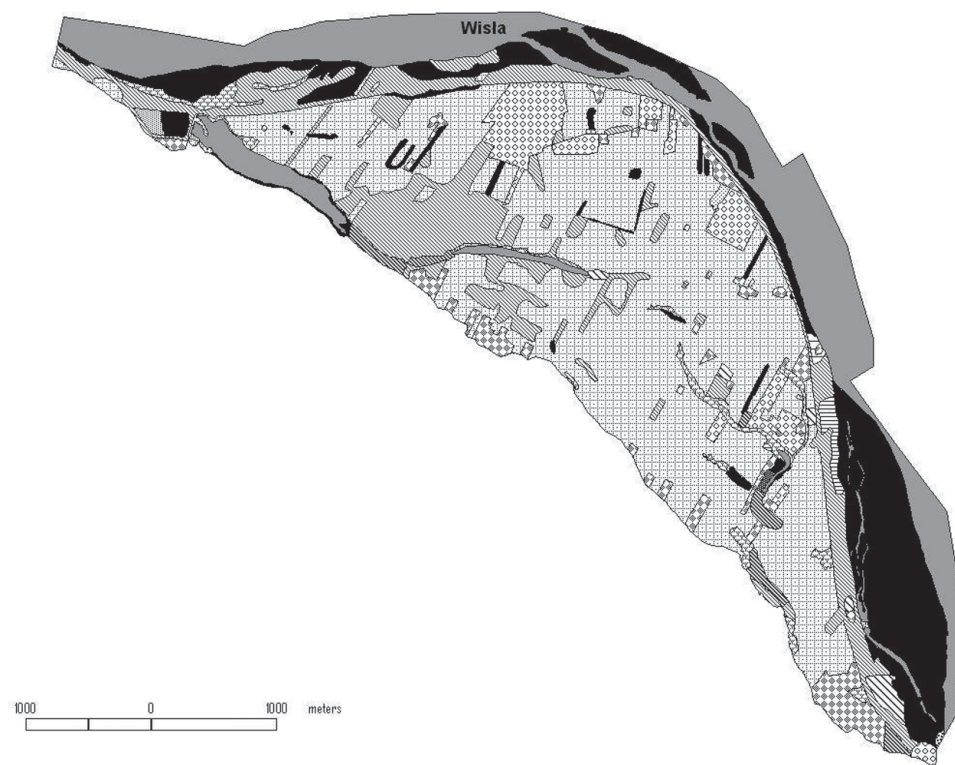
Do określenia stopnia przekształcenia roślinności wykorzystano następujące wskaźniki krajobrazowe:

- liczba typów roślinności rzeczywistej,
- udział powierzchniowy poszczególnych typów roślinności,
- średnia wielkość poligonów reprezentujących dany typ roślinności,
- liczba płatów na jednostkę powierzchni,
- wskaźnik podobieństwa typologicznego (Solon 1993 za Richling, Solon 1998) – liczony wg formuły $2c/(a+b)$, gdzie c – liczba typów wspólnych dla obu okresów, a – liczba typów w 1985 r.; b – liczba typów w 2009 r. Wskaźnik przyjmuje wartości $<0,1>$. Im bardziej podobna jest roślinność, tym wyższa wartość wskaźnika. Jest to wskaźnik analogiczny do współczynnika podobieństwa Sørensen (1948),
- wskaźnik różnorodności Shannona (SDI) liczony wg wzoru $SDI = - \sum p_i \ln p_i$, gdzie p_i to udział powierzchniowy i -tej typu roślinności,
- wskaźnik równomierności powierzchniowej Shannona (SEI) liczony wg wzoru $SEI = SDI/\ln(N)$, gdzie N to liczba typów występujących zbiorowisk (Roo-Zielińska i in. 2007, s. 125).

2. Wyniki

Na terenie badań wyróżniono 23 typy roślinności (ryc. 1a, b). W roku 1985 odnotowano 15, a w 2009 – 23 (tab. 1).

W pierwszym okresie, największą powierzchnię zajmowały zbiorowiska segetalne towarzyszące uprawom roślin zbożowych i okopowych (*Centauretalia cyani*, *Polygono-Chenopodietalia*). Duży udział miały także zbiorowiska łąkowe ze związku *Arrhenatherion*, a w międzywalu zbiorowiska lasów łęgowych (*Salicetum albo-fragilis* i *Populetum albae*). W 2009 r. zaobserwowano znaczne ograniczenie powierzchni zajmowanej przez zbiorowiska segetalne związane z uprawami polnymi oraz niewielki wzrost zbiorowisk towarzyszących sadom i ogrodom. Nastąpiło wyraźne zmniejszenie zasięgu i odkształcenie lasów



Ryc. 1a. Roślinność rzeczywista równiny zalewowej doliny środkowej Wisły w gminie Łomianki w 1985 r.

Objaśnienia: 0–22 patrz tab. 1.

Fig. 1a. Actual vegetation of the Vistula river floodplain in Łomianki commune, in 1985.

Explanations: 0–22 see Tab. 1.

łęgowych, chociaż ogólna powierzchnia wszystkich zbiorowisk leśnych i zaroślowych minimalnie wzrosła (tab. 1). Nieco zwiększył się także udział zbiorowisk łąkowo-pastwiskowych, ale w wielu wypadkach zmieniła się ich struktura oraz intensywność użytkowania (w większości nie są użytkowane i zarastają). Odnotowano spadek powierzchni zbiorowisk wodnych i szuwarowych. Natomiast istotnie zwiększyła się rola zbiorowisk ruderalnych. Na uwagę zasługuje masowe pojawienie się zbiorowisk ksenospontanicznych zbudowanych z gatunków obcych takich jak nawłóć olbrzymia *Solidago gigantea* (na terenach otwartych w międzywale – zbiorowisko *Rudbeckio-Solidaginetum* i poza międzywalem – głównie zbiorowisko *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* z udziałem *Solidago sp. div.*). Podobny wzrost występowania dotyczy klonu jesionolistnego *Acer negundo* w zbiorowiskach lasów łęgowych w międzywale, a także dość często przy zabudowie.



Ryc. 1b. Roślinność rzeczywista równiny zalewowej doliny środkowej Wisły w gminie Łomianki w 2009 r.

Objaśnienia: 0–22 patrz tab. 1.

Fig. 1b. Actual vegetation of the Vistula river floodplain in Łomianki commune, in 2009

Explanations: 0–22 see Tab. 1.

Tabela 1. Zmiany roślinności równiny zalewowej Wisły 1985–2009
 Table 1. Changes in vegetation of the Vistula river floodplain 1985–2009

Kod/ Code	Typ roślinności/ Vegetation type	1985 Powierzchnia/ Area [ha]	(%)	2009 Powierzchnia/ Area [ha]	(%)	Zmiana/ Change ** (%)
0	roślinność wodna zróżnicowana (klasa <i>Lemnetea</i> , <i>Potametea</i>) oraz wody powierzchniowe bez makrofitów	316,9	19,10	259,5	15,63	-3,47
1	las łęgowy wiązowo-jesionowo (klasa <i>Querco-Fagetea</i> , zespół <i>Ficario-Ulmetum minoris</i>)	1,2	0,07	1,5	0,09	0,02
2	nadrzeczny łęg wierzbowy i topolowy (klasa <i>Salicetea purpureae</i> , zespoły <i>Salicetum albo-fragilis</i> , <i>Populetum albae</i>)	232,4	14,00	106,9	6,44	-7,56
3	lasy lub drzewostany nadrzeczne zbliżone do łęgów wierzbowych i topolowych niezakwalifikowane fitosocjologicznie z klonem jesionolistnym <i>Acer negundo</i> , często w kompleksie z ziołoroślami zespołu <i>Rudbeckio-Solidaginetum</i>	3,3	0,20	82,3	4,96	4,76
4	lasy lub drzewostany niezakwalifi- kowane, różnogatunkowe	1,5	0,09	22,2	1,34	1,25
5	zbiorowisko krzewiasto-zaroślowe z gatunkami drzewiastymi (klasa <i>Epilobietea angustifolii</i> , związek <i>Sambuco-Salicion</i>)	0,6	0,03	15,0	0,90	0,87
6	zarośla nadrzeczne wierzb – wikliny na piaszczystych aluwialach Wisły (klasa <i>Salicetea purpureae</i> , zespół <i>Salicetum triandro-viminalis</i>)	1,6	0,10	16,2	0,97	0,87
7	zarośla z tarniną (klasa <i>Rhamno- Prunetea</i> , związek <i>Pruno-Rubion fruticosi</i>)	6,7	0,41	4,3	0,26	-0,15
8	zarośla nieokreślone, głównie wierzbowe	-	-	3,3	0,20	0,20
9	zarośla łożowe z przewagą wierzby szarej (klasa <i>Alnetea glutinosae</i> , zespół <i>Salicetum pentandro- cinereae</i>) zwykle w kompleksie ze zbiorowiskami łąk lub szuwarów	-	-	0,2	0,01	0,01
10	zbiorowiska szuwarowe (klasa <i>Phragmitetea</i>)	31,3	1,89	16,2	0,98	-0,91
11	zbiorowiska terofitów letnich na piaszczystych nanosach w nurcie rzeki (klasa <i>Bidentetea tripartiti</i>)	-	-	11,5	0,69	0,69
12	murawy piaskowe (klasa <i>Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis</i>)	-	-	0,9	0,06	0,06

13	łąki świeże rajgrasowe (klasa <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> , związek <i>Arrhenatherion elatioris</i>)	237,9	14,33	160,3	9,66	-4,67
14	pastwiska grzebieniowe (klasa <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> , związek <i>Cynosurion</i>)	10,0	0,60	22,9	1,38	0,78
15	wilgotne łąki (klasa <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> , związek <i>Calthion palustris</i>)	18,6	1,12	29,0	1,75	0,63
16	łąki zalewne (klasa <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> , związek <i>Agropyro-Rumicion crispi</i> i inne)	-	-	62,5	3,76	3,76
17	zbiorowiska upraw zbożowych i okopowych (klasa <i>Stellarietea mediae</i> , rząd <i>Centauretalia cyani</i> , <i>Polygono-Chenopodietalia</i>)	665,1	40,08	161,6	9,73	-30,35
18	zbiorowiska ugorów porolnych (klasa <i>Stellarietea mediae</i> , rząd <i>Sisymbrietalia</i>)	-	-	4,0	0,24	0,24
19	zbiorowiska upraw różne związane z sadami i ogrodami (klasa <i>Stellarietea mediae</i> i <i>Artemisietea</i>)	74,0	4,46	105,3	6,35	1,89
20	zbiorowiska ruderalne (klasa <i>Artemisietea</i> , w tym zespół <i>Rudbeckio-Solidaginetum</i> , <i>Artemisio-Tanacetetum vulgaris</i>)	58,6	3,53	459,5	27,68	24,15
21	roślinność kultywowana (trawniki, rabaty, krzewy i drzewa egzotyczne)	-	-	83,4	5,02	5,02
22	brak roślinności lub bardzo skąpa roślinność ruderalna	-	-	31,5	1,90	1,90

Objaśnienia: Kody 0–22 patrz. ryc. 1, ** zmiana w stosunku do całej powierzchni badań.
 Explanations: Codes 0–22 see Fig. 1., ** change in relation to the whole study area.

Wskaźnik podobieństwa typologicznego dla obu okresów wyniósł 0,79. Ogólna różnorodność powierzchniowa roślinności (wskaźnik Shannona SDI) w roku 1985 wynosiła 1,98, a w 2009 wzrosła do 2,48, co można tłumaczyć zwiększeniem liczby typów roślinności, zmniejszeniem średniej powierzchni płątu (z 9,07 do 1,25 ha), wzrostem liczby płątów na jednostkę powierzchni (z 0,11 do 0,8 na ha) oraz większą równomiernością ich udziału powierzchniowego w drugim okresie (wskaźnik równomierności Shannona SIE: 1985 – 0,73, 2009 – 0,79).

3. Dyskusja

Wyniki przeprowadzonej analizy wskazują na istotne zmiany sposobu użytkowania terenów równiny zalewowej. Świadczy o tym, m.in. znaczący wzrost udziału zbiorowisk ruderalnych (ok. 31%). Jest to związane z dynamicznym

rozwojem zabudowy i powstającymi w jej sąsiedztwie zbiorowiskami roślinności kultywowanej oraz powszechnym porzucaniem dotychczasowych upraw polnych oraz łąkowo-pastwiskowych i wypieraniem towarzyszących uprawom zbiorowisk segetalnych przez zbiorowiska ruderalne. Jest to rezultat zmian społeczno-ekonomicznych zachodzących w gminie. Rosnące znaczenie funkcji mieszkaniowych, usługowych i produkcyjnych przyczyniło się do ograniczenia działalności rolniczej (Grochowski i in. 2005).

Roślinność ruderalna zdominowała również międzywale, zastępując zbiorowiska naturalne, przede wszystkim lasy łęgowe i zarośla, wycinane ze względów przeciwpowodziowych (spadek ok. 7,5%).

Otwarty charakter zbiorowisk ruderalnych sprawia, że są one łatwo dostępne dla nowych gatunków, którymi są często inwazyjne gatunki neofitów, głównie pochodzenia północnoamerykańskiego. Neofity wykazują tendencję do niemal całkowitego opanowania zbiorowiska, do którego wnikają i tworzenia jednogatunkowych skupisk wyraźnie wyróżniających się w krajobrazie (Tokarska-Guzik 2005).

Obserwowane zmiany użytkowania doprowadziły z jednej strony do podniesienia ogólnej różnorodności roślinności na poziomie krajobrazowym, m.in. wzrosła liczba typów roślinności, a z drugiej, zmniejszył się znacząco areał wielu zbiorowisk, głównie naturalnych (lasów łęgowych, zbiorowisk wodnych, szuwarów – w sumie blisko 12%), co przyczynia się do stopniowego wycofywania się zbiorowisk charakterystycznych dla doliny rzecznej.

Podobne przemiany roślinności odnotowano w innych częściach doliny Wisły. Na górnym odcinku opisywał je Dubiel (2000), a jej środkowym biegu badania prowadzili Plit (2000) i Solon (1998). Wszyscy autorzy podkreślali wzrost znaczenia roślinności ruderalnej oraz dynamiczny rozwój zbiorowisk złożonych z ekspansywnych roślin obcego pochodzenia. Należy jednak zaznaczyć, że w wielu miejscach obserwowano również przekształcenia zbiorowisk świadczące o renaturyzacji roślinności, związane z procesami regeneracji i sukcesji (Solon 1998; Plit 2000; Kowalska 2009).

Wyniki badań roślinności, prowadzonych w innych dolinach większych rzek w Polsce, pokazują zbliżone tendencje. Solon, opisując krajobraz roślinny doliny Narwi (1997), wskazuje m.in. na zanik wielu rzadkich zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych oraz wzrost zależności roślinności od czynników antropogenicznych. Analogicznym przemianom poddane są zbiorowiska roślinne Poznańskiego Przełomu Warty, przedstawione przez Ratyńską (2001). Autorka wskazuje na kurczenie się zasięgu lasów i zarośli łęgowych oraz przekształcenia zbiorowisk łąkowych (m.in. łąk świeżych *Arrhenatherion elatioris*). Zawraca także uwagę na ustępowanie, na skutek urbanizacji i spadku opłacalności produkcji rolnej, fitocenozy segetalnych związanych z polami, oraz wzrost znaczenia gatunków obcego pochodzenia, jak również zmiany składu gatunkowego i uproszczenie

struktury zbiorowisk bezpośrednio związanych z wodami. Spadek areału pól uprawnych i łąk kośnych na rzecz nieużytków oraz wzrost powierzchni zbiorowisk ruderalnych związanych z zabudową, obserwowano również na terenach zalewowych, w dolinie Odry (Horska-Schwarz 2007).

Na zakończenie należy zaznaczyć, że możliwości interpretacji zmian roślinności wiązały się z pewnymi ograniczeniami metodycznymi. Trudności wynikały z różnic w szczegółowości obu map, w sposobie klasyfikowania roślinności rzeczywistej i wyznaczania granic jednostek. Pomimo tych zastrzeżeń, można stwierdzić, że przedstawione wyniki dobrze oddają ogólne kierunki przekształceń środowiska przyrodniczego.

4. Podsumowanie

- Obserwowane przekształcenia roślinności świadczą o wyraźnych zmianach sposobu użytkowania terenów równiny zalewowej, będących rezultatem zmian społeczno-ekonomicznych zachodzących w gminie.
- Jedną z istotnych zmian był wzrost udziału zbiorowisk ruderalnych, tworzonych m.in. przez inwazyjne gatunki neofitów.
- Zwiększeniu ogólnej różnorodności roślinności na poziomie krajobrazowym towarzyszył spadek areału zbiorowisk naturalnych, charakterystycznych dla doliny rzecznej.
- Zmiany roślinności obserwowane na badanym odcinku doliny Wisły są w znacznym stopniu zbieżne z przemianami odnotowanymi w innych częściach doliny, a także w dolinach innych większych rzek Polski.

Literatura

- BAŃSKI J. 2008. Strefa podmiejska - już nie miasto, jeszcze nie wieś. – W: JEZIOŁSKA-THOLE A., KOZŁOWSKI L. (red.), *Gospodarka przestrzenna w strefie kontinuum miejsko-wiejskiego w Polsce*. – Wyd. Nauk. UMK, Toruń, s. 29–43.
- BENJAMIN K., DOMON G., BOUCHARD A. 2005. Vegetation composition and succession of abandoned farmland: effects of ecological, historical and spatial factors. – *Landscape Ecol.* **20**: 627–647.
- BORYSIAK J. 1994. Struktura aluwialnej roślinności lądowej środkowego i dolnego biegu Warty. – *Wyd. Nauk. UAM, Ser. Biologia* **52**, 258 ss.
- BROOKS T. M., MITTERMEIER R. A., MITTERMEIER C. G., DA FONSECA G. A. B., RYLANDS A. B., KONSTANT W. R., FLIK P., PILGRIM J., OLDIFELD S., MAGIN G., HILTON-TAYLOR C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. – *Conserv. Biol.* **16**: 909–923.
- COUSINS S.A.O. 2001. Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. – *Landscape Ecol.* **16**: 41–54.

- DE BLOIS S., DOMON G., BOUCHARD A. 2001. Environmental, historical, and contextual determinants of vegetation cover: a landscape perspective. – *Landscape Ecol.* **16**: 421–436.
- DUBIEL E. 2000. Współczesne przemiany szaty roślinnej dolin rzecznych w dorzeczu górnej Wisły. – W: *Przyczyny i skutki wielkich powodzi (aspekty hydrologiczne, gospodarcze i ekologiczne). Materiały pokonferencyjne.* Kraków 29–30.11.1999. – Muzeum Przyrodnicze Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, s. 53–58.
- FALCUCCI A., MAIORANO L., BOITANI L. 2007. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. – *Landscape Ecol.* **22**: 617–631.
- FALIŃSKA K. 2004. *Ekologia roślin.* – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 512 ss.
- FALIŃSKI J.B. 1972. Synantropizacja szaty roślinnej - próba określenia istoty procesu i głównych kierunków badań. – *Phytocoenosis* **1**(3): 157–169.
- GROCHOWSKI M., PIENIAŻEK M., WILK W. 2005. Qualitative attractivity analysis - migration model. Łomianki case study. – W: GUTRY-KORYCKA M. (red.), *Urban sprawl Warsaw agglomeration: case study.* – Wyd. Uniw. Warszawskiego, Warszawa, s. 126–138.
- HORSKA-SCHWARZ S. 2007. Struktura i funkcjonowanie geokompleksów w dolinie Odry między Oławą a Wrocławiem. – *Rozpr. Nauk. Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniw. Wrocławskiego* **2**, 154 ss.
- IHSE M. 1995. Swedish agricultural landscapes – patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos. – *Landscape Urban Plann.* **31**: 21–37.
- KOWALSKA A. 2009. Zmiany charakteru i rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych w dolinie środkowej Wisły w drugiej połowie XX wieku (odcinek Annapol - Góra Kalwaria). – *Przegl. Geogr.*, **81**(3): 347–364.
- MACKIN-ROGALSKA R., PINOWSKI J., SOLON J., WÓJCIK Z. 1988. Changes in vegetation, awifauna and small mammals in a suburban habitat. – W: *Suburban environment and evaluation of its transformations. Part II. Biotic environment.* – *Pol. Ecol. Stud.* **14**(1–2): 293–330.
- MATUSZKIEWICZ W. 1974. Teoretyczno-metodyczne podstawy badań roślinności jako elementu krajobrazu i obiektu użytkowania rekreacyjnego. – *Wiad. Ekol.* **20**(1): 3–13.
- MATUSZKIEWICZ W. 2001. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski.* – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 537 ss.
- MATUSZKIEWICZ J., KOWALSKA A. 2009. *Krajobraz i roślinność rzeczywista gminy Łomianki (zlecenie Gminy Łomianki na podstawie umowy nr RGP. 732–10/2009 z dnia 30 czerwca 2009 r.).* Mscr., 56 ss.
- PLIT J. 2000. Ewolucja roślinności i zmiany siedlisk doliny Wisły w okolicach ujścia Chodelki w latach 1948–1997. – *Przegl. Geogr.* **72**(1–2): 61–73.
- PLIT J., SOLON J. 1990. Roślinność jako wskaźnik zmian środowiska geograficznego (na przykładzie doliny Wisły między Karczewiem i Konstancinem-Jeziorną). – W: *Problemy kształtowania i ochrony środowiska na obszarach zurbanizowanych.* Cz. II – Wyd. SGGW-AR, s. 88–98.

- PLIT J., SOLON J. 1991. Long-termed vegetation changes - an attempt of cartographic presentation of vegetation dynamics. – *Phytocoenosis* 3 (N.S.), Suppl. Cartogr. Geobot. **2**: 145–157.
- POSCHLOD P., BAKKER J.P., KAHMEN S. 2005. Changing land use and its impact on biodiversity. – *Basic Appl. Ecol.* **6**: 93–98.
- POWER J., COOPER A. 1995. Vegetation and land use change in north-eastern Ireland. – *Landscape Urban Plann.* **31**: 195–203.
- RADELOFF V.C., HAMMER R.B., STEWART S.I. 2005. Rural and suburban sprawl in the U.S. Midwest from 1940 to 2000 and its relation to forest fragmentation. – *Conserv. Biol.* **19**(3): 793–805.
- RATYŃSKA N. 2001. Roślinność Poznańskiego Przełomu Warty i jej antropogeniczne przemiany. – Wyd. Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, 466 ss.
- RICHLING A., SOLON J. 1998. Ekologia krajobrazu. – Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 319 ss.
- ROO-ZIELIŃSKA E., SOLON J., DEGÓRSKI M. 2007. Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, glebowych i krajobrazowych. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań. – Monografie **9**, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego, PAN, Warszawa, 317 ss.
- SOLON J. 1988. A general characteristic of vegetation in Łomianki Commune near Warsaw. – W: Suburban environment and evaluation of its transformations. Part II. Biotic environment. – *Pol. Ecol. Stud.* **14**(1–2): 7–21.
- SOLON J. 1993. Changes in the vegetation landscape in the Pińczów environs (S Poland). – *Phytocoenologia* **21**(4): 387–409.
- SOLON J. 1995. Anthropogenic disturbance and vegetation diversity in agricultural landscapes. – *Landscape Urban Plann.* **31**: 171–180.
- SOLON J. 1997. Antropogeniczne zmiany różnorodności biologicznej w krajobrazie roślinnym (na przykładzie fragmentu doliny Narwi w okolicach Tykocina). – *Problemy Ekologii Krajobrazu* **1**: 129–139.
- SOLON J. 1998. Zmiany roślinności rzeczywistej w dolinie Wisły na odcinku od Ryczywołu do Wilgi w latach 1949–1995. – *Acta Geogr. Lodz.* **74**: 215–226.
- SOLON J. 2002. Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności. – *Prace Geogr.* **185**, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego, PAN, Warszawa, 232 ss.
- SÖRENSEN T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. – *Biologiske Skrifter/Kongelige Danske Videnskabernes Selskab* **5**: 1–34.
- TOKARSKA-GUZIŁ B. 2005. The Establishment and Spread of Alien Plant Species (Kenophytes) in the Flora of Poland. – *Prace Nauk. Uniw. Śląskiego* **2372**, Katowice, s. 1–192.
- ZHOU W., TROY A., GROVE J.M. 2008. Object-based land cover classification and change analysis in the Baltimore Metropolitan Area using multi-temporal high resolution remote sensing data. – *Sensors* **8**: 1613–1636.

Summary

The aim of the present study was to determine changes in the nature of plant communities and to determine the general trends in environmental transformations along the middle Vistula valley during the last 25 years. The area studied encompasses part of the floodplain within the borders of Łomianki commune, a suburban district of Warsaw. The study was based on the analysis of two maps, one compiled by Solon in 1985, and the second by Matuszkiewicz and Kowalska in 2009.

There were significant changes in land use in the flood-plain, with the area covered by ruderal communities increasing by 31%. Changes in the vegetation can be attributed to the dynamic development of built-up areas and the abandonment of arable lands and grasslands. This has been caused by changes in the local economy, with agricultural usage giving way to residential, industrial and service usage.

Ruderal vegetation has displaced many segetal communities, and dominates the area between the embankments. Ruderal communities have replaced natural riparian forest and shrub communities that were eliminated as a flood control measure. The overall decrease in natural communities was 7.5%.

The open nature of ruderal communities makes them easily accessible to new species, many of which are invasive alien species from North America. Kenophytes have a tendency to pervasively invade communities and even form distinct single-species clusters in the landscape.

Changes in land use have increased vegetation diversity because the overall number of community types in the landscape has increased. On the other hand, there has been a decrease in the total area covered by many natural communities such as riparian forests, aquatic communities and rushes, which means that vegetation characteristic of river valleys has gradually retreated.

The changes in the vegetation of the study area are largely similar to those seen in other parts of the Vistula valley, as well as in other river valleys in Poland.