

Inspekcja Ochrony Środowiska
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

ZINTEGROWANY MONITORING ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO

Funkcjonowanie i monitoring geosystemów
w warunkach narastającej antropopresji

redakcja

Marek Kejna, Joanna Uscka

BIBLIOTEKA MONITORINGU ŚRODOWISKA
2004

Redakcja tomu: Marek Kejna, Joanna Uscka

Nicolaus Copernicus University, Toruń

Recenzenci:

Adam Barcikowski
Marek Marciniak
Rajmund Przybylak

Tłumaczenie tekstów: Zsuzsana Vizi

Zdjęcie na okładce: Marek Kejna – Stacja ZMŚP w Koniczynie

XIV Ogólnopolskie Sympozjum Zintegrowanego Monitoringu
Środowiska Przyrodniczego
Toruń, Koniczynka, 3–5 września 2003 r.

Publikacja wydana ze środków:

Wojewódzkiego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Toruniu

edited by

Marek Kejna, Joanna Uscka

© Copyright by Stacja Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego
w Koniczynie Instytutu Geografii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

ISBN 83-916579-8-1

Wydanie I, Nakład 300 egz.

Oficyna Wydawnicza „Impressa”
87-100 Toruń, ul. Mickiewicza 109
tel./fax 0 (prefix) 56 6227573

www.turpress.com.pl, e-mail: wydawnictwo@turpress.com.pl

druk:

Drukarnia Księży Werbistów
86-134 Dragacz, Górną Grupą, ul. Klasztorna 4
tel., fax 0 (prefix) 52 3306375

INTEGRATED MONITORING OF THE NATURAL ENVIRONMENT

Functioning and monitoring of geosystems in the growing human activity conditions

BIBLIOTEKA MONITORINGU ŚRODOWISKA

2004

Andrzej Nienartowicz, Dominik Jan Domin,
Anna Filbrandt-Czaja, Grzegorz Koziański,
Mieczysław Kunz¹, Małgorzata Mizgalska,
Agnieszka Piemik, Lucyna Warot

Pracownia Modelowania Procesów Ekologicznych, Instytut Ekologii i Ochrony
Środowiska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń, e-mail: nienart@biol.uni.torun.pl
1 – Zakład Teledetekcji i Kartografii, Instytut Geografii UMK
ul. Gagarina 5, 87-100 Toruń, e-mail: met@cc.uni.torun.pl

NAZIEMNY, LOTNICZY I SATELITARNY MONITORING ROŚLINNOŚCI POMORZA I KUJAW

GROUND, AIR AND SATELLITE MONITORING OF VEGETATION
IN POMERANIA AND KUJAWY

Zarys treści: Praca przedstawia strukturę systemu informacji geograficznej tworzonego dla analizowania zmian roślinności. Opisano strukturę systemu, zwłaszcza baz danych fitosocjologicznych i sposoby zasilania systemu informacjami pochodzącymi z takich źródeł jak bezpośrednio badania naziemne, zbiory tekstowe z dokumentów i opracowań, materiały kartograficzne oraz zdjęcia lotnicze i satelitarne. Na kilku przykładach zaprezentowano sposoby przetwarzania danych i uzyskane wyniki z przeprowadzonych analiz zmian szaty roślinnej pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych.

WSTĘP

W monitorowaniu stanu środowiska naturalnego szczególną rolę odgrywa szata roślinna. Jest ona bowiem podstawowym elementem strukturotwórczym ekosystemów, najłatwiej zauważalnym, silnie reagującym na zmiany oddziaływania różnorodnych czynników ekologicznych, zarówno naturalnych jak i antropogenicznych, a przy tym łatwo dostępnym dla bezpośrednich badań (Matuszkiewicz 1974). Te właściwości elementu roślinnego sprawiły, że w procesach rozwoju wielu dziedzin biologii i ekologii (florystyka, fitosocjologia, geografia roślin, paleoekologia) zgromadzono znaczne zbiory danych o populacjach, gatunkach i zbiorowiskach roślinnych, zarówno dawnych jak i współczesnych. Potrzeba zapisywania zawartej w tych zbiorach informacji w postaci numerycznej

i możliwość prezentowania ich zmienności przestrzennej i czasowej za pomocą liczb sprawy, że zostały one szybko przeniesione na nośniki elektroniczne i analizowane za pomocą komputerów. Rozwój nowych sposobów analizowania szaty roślinnej w oparciu o metody taksonomii numerycznej i sprężę komputerowy Feoli i Ganis (1984) określił jako „naturalną ewolucję struktury liczb w taksonomii, socjologii i geografii roślin”.

W liczącej nieco ponad czterdzieści lat historii zastosowań komputerów do analizy danych fitosocjologicznych wyróżnić można trzy fazy. Okres pierwszy, trwający od lat sześćdziesiątych do połowy lat osiemdziesiątych minionego stulecia, to faza tworzenia oprogramowania do numerycznej analizy zbiorowisk roślinnych oraz przetwarzania i archiwizowania zbiorów danych przygotowanych do obliczeń statystycznych. Podczas gdy software do gromadzenia danych fitosocjologicznych tworzono głównie w Europie Zachodniej (Holandia, Włochy) to oprogramowanie do analizowania tych danych metodami taksonomii numerycznej powstawało również poza Europą, zwłaszcza w USA i Kanadzie oraz w Republice Południowej Afryki. Równoległe, w większej liczbie krajów, w tym również w Polsce, przystąpiono do tworzenia pakietów programów do gromadzenia i przetwarzania danych z zakresu taksonomii roślin i florystyki.

Faza druga, obejmująca ostatnie pięćdziesiąt lat XX wieku, to okres wdrażania technologii GIS do badań roślinności. W fazie tej podjęto liczne, udane próby precyzyjnego opisywania lokalizacji przestrzennej danych o populacjach i zbiorowiskach roślinnych, zbieranych losowo i ekecydentalnie bądź systematycznie i w określonych interwałach czasowych na stacjach powierzchniach badawczych. Dane te o ściśle opisanym położeniu w przestrzeni geograficznej były zarządzane zgodnie z zasadami GIS, przy zastosowaniu podstawowych programów jak MapInfo, Microstation, ARC/INFO, ArcView i innych. Procedury tych programów wykorzystano głównie do prezentacji graficznej położenia obiektów florystycznych i fitosocjologicznych na mapach topograficznych lub do tworzenia map roślinności trzeccywisłej. Opracowanie w fazie poprzedniej programy graficzne, wspierające procedury do przetwarzania danych fitosocjologicznych i wykonywania obliczeń, np. algorytmu stosowanego na dużą skalę programu TURBOVEG (Schaminée i Hennekens 1995; Hennekens i Schaminée 2001), umożliwiły sporządzanie jedynie mało dokładnych schematów obszarów badań.

Faza trzecia, obejmująca kilka ostatnich lat, to okres intensywnego zasilania GIS danymi o roślinności pozyskanymi metodami teledetekcji, zwłaszcza satelitarną (RS) i określania lokalizacji analizowanych obiektów roślinnych w wykorzystaniu Globalnego Systemu Pozyjonowania GPS. Technologia RS, stanowiąca według Lachowskiego i in. (1992) obfite źródło informacji, stosowana była już znaczenie wcześniej w analizach szaty roślinnej, jednakże dopiero teraz dokonano integracji danych pochodzących z obrazów satelitarnych z precyzyjnie wyróżnionymi jednostkami syntaksonomicznymi (np. Zak i Cabido 2003).

Wszystkie wymienione metody komputerowe, a więc procedury do tworzenia baz danych, przetwarzania informacji florystycznej i fitosocjologicznej, przeprowadzania klasyfikacji i ordynacji numerycznej, tworzenia GIS, zasilania systemów informacji geograficznej danymi teledetekcyjnymi oraz określania lokalizacji badanych obiektów za pomocą GPS, występują, obok bezpośrednich, klasycznych badań naziemnych, w szeregu realizowanych aktualnie krajowych i regionalnych

programach monitorowania roślinności. Dobrym przykładem takich rozwiązań może być ogólna instrukcja prowadzenia badań i monitorowania stanu szaty roślinnej w krajach skandynawskich (Lawesson i in. 2000). Z inicjatywą utworzenia podobnego systemu pozyskiwania, archiwizowania, przetwarzania i prezentowania danych fitosocjologicznych wystąpili ostatnio polscy badacze roślinności z Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Ich zamierzeniem jest opracowanie „Atlasu rozmieszczenia zespołów roślinnych w Polsce” (Matuszkiewicz 2003).

Oprócz pełnych systemów nastawionych na badanie i monitorowanie roślinności tworzone są systemy ukierunkowane na jedno z ogniw łańcucha procesów przetwarzania informacji o szacie roślinnej, np. na tworzenie baz danych fitosocjologicznych. Przykładem może być wspomniany już system TURBOVEG. W oparciu o ten pakiet programów ekolodzy skupieni w International Association of Vegetation Science (IAVS) przystąpili na początku lat dziewięćdziesiątych do utworzenia europejskiej bazy danych o zbiorowiskach roślinnych. Zakończenia tego projektu i jego osiągnięcia zaprezentowali m.in. Mucina i in. (1993), Rodwell (1995) oraz Rodwell i in. (1995). W ramach tego projektu w niektórych krajach europejskich zgromadzono ogromne zbiorowiska danych fitosocjologicznych. Największymi osiągnięciami w tym zakresie poszczycić się mogą Czechy, gdzie według publikowanych ostatnio danych (Chytrý i Račajova 2003), do systemu wpisano ponad 54 tysiące zdjęć fitosocjologicznych.

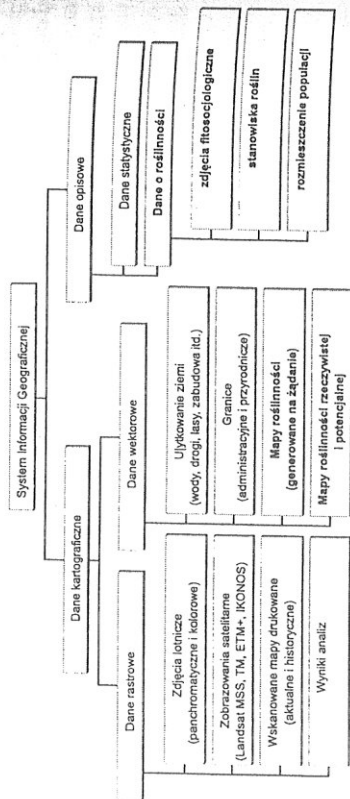
Niniejsza praca prezentuje GIS o roślinności Pomorza i Kujaw tworzony w Instytucie Ekologii i Ochrony Środowiska oraz Instytucie Geografii UMK w Toruniu. Celem naszego projektu jest przeniesienie na nową platformę sprzętową i osadzenie w technologii GIS opracowywanej od kilkunastu lat bazy danych florystycznych i fitosocjologicznych (Nienartowicz i in. 1988; Matuszkiewicz i in. 1995; Kunz 1999). Działania te czynione są w przekonaniu, że zgromadzone i nowoczesnie zarządzane informacje zasilą ogólnopolski system informacji o zbiorowiskach roślinnych oraz europejskie banki danych fitosocjologicznych.

OPIS SYSTEMU

Zasięg terytorialny opracowywanego systemu informacji geograficznej obejmuje generalnie tereny Pomorza Gdańskiego i Kujaw, tj. główne obszary działań florystów i ekolodów roślin z tonińskiego ośrodka uniwersyteckiego. Struktura systemu informacji geograficznej powinna umożliwiać zapisanie w nim danych o szacie roślinnej wymienionego obszaru, pozyskanych różnymi metodami w różnych fazach rozwoju nauki o roślinności.

Podstawowym rodzajem zgromadzonej informacji są zdjęcia fitosocjologiczne sporządzone metodą Braun-Blanqueta, jednakże system jest także otwarty na dane o stanowiskach gatunków i pojedynczych osobników, np. drzew uznanych za pomniki przyrody oraz informacje o rozmieszczeniu populacji roślin na stacjach powierzchniach, np. w sieci kwadratów lub polerek o innym kształcie. Do systemu wprowadzić też można w formie poszczególnych poligonów obszary pokryte przez różne typy zbiorowisk, tworzące wspólne mapy roślinności trzeccywisłej lub potencjalne. System obejmuje również tak unikalne dane jak dawne i współczesne spektra pyłkowe pozyskiwane w różnych płatach roślinnych i od-

miennych typach krajobrazu. Te ostatnie dane są gromadzone w ramach „European Pollen Monitoring Program (EPMP)” (Hicks i in. 1996). Zakres opracowania prezentuje rys. 1.



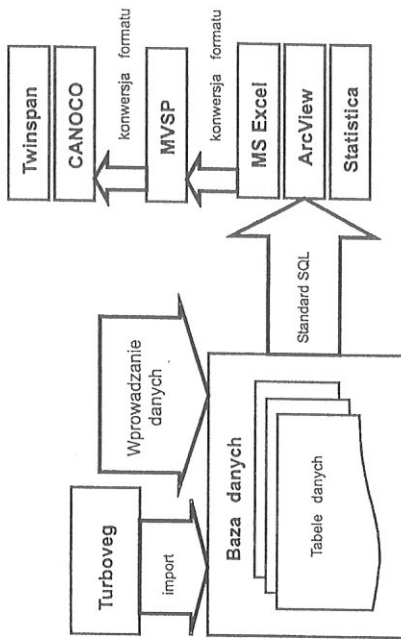
Rys 1. Typy danych w GIS

Fig 1. Type of data in information system "Vegetation of Pomerania and Kujawy"

Podstawą tworzonego systemu są mapy w skali 1:25 000, sporządzone w układzie współrzędnych 1965. Współrzędne z tego układu są transformowane na inne układy odniesienia poprzez zastosowanie programu GEOTRANS. Jako podstawowe oprogramowanie GIS przyjęto program ArcView firmy ESRI, ponieważ pakiet ten jest stosowany przy opracowywaniu wielu branżowych systemów informacji geograficznej, np. w leśnictwie. Oprogramowanie ArcView jest wspierane pakietem Microstation (z nakładkami Descartes i Geographics) firm Bentley i Intergraph. Nakładka Descartes służy m.in. do wpasowywania we współrzędne systemu zdjęć lotniczych. Do obróbki zdjęć satelitarnych stosowany jest program Idriisi i niektóre moduły ERDAS. Jak dotąd system zasiliły jest danymi o roślinności obszaru Borów Tucholskich pochodzącymi ze zdjęć satelitarnych Landsat MSS z lat 1976, 1986, Landsat 5 TM z lipca 1990 oraz pełną sceną satelitarną Landsat 7 ETM+ z maja 2000 roku. Aktualnie zakupywane są wysokorozdzielcze zdjęcia z satelity IKONOS wybranych poligonów badawczych Borów Tucholskich i Kujaw oraz następna pełna scena Landsat 7 ETM+.

Relacyjna baza danych fitosocjologicznych sporządzona została w łatwo dostępnym i przyjaznym dla użytkownika programie ACCESS. Tego oprogramowania użyto do założenia zbiorów słownikowych gatunków, jednostek podziału administracyjnego, fizyczno-geograficznego, regionalizacji przyrodniczo-leśnej oraz informacji zawartych w główkach tabel fitosocjologicznych, w tym również parametrów opisujących czynniki środowiskowe. W osobnych zbiorach gromadzone są informacje o składzie gatunkowym poszczególnych zdjęć fitosocjologicznych. W zbiorach słownikowych zamieszczono również ich ośmioznakowe kody cyfrowe, zgodnie z zasadami tworzenia banków informacji fitosocjologicznej, które podał Pignatti (1976).

Zastosowane oprogramowanie i struktura zapisu danych umożliwiają import danych fitosocjologicznych z bazy TURBOVEG (rys. 2).



Rys. 2. Schemat analizy danych

Fig 2. Scheme of data analysis

Poprzez strukturę danych palinologicznych istnieje łączność z bazą danych EPMP, co umożliwia wykorzystanie zgromadzonej informacji do tworzenia map zasięgów drzew i wybranych taksonów roślin zielnych na obszarze Polski w późnym glacialu i holocenie. Takie prace są wykonywane w ramach projektu badawczego, który koordynuje prof. M. Ralska-Jasiewiczowa. Dzięki wprowadzeniu do systemu dodatkowej warstwy informacyjnej w postaci siatki kwadratów, stosowanej w „Atlasie rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce ATPOL” (A. Zajac i M. Zajac 2000), istnieje możliwość prostego przeniesienia danych o gatunkach zawartych w bazie fitosocjologicznej do tego atlasu, bądź też innego wykorzystywania zgromadzonej informacji, np. do tworzenia regionalnych list florystycznych. Zastosowane oprogramowanie ArcView 3.2 umożliwia też proste współdziałanie z opracowywanym na poziomie krajowym „Atlasem rozmieszczenia zespołów roślinnych w Polsce” (Matuszkiewicz 2003).

Integralną częścią opracowywanego systemu są biblioteki programów do analizy danych fitosocjologicznych (rys. 2). Są to m.in. algorytmy opracowane w Cornell University, Ithaca, New York (DECORANA, ORDIFLEX, TWINSPAN) oraz w wielu europejskich ośrodkach nastawionych na analizowanie i gromadzenie danych geobotanicznych (programy MVSP, MULVA, Tree-PA, CANOCO i inne). Charakterystykę tych programów podano w odrębnym opracowaniu (Nienartowicz i in. 1990). Programy te wspierane są przez procedury do łączenia poszczególnych tabel fitosocjologicznych w większe zbiory danych przeznaczonych do klasyfikacji i ordynacji numerycznej bądź edycji.

PRZYKŁADY ANALIZ ZMIAN ROŚLINNOŚCI

Do opracowanego GIS dotychczas wprowadzono dane głównie z obszaru Kujawy, Torunia, ziemi chełmińskiej i regionu Borów Tucholskich. Obiektem badań na Kujawach była przede wszystkim roślinność sfontolubna. W systemie zgromadzone zdjęcia fitosocjologiczne i mapy roślinności rzeczywistej wykonane

w różnych sezonach wegetacyjnych na przestrzeni ostatnich pięćdziesięciu lat na stanowiskach w Ciechociniku, Mątwach, Janikowie oraz w dolinie Zgłowiączki. Większość tych stanowisk można uznać za stałe powierzchniowo badawcze. Materiał zgromadzony w postaci zdjęć fitosocjologicznych analizowany jest metodami klasyfikacji i ordynacji numerycznej. Związcząca ta druga technika jest niezwykle przydatna do monitorowania zmian stanu układu przyrodniczego, zachodzących pod wpływem odmiennego oddziaływania różnorodnych czynników ekologicznych, szczególnie antropogenicznych. Pozwała ona na przeprowadzenie pośredniej lub bezpośredniej analizy gradientowej i zaprezentowanie zaistniałych zmian roślinności na płaszczyźnie lub w przestrzeni trójwymiarowej, wyznaczonej przez osie reprezentujące główne gradienty czynników ekologicznych, tj. tych, które w największym stopniu wpływają zmienność w obrębie analizowanego zbioru danych. Zmiany roślinności w kolejnych okresach obserwacji są przedstawiane w postaci przesunięć punktów reprezentujących poszczególne zdjęcia fitosocjologiczne.

Materiały kartograficzne w postaci map roślinności rzeczywiście zostały natomiast przeanalizowane metodą łańcuchów Markowa. Wynikiem tych analiz są diagramy ukazujące przeobrażenia każdego z poletek stajęj powierzchni badawczej w poszczególne kategorie roślinności, tworzące zbiór typów zbiorowisk wyróżnionych w całym rozpatrywanym horyzoncie czasowym. Analiza ma charakter ilościowy i na wektorach łączących poszczególne typy roślinne podawane jest prawdopodobieństwo zaistniałych przemian, które są efektem odmiennych oddziaływań czynników naturalnych, bądź też zmian parametrów środowiskowych spowodowanych działalnością człowieka.

Badania na solniskach Kujaw były prowadzone w ramach grantu KBN 6 P04F 032 J 7. Są one kontynuowane i rozszerzone na niemal wszystkie solniska Polski w ramach grantu KBN 6 P04F 069 24.

Obiektem badań na Kujawach, a także na obszarze Torunia i w jego bezpośrednim sąsiedztwie są zbiorowiska leśne. Są to zarówno rezerwy przyrody, jak np. rezerwat Las Piwnicki ze znacznymi zmianami w drzewostanie spowodowanymi wypadaniem wprowadzonej tu niedługo sosny, jak i lasy zagospodarowane, w których miały miejsce silne zaburzenia struktury spowodowane skazaniem atmosfery (Nadleśnictwo Włocławek, rejon zakładu „Anwil”), pożarem lasu (Nadleśnictwo Ciempiszewo) i wichurą (nadleśnictwa Gniewkowo, Toruń, Dobrzejewice, Golub-Dobrzyń). Zmiany zaistniałe w „baldachimie roślinnym” (canopy) są monitorowane głównie przy zastosowaniu zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych Landsat 7 ETM+.

Głównym poligonem badawczym do monitorowania szkód w lasach wywołanych oddziaływaniem wiatru są Bory Tucholskie, jeden z największych kompleksów leśnych w naszym kraju. Zaburzenia spowodowane huraganowymi wiatrami, mającymi miejsce zwłaszcza w grudniu 1999 i czerwcu 2000, były analizowane na obszarze 27 nadleśnictw w RDLP Toruń, Gdańsk i Szczecinek. Szczegółowej analizie poddano trzy powierzchniowo badawcze: Park Narodowy „Bory Tucholskie”, rejon jezior Kruszyńskiego i Somińskiego w północnej części Nadleśnictwa Przymuszewo, obręb Gieldon w Nadleśnictwie Czersk oraz rejon miejscowości Komorza Wielka w Nadleśnictwie Wozioda. Analiza przestrzenna szkód wywołanych przez wiatr jest przeprowadzana w technologii GIS z wykorzystaniem me-

tod teledetekcyjnych, GPS i numerycznego modelu terenu. Do naszego systemu informacji przestrzennej przedstawiono wielkość szkód – wyrażone ilością drewna pozyskanego ze złomów i wykotłów – zamieszczone w bazach danych lasów państwowych (SILP) a dotyczących poszczególnych nadleśnictw. W wyniku wspólnych obliczeń stwierdzono, że na rozmiar szkód ma historia użytkowania terenu (w lasach odtworzonych na gruntach porolnych szkody są znacznie wyższe) oraz orografia terenu i położenie względem granicy polno-leśnej lub innych terenów otwartych, np. dużych zbiorników wodnych. Model przestrzenny szkód wywołanych przez wiatr wykorzystany jest w ramach grantu KBN 6P06L 044 21.

Wiatrolomy i wiatrowały, zwłaszcza powierzchniowe, wywołują zmiany heterogenności w strukturze krajobrazu wskutek wzrostu mozaikowości pokrywy roślinnej. Podobne skutki powodowane są przez różnorodne zabiegi gospodarcze stosowane w leśnictwie (np. rełnie zupełne i częściowe, pozostawiane drzewostany przestojowe, powierzchniowe nasadzenia drzew liściastych w krajobrazach leśnych z przewagą drzew szpilkowych). Zmiany heterogenności krajobrazu wywołane zabiegami gospodarczymi, które nakładają się na naturalną mozaikowość wywołaną zmiennością siedlisk, wyrazić można za pomocą wielu wskaźników, obliczanych dla poligonów umieszczonych na różnych wariantach informacyjnych tworzonego GIS, za pomocą takich programów jak Fragsat czy GRASS. Zagadnienie te są badane szczegółowo na obszarze Zaborskiego Parku Krajobrazowego w ramach grantu KBN 6P04F 04321. Struktura krajobrazu z dominacją lasów zagospodarowanych Nadleśnictwa Przymuszewo jest tu porównywana z obszarem leśnym Parku Narodowego „Bory Tucholskie”, gdzie od kilkunastu lat znacznie ograniczono, a wielu fragmentach wręcz wyeliminowano, zabiegi gospodarcze.

Nasz system informacji geograficznej obejmuje nie tylko dane opisujące stan wyczerpane szaty roślinnej, ale również zawierające informacje o jej stanach przeszłych. Głównym obszarem naszym zainteresowań w tym zakresie jest region Borów Tucholskich. Dane o stanach przeszłych pochodzą z historycznych materiałów kartograficznych, np. map Schrötera-Engelhardta i pruskiej map topograficznych wspomnianego terenu. Stany dawniejsze opiswane są na podstawie wyników analiz palinologicznych. Analizy takie obejmują również strukturę biologicznego opadu pyłkowego, który oceniany jest na stanowiskach do wieloletniego monitoringu, zlokalizowanych w różnych typach zbiorowisk i krajobrazów w Zaborskim Parku Krajobrazowym oraz porównawczo w okolicach Torunia w rezerwie Las Piwnicki bezleśnych na obszarach bezleśnych Wysoczyzny Chełmińskiej. Być może informacje pochodzące ze współczesnych spektrow pyłkowych uzupełnią dane pozyskiwane z analizy osadów jeziornych i pozwolą odwozywać nie tylko lokalne przemiany roślinności w holocenie, ale również zmienność przestrzenną szaty roślinnej w przeszłości w skali całego regionu Borów Tucholskich. Zagadnienia te analizowane są w ramach grantu KBN 3 P06L 008 25.

DALSZY ROZWÓJ SYSTEMU

Bogactwo gatunkowe, struktura zbiorowisk roślinnych oraz heterogenność krajobrazu oceniana na podstawie rozmieszczenia przestrzennego poszczególnych typów fitocenozy są uzależnione od oddziaływania wielu czynników

ekologicznych. Do najistotniejszych należą czynniki związane z gospodarczą działalnością człowieka. Stopień jego oddziaływania na szatę roślinną uzależniony jest od struktury technosfery wytworzonej w wyniku realizacji tych procesów oraz od intensywności działań ludzkich, którą można wyrazić nie tylko wielkością infrastruktury społeczno-technicznej, lecz również antropogenicznym przepływem energii (Moser i in. 2002). Dla stworzenia możliwości określenia relacji pomiędzy roślinnością jako elementem biosfery a czynnikami antropogenicznymi w najbliższym czasie budowany system informacji geograficznej wzbogacony zostanie danymi charakteryzującymi socjo- i technosferę wybranych poligonów badawczych. Zapewne jednym z pierwszych obiektów będzie osada śródlądowa Asmus w Nadleśnictwie Przymuszewo, w której od kilkunastu lat prowadzony jest monitoring wszystkich sfer środowiska naturalnego człowieka. Relacje takie zamierzamy oceniać nie tylko we współczesnych układach ekologiczno-społeczno-ekonomicznych i dlatego rozbudowa GIS w tym zakresie realizowana będzie przy współpracy ze specjalistami z zakresu historii gospodarczej.

Innym kierunkiem działań, które zostaną zintensyfikowane w najbliższych latach będzie integracja danych teledetekcyjnych i fitysocjologicznych. Te działania mają umożliwić tworzenie na bazie zdjęć satelitarnych nie tylko map użytkowania terenu, lecz również jego pokrycia, w tym map roślinności rzeczywistej opartej o system jednostek klasyfikacji syntaksonomicznej. Zintensyfikowane też będą działania na rzecz integracji naszego systemu z europejskimi bankami informacji geobotanicznej i palinologicznej oraz ogólnopolskim projektem „Atlas rozmieszczenia zespołów roślinnych w Polsce”.

System informacji geograficznej sporządzony dla dużego obszaru ułatwi nam prowadzenie badań nad wpływem zaburzeń naturalnych i antropogenicznych, oraz występujących kierunkiem ich następstwie zmian heterogenności krajobrazu, na zmienność roślinności na poziomie populacyjnym i genetycznym, zgodnie z koncepcją, którą zaprezentowali Pickett i White (1985).

LITERATURA

- Chytrý M., Rafajová M., 2003, *Czech National Phytosociological Database: Basic statistics of the available vegetation-plot data*. Preslia 75, 1–15.
- Feoli E., Ganis P., 1984, *On the application of numerical and computer methods in plant taxonomy and plant geography: an integrated information system for data banking and numerical classifications and ordinations*, Webbia 38, 165–184.
- Hennekens S.M., 1995, *TURBO(VEG): Software package for input, processing and presentation in phytosociological data*. User's guide. First draft, October 1995, University of Lancaster, Lancaster.
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J., 2001, *TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data*, J. Veg. Sci. 12, 589–591.
- Hicks S., Latalowa M., Amman B., Pardon H., Tinsley H., 1996, *European Pollen Monitoring Programme. Project description and guidelines*. The Trule Institute, University of Oulu, Finland, Oulu.
- Kunz M., 1999, *System Informacji Geograficznej (GIS) Zaborskiego Parku Krajobrazowego*, [w:] A. Barcikowski, M. Boinski, A. Nienartowicz (red.), *Wielofunkcyjna rola lasu: ochrona przyrody – gospodarka – edukacja*, Materiały IV Konferencji Naukowej w Borach Tucholskich, OW Tupress, Toruń.
- Lawesson J.E., Eilertsen O., Diekmann M., Reinikainen A., Gunnlaugsdóttir E., Fosaa A.M., Carve I., Skov F., Groom G., Økland T., Økland R., Andersen P.N., Bakkestuen V., 2000, *A concept for vegetation studies and monitoring in the Nordic countries*, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Lachowski H., Maus P., Platt B., 1992, *Integrating remote sensing with GIS*, J. Forestry 90, 16–21.
- Matuszkiewicz J.M., 1993, *Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski*, PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Prace Geograficzne nr 158, Zakład Narodowy imienia Ossolińskich, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław, Warszawa, Kraków.
- Matuszkiewicz J.M., 2003, *Atlas rozmieszczenia zespołów roślinnych w Polsce*, maszynopis, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Matuszkiewicz J.M., Chojnacki J., Nienartowicz A., Ratyńska H., Szańkowski M., Szwed W., 1995, *W sprawie opracowania ujednoczonego systemu gromadzenia danych geobotanicznych w Polsce*, Wiad. Bot. 39, 19–26.
- Matuszkiewicz W., 1974, *Teoretyczno-metodyczne podstawy badań roślinności jako elementu krajobrazu i obiektu użytkowania rekreacyjnego*, Wiad. Ekol., 20, 3–13.
- Moser D., Zechmeister H.G., Plutzer Ch., Sauberer N., Wrbka T., Grabherr G., 2002, *Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscape*, Landscape Ecology 17, 657–669.
- Mucina L., Bredenkamp G.J., Hoare D.B., McDonald D.J., 2000, *A national vegetation database for South Africa*, S. Afr. J. Sci. 96, 497–498.
- Mucina L., Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Dierschke H., 1993, *European vegetation survey: current state of some national programmes*, J. Veg. Sci. 4, 429–438.
- Nienartowicz A., Barcikowski A., Wiczorkowski K., 1988, *Zastosowanie metod komputerowych w taksonomii, geografii i socjologii roślin*, Wiad. Bot. 32, 169–182.
- Nienartowicz A., Warachowska K., Wojdyło K., 1990, *Sposoby przygotowywania danych w numerycznej syntaksonomii roślin*, Wiad. Ekol. 36, 111–122.
- Pickett S.T.A., White P.S., 1985, *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, San Diego New York Berkeley Boston London Sydney Tokyo Toronto.
- Pignatti S., 1976, *A system for coding plant species for dataprocessing in phytosociology*, Vegetatio, 33, 23–32.
- Rodwell J., 1995, *The European Vegetation Survey Questionnaire: an overview of phytosociological data, vegetation survey programmes and databases in Europe*, Annali di Botanica 53, 87–98.
- Rodwell J.S., Pignatti S., Mucina L., Schaminée J.H.J., 1995, *European Vegetation Survey: update on progress*, J. Veg. Sci. 6, 759–762.
- Schaminée J.H.J., Hennekens S.M., 1995, *Update of the installation of Turboveg in Europe*, Ann. Bot. (Roma) 53, 159–161.

Zajac A., Zajac M. (red.), 2001, *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce, Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego i Fundacji dla Uniwersytetu Jagiellońskiego*, Kraków.
Zak M.R., Cabido M., 2003, *Spatial pattern of the Chaco vegetation of central Argentina: Integration of remote sensing and phytosociology*, Applied Veg. Sci. 5, 213–226.

SUMMARY

The study presents the geographic information system for gathering historical and contemporary floristic and phytosociological data. Relevés performed with the Braun-Blanquet method are compiled in the database with the program ACCESS. The same software was used to create databases for plant localities, distribution of plant population on permanent study plots as well as for contemporary pollen-rain samples and structure of ancient vegetation recorded in palynological profiles. In order to present the spatial distribution and management of those data, the software ArcView 3.2 was applied. The position of currently received data is determined by means of the GPS receiver. The system is supplied with maps of real and potential vegetation as well as with information on the vegetation structure, coming from topographic and forest economic maps, as well as air photographs and satellite images (Landsat MSS, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, IKONOS). The integral part of the system is constituted by library of computer programs used for numerical classification and ordination of vegetation data (the packages MVSP, Canoco, Twinspan, Ordiflex, Syn-tax and others). The structure of our system allows entering phytosociological data from databases prepared with different types of software, e.g. commonly used in Europe the program TURBOVEG. The data on plant localities can be presented in the network of quadrates applied in the system: "The distribution atlas of vascular plants in Poland".

Besides the structure of the created GIS, also the main research projects were discussed in this paper, those which provides the databases with information on the vegetation. They are: 1 – studies on changes of halophilous vegetation in the Kujawy region over the last 50 years; 2 – distribution of wind-induced damages in the Bory Tucholskie Forests and in the vicinity of Toruń; 3 – defying the influence of the forest management on vegetation structure of the landscape by comparing the area of the National Park "Bory Tucholskie" with the complex of managed forests; 4 – influence of socio-economic processes, particularly activities of the local human community over the last 300 years, on biodiversity and heterogeneity changes in the Tuchola Forest landscape.

We hope, that data on vegetation of northern Poland will be transferred to the developed system, particularly the data from Gdańsk Pomerania and the Kujawy region collected by scientists from our University since their origin, i.e. over fifty years. Our task for the coming years is to prepare software that would enable data transferring to the system TURBOVEG and to intensify the co-operation with centres in Europe which apply this software and which conduct studies on relations between socio-economic factors and biodiversity and heterogeneity in the historical aspect.

