

**WYKORZYSTANIE
SYSTEMU INFORMACJI PRZESTRZENNEJ
DO OPTIMALIZOWANIA PRZEBIEGU
LEŚNYCH ŚCIEŻEK EDUKACYJNYCH**
USING SPATIAL INFORMATION SYSTEM
FOR DESIGNING
FOREST EDUCATION TRAILS

Andrzej Węgiel, Dariusz Rutkowski, Paweł Oleszkiewicz

Katedra Urządzania Lasu, Wydział Leśny, Akademia Rolnicza w Poznaniu

Słowa kluczowe: leśnictwo, GIS, analizy przestrzenne, ścieżki edukacyjne
Keywords: forestry, GIS, spatial analysis, education trails

Wstęp

Ochrona środowiska leśnego w dłuższej perspektywie czasu, zależy nie tylko od działań leśników, ale przede wszystkim od świadomości społeczeństwa. Koniecznością staje się upowszechnianie informacji na temat tego, jakie wartości przedstawia niezniszczony las oraz jak należy postępować, aby środowisko leśne służyło pełnią swych walorów, zarówno nam jak i przyszłym pokoleniom. Osoby świadome tych wartości, są bardziej zainteresowane ochroną ekosystemów leśnych. Przy czym, najlepsze efekty przynosi edukacja prowadzona bezpośrednio w lesie, np. za pomocą różnego typu ścieżek edukacyjnych. Warto wykorzystać wzmożone zainteresowanie ludzi wypoczynkiem w lesie do jego edukacji i tym samym zwiększania wrażliwości na przyrodę. Dobrze zorganizowany pobyt w lesie lepiej spełni funkcję ochronną niż mnożenie nakazów i zakazów, często irytujące osoby odwiedzające las.

Leśnicy od ponad 70 lat prowadzili działania edukacyjne. Jednak z punktu widzenia dzisiejszych potrzeb miały one raczej charakter lokalny i okazjonalny. Przełom w edukacji leśnej nastąpił w połowie lat dziewięćdziesiątych, do czego przyczyniła się realizacja założeń „Polskiej polityki kompleksowej ochrony zasobów leśnych” (1994) oraz powołanie Leśnych Kompleksów Promocyjnych (Grzywacz 2000). Duże znaczenie miała także opublikowana w 2001 roku „Narodowa strategia edukacji ekologicznej” oraz wytyczne do tworzenia programów edukacji leśnej społeczeństwa w nadleśnictwach wprowadzone Zarządzeniem nr 57 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 9 maja 2003 r. (Kapuściński 2003).

Obecnie każde nadleśnictwo realizuje programy edukacyjne, przede wszystkim ukierunkowane na dzieci. Zajęcia dla grup zorganizowanych odbywają się w izbach edukacyjnych, zielonych klasach bądź bezpośrednio w lesie, często z wykorzystaniem ścieżek edukacyj-

nych. Dlatego istnieje duże zapotrzebowanie na tworzenie nowych lub udoskonalanie istniejących ścieżek.

Dobre zaprojektowanie i wykonanie ścieżki edukacyjnej w lesie jest zadaniem niełatwym. Należy uwzględnić bardzo wiele aspektów, rozpoczynając od uwarunkowań terenowych, poprzez prezentowaną tematykę, sposób poruszania uczestników, formę przekazu informacji, na zdefiniowaniu grupy odbiorców kończąc. Podjęcie decyzji o wyborze konkretnego rozwiązania wiąże się z licznymi ograniczeniami, często nie można zrealizować całego spektrum potencjalnych rozwiązań i z wielu elementów niestety trzeba zrezygnować. Dlatego dobrym rozwiązaniem może być projektowanie ścieżek wielowariantowych, złożonych z kilku przebiegających na danym obszarze tras o różnym przeznaczeniu. Wyznaczone trasy powinny w jak najwyższym stopniu spełniać funkcje edukacyjne, być atrakcyjne i jednocześnie minimalizować negatywne oddziaływanie ludzi na otoczenie.

Przy projektowaniu i optymalizowaniu przebiegu ścieżek edukacyjnych bardzo przydatne mogą być zaawansowane technologie, takie jak system informacji przestrzennej (SIP). System ten może znacznie ułatwić wytyczanie przebiegu tras oraz dobór punktów edukacyjnych do poszczególnych wariantów. Przy tym, można uwzględniać dodatkowe warunki dotyczące długości trasy, liczby przystanków, atrakcyjności, sposobu poruszania, prezentowanej tematyki, zróżnicowania trasy itd.

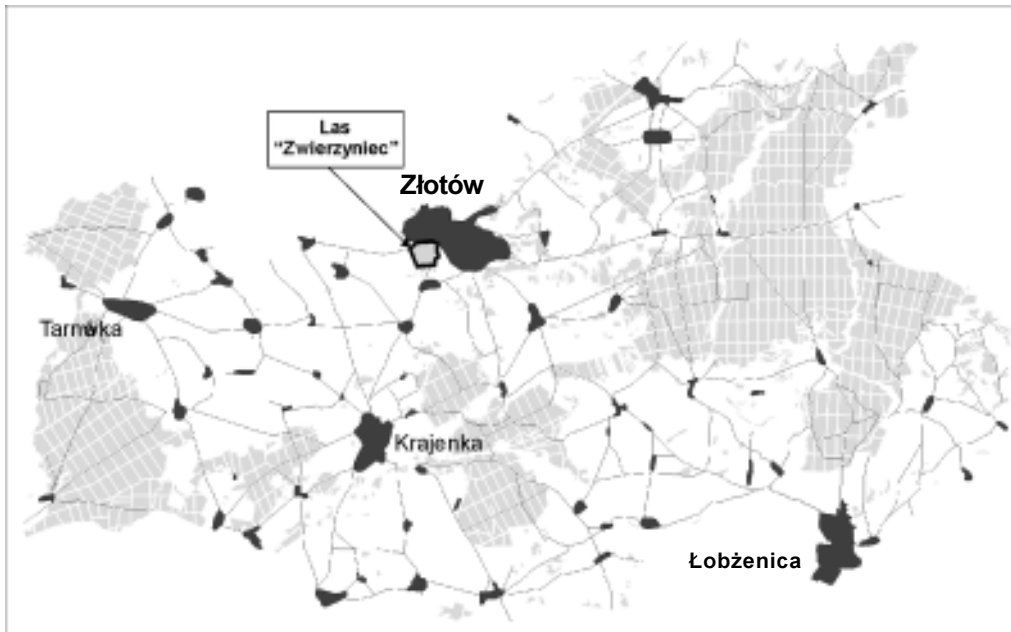
Celem niniejszej pracy było praktyczne sprawdzenie możliwości zastosowania SIP do projektowania ścieżek edukacyjnych w lasach. Podjęto próbę opracowania systemu zarządzania informacjami przestrzennymi, który pozwala na komponowanie wielu wariantów przebiegu ścieżek edukacyjnych o różnej tematyce i przeznaczonych dla odbiorców poruszających się w różny sposób, w konkretnym kompleksie leśnym.

Obiekt badań

Jako obiekt badań wybrano kompleks leśny „Zwierzyniec” w Nadleśnictwie Złotów (rys. 1). „Zwierzyniec” położony jest w bezpośrednim sąsiedztwie miasta Złotów i przylega do dwóch jezior. Posiada gęstą sieć dróg i ścieżek, charakteryzuje się stosunkowo dużym zróżnicowaniem i obecnością wielu miejsc atrakcyjnych dla turystów. Obszar ten został przeznaczony do rekreacji i tam też ma być koncentrowany ruch turystyczny.

Las „Zwierzyniec” zajmuje powierzchnię około 90 ha. Wiek rosnących tam drzew kształtuje się w granicach od 100 do 190 lat. W składzie gatunkowym dominuje buk i dąb, poza tym występują jeszcze: sosna, jodła i świerk. Rośnie tam także wiele innych gatunków drzew, zarówno rodzimych jak i obcego pochodzenia, które są pozostałością po dawnym parku.

W 1820 roku dobra złotowskie kupił Fryderyk Wilhelm III Hohenzolern. Wtedy kształtowaniem tego obszaru zajął się jego naczelny ogrodnik Peter Joseph Lenne, jeden z najwybitniejszych twórców ogrodów i parków w Europie. Według jego projektów utworzono między innymi Sans-Souci w Poczdamie i Tiergarten w Berlinie. Lenne opracował projekt utworzenia parku, w którym skupił się głównie na komponowaniu folwarku w otoczenie. W 1876 roku właściciel Złotowa, książę Karol Hohenzollern, przekazał ten teren miastu. Park Zwierzyniec stał się miejscem pieszych i rowerowych wycieczek, festynów, zabaw i wystaw. Z czasem uległ degradacji, szczególnie duże szkody poczyniły pasące się świnie i krowy.



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań (Las „Zwierzyniec”) w Nadleśnictwie Złotów

Obecnie obszar ten ma charakter leśny. Nadleśnictwo prowadzi prace zmierzające do przywrócenia dawnego wyglądu. Odnawiane są alejki, podnoszona jest estetyczna wartość parkowych zadrzewień. Przez swoje cechy „Zwierzyniec” stanowi doskonałą bazę do tworzenia ścieżek edukacyjnych o tematyce przyrodniczo-leśnej i historycznej.

Metody

Prace badawcze rozpoczęto od szczegółowego rozpoznania kompleksu leśnego „Zwierzyniec”. Spenetrowano cały jego obszar w poszukiwaniu punktów, potencjalnych przystanków projektowanych ścieżek. Wszystkie znalezione miejsca zlokalizowano na mapie i wykonano dla nich opisy. Na mapie wytyczono także przebieg wszystkich tras komunikacyjnych, takich jak: drogi utwardzone, drogi gruntowe, aleje, szlaki, ścieżki itp.

Następnie wykonano klasyfikację wszystkich punktów ze względu na ich atrakcyjność. Każdemu punktowi przypisano jeden z trzech stopni atrakcyjności: wysoką, średnią lub niską. Podobną procedurę zastosowano do przebiegających pomiędzy nimi dróg i ścieżek. Wszystkim odcinkom dróg przypisano atrakcyjność przy zastosowaniu takiej samej trójstopniowej skali jak dla punktów. Stopnie atrakcyjności określano w sposób subiektywny, sugerując się ukształtowaniem terenu oraz walorami krajobrazowymi zaobserwowanymi podczas przechodzenia danym odcinkiem trasy.

Wszystkie zinwentaryzowane drogi przydzielono do jednej z czterech kategorii, ze względu na możliwy sposób poruszania się: samochodem, wózkiem dziecięcym lub wózkiem inwalidzkim, rowerem, pieszo.

Przy czym drogi przeznaczone dla samochodów były dostępne także dla wózków, rowerów i pieszych. Drogi dla wózków dostępne były dla rowerów i pieszych. Drogi dla rowerów dostępne były dla pieszych. Natomiast, drogi dla pieszych nie były już dostępne dla żadnych pojazdów.

Każdy z punktów został przypisany do jednej lub więcej kategorii tematycznych. Utworzono 8 kategorii: k1 – las, k2 – rośliny, k3 – zwierzęta, k4 – geomorfologia, k5 – woda, k6 – zmiany sezonowe, k7 – miejsca historyczne, k8 – ciekawostki. Przypisanie punktów do odpowiednich kategorii umożliwiło w dalszym etapie komponowanie ścieżek tematycznych.

Przy wyznaczaniu punktów, które mają być przystankami ścieżek przyrodniczych, korzystano także z istniejących map leśnych i turystycznych, przewodników oraz opracowań przyrodniczych i historycznych. Przeprowadzono także wywiady z miejscowymi ludźmi znającymi dobrze teren, przede wszystkim z leśnikami. Aktualność zebranych informacji była zawsze weryfikowana bezpośrednio w lesie.

Po zakończeniu prac terenowych przystąpiono do budowy systemu informacji przestrzennej. Jako podstawę tworzonego systemu przyjęto mapy cyfrowe i leśne bazy danych Nadleśnictwa Złotów. Wykorzystano 3 warstwy poligonowe: granice lasów, granice miejscowości, wody powierzchniowe oraz 3 warstwy liniowe: drogi publiczne, drogi leśne, rzeki i rowy. Z bazy danych opisowych do systemu włączono wszystkie informacje dotyczące lasów badanego obiektu. Następnie utworzono dwie nowe warstwy: „drogi” oraz „punkty”. Wszystkie obiekty wprowadzone na mapę uzyskały jednoznaczne identyfikatory. Punkty w postaci kolejnych liczb, a drogi w postaci kolejnych liter alfabetu. Wszystkim utworzonym obiektom na mapie przypisano etykiety. Dla punktów były to kategorie tematyczne i stopnie atrakcyjności dla dróg sposoby poruszania się i stopnie atrakcyjności. Z punktami połączono bazę danych zawierającą wszystkie informacje opisowe dotyczące poszczególnych miejsc. Tak przygotowany system umożliwiał komponowanie wielu wariantów przebiegu ścieżek edukacyjnych w zależności od przyjętych kryteriów. Do zarządzania informacjami przestrzennymi i powiązanyymi z nimi bazami danych opisowych wykorzystano pakiet oprogramowania ArcView 8.

Tworzenie konkretnych tras rozpoczęto od zaprojektowania ścieżek tematycznych. Podjęto próbę utworzenia ścieżek dla każdego tematu, tworzone też ścieżki kombinowane złożone z dwóch lub więcej tematów. Tworzenie ścieżki polegało na wybraniu jednej kategorii tematycznej i wyróżnieniu na mapie wszystkich punktów, które zostały do niej przypisane. Jeżeli punktów było wystarczająco dużo, podejmowano próbę zaprojektowania przebiegu ścieżki. Wyświetlano na mapie wszystkie drogi z podziałem na kategorie atrakcyjności. W przypadku, jeżeli pomiędzy dwoma punktami istniała możliwość wyboru różnych tras wybierano bardziej atrakcyjną. Jeżeli w danym miejscu występowało zbyt duże zagęszczenie punktów danej kategorii dodawano inne. Dla niektórych kategorii tematycznych nie można było utworzyć ścieżek, dla innych możliwe było utworzenie nawet kilku wariantów, np. krótszego dla młodszych dzieci i dłuższego dla starszych.

Podobnie postępowano tworząc ścieżki dla określonego sposobu poruszania. Najpierw wybierano drogi dla różnych pojazdów, a następnie podejmowano próbę utworzenia odpowiedniej ścieżki. Ścieżki dla pieszych nie wymagały takiej procedury, gdyż wszystkie trasy można było pokonać na piechotę. Kolejnym etapem było wyświetlenie na mapie punktów z podziałem na stopnie atrakcyjności, ewentualnie na kategorie tematyczne. Następnie komponowano przebieg trasy dostosowując jej długość do wybranego sposobu poruszania. Przyjęto zasadę, że długość ścieżki powinna wynosić 1–6 km, zaś czas przebycia nie powinien przekra-

czać 4 godzin (Grzywacz, za: Antczak 2003). Punktów pokazowych nie powinno być zbyt dużo na ścieżce. Kasprzyk (1977) uważa, że najlepiej gdy jest ich około 10 (maksymalnie 15 punktów). Taka liczba jeszcze budzi dostateczne zainteresowanie zwiedzającego, natomiast kiedy jest ich zbyt dużo następuje psychiczne znużenie i osłabienie percepcji. Z uwagi na preferowany obecnie zintegrowany charakter nauczania, należy tak zaplanować przebieg ścieżki, by dać możliwość omówienia wielu zagadnień z kilku przedmiotów (Antczak 2003).

Ścieżki dla osób z niepełnosprawnością motoryczną (poruszających się na wózkach) powinny być starannie wytyczone w terenie i spełniać określone warunki techniczne. Powierzchnia ścieżki musi być utwardzona i gładka, bez wystających kamieni i korzeni. Zalecana minimalna szerokość powinna wynosić 100 cm, a w miejscach mijania przynajmniej 150 cm (Skrętkowicz 2003).

Zbudowany w ten sposób system informacji przestrzennej umożliwi komponowanie wielu wariantów przebiegu tras o różnorodnej tematyce. Można go zbudować praktycznie dla każdego kompleksu leśnego, po uprzednim zebraniu potrzebnych informacji w terenie. Wybrane warianty ścieżek mogą być na stałe oznaczone w terenie, albo jedynie w przewodniku, który uczestnicy zabierają ze sobą. Można też posłużyć się zawansowanymi technologiami informatycznymi i odpowiednie warianty ścieżek udostępnić dla zwiedzających wyposażonych w GPS i palmtopa lub telefon komórkowy z technologią WAP.

Wyniki

W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji terenowej na terenie kompleksu leśnego „Zwierzyniec” zlokalizowano 40 punktów, które mogą być przystankami ścieżek edukacyjnych (tab. 1). Dziesięć punktów zostało uznane za bardzo atrakcyjne, 28 przyznano średnią atrakcyjność i 2 – niską atrakcyjność. Najwięcej punktów zakwalifikowano do kategorii „rośliny” (32) i do kategorii „las” (13). Najmniej liczne były kategorie „miejsca historyczne” (2) i „geomorfologia” (3). Tylko do jednej kategorii tematycznej zakwalifikowano 12 punktów, do dwóch kategorii – 21 punktów, do trzech kategorii – 4 punkty, natomiast 2 punkty przypisano do czterech, a 1 punkt aż do pięciu kategorii.

Na terenie lasu „Zwierzyniec” zinwentaryzowano 20 różnego typu dróg, które oznaczono literami od A do T (tab. 2). Dla 3 dróg atrakcyjność określono jako wysoką, dla 15 jako średnią, a dla 2 jako niską. Spośród tych dróg, na trzech można poruszać się samochodem, na sześciu wózkiem, na szesnastu rowerem, a na wszystkich dwudziestu pieszo. Zinwentaryzowane punkty i drogi wprowadzono do systemu w postaci dwóch odrębnych warstw na mapie numerycznej.

Rysunek 2 przedstawia efekt tworzenia ścieżki dla kategorii tematycznej „zwierzęta”. Przy projektowaniu ścieżki wykorzystano wszystkie 7 punktów należących do tej kategorii. Dodatkowo dołączono punkt nr 4, położony na długim odcinku pomiędzy punktami nr 8 i nr 33. Trasa rozpoczyna się w Złotowie, posiada kształt pętli i kończy się w tym samym miejscu.

Rysunek 3 prezentuje efekt projektowania ścieżki przeznaczonej dla wybranego sposobu poruszania się – za pomocą wózków inwalidzkich lub wózków dla dzieci. Trasa składa się z dwóch pętli mniejszej (wschodniej) i większej (zachodniej). Na mniejszej pętli wybrano 7 przystanków, a na większej 11 przystanków. Można też przejechać całą trasę, na której razem jest 18 przystanków. Początek i koniec trasy, dla wszystkich wariantów, znajduje się w Złotowie.

Tabela 1. Wykaz szlaków komunikacyjnych w kompleksie leśnym "Zwierzyniec" wraz z możliwymi sposobami poruszania i kategorią atrakcyjności

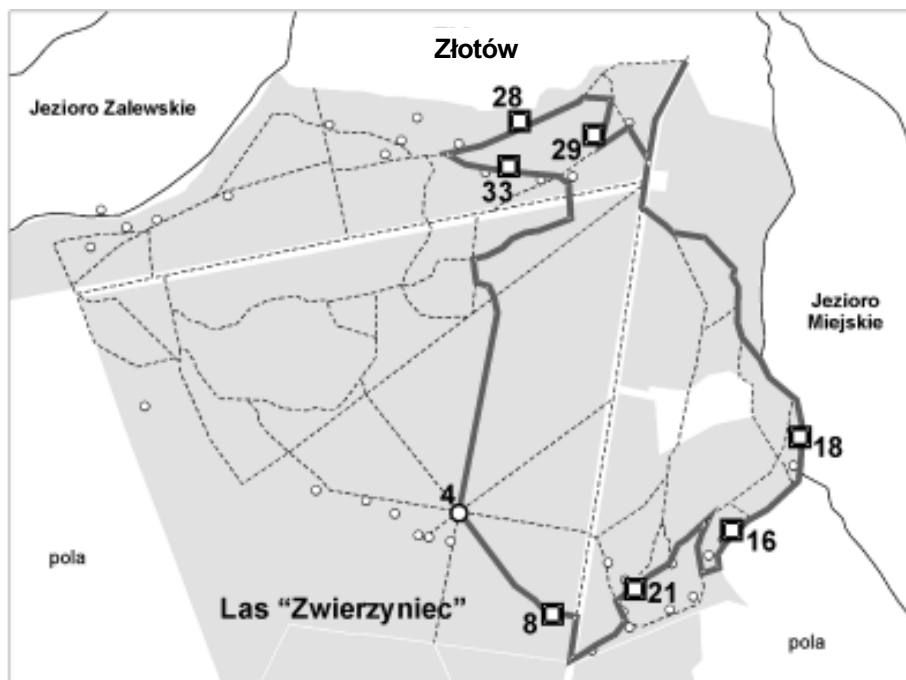
Oznaczenie szlaku	Możliwe sposoby poruszania				Atrakcyjność
	samochodem	wózkiem	rowerem	pieszo	
A	x	x	x	x	średnia
B	x	x	x	x	średnia
C		x	x	x	wysoka
D			x	x	średnia
E				x	niska
F			x	x	średnia
G	x	x	x	x	średnia
H			x	x	średnia
I			x	x	średnia
J		x	x	x	średnia
K			x	x	średnia
L				x	średnia
M				x	niska
N			x	x	średnia
O		x	x	x	średnia
P			x	x	wysoka
Q				x	wysoka
R			x	x	średnia
S			x	x	średnia
T			x	x	średnia

Przyjęte do analiz przestrzennych kryteria można łączyć, bądź też w miarę potrzeb dowolnie zmieniać, tworząc inne warianty ścieżek edukacyjnych.

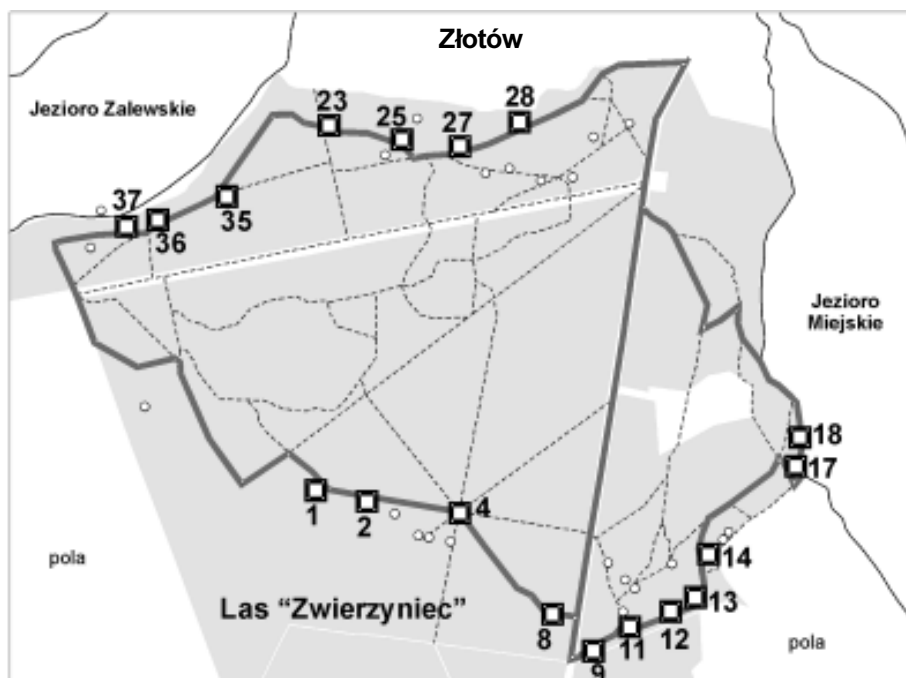
Dyskusja

System Informacji Przestrzennej w polskich lasach jest wciąż na etapie wdrażania. Wykonawcy planów urządzania lasu opracowali technologie pozwalające zastąpić dotychczasowe mapy analogowe mapami numerycznymi. Początkowo służyły one do sporządzania doskonalszych wydruków. Jednak, gdy zaczęto przekazywać nadleśnictwom mapy w formie elektronicznej, zintegrowano je z działającym już Systemem Informatycznym Lasów Państwowych (SILP) i zastosowano odpowiednie oprogramowanie, nastąpił szybki rozwój systemu. Wprowadzenie standaryzacji i upowszechnienie przeglądarek map numerycznych, spowodowało, że SIP zaczął nabierać coraz większego znaczenia w nadleśnictwach (Miś i in. 2001, Okła 1999).

Jednym z pionierów rozwoju systemów informacji przestrzennej było Nadleśnictwo Złotów. W jednostce tej prowadzono intensywne prace wdrożeniowe, tam też po raz pierwszy wykonano



Rys. 2. Ścieżka przyrodnicza o temacie „zwierzęta”



Rys. 3. Ścieżka przyrodnicza przeznaczona do poruszania się za pomocą wózków

aktualizację systemu w ramach prac urzędniowych (Wójcik 2001). Dlatego nadleśnictwo to, dysponujące rozbudowanym i sprawnie działającym systemem oraz doskonale przeszkoloną kadrą, świetnie nadawało się do przeprowadzenia badań dotyczących zastosowań praktycznych systemu informacji przestrzennej. Dodatkowym atutem tej jednostki były doświadczenia w prowadzeniu edukacji oraz obecność lasów bardzo atrakcyjnych turystycznie.

Prace dotyczące wykorzystania SIP do projektowania przebiegu ścieżek edukacyjnych przeprowadzone w Nadleśnictwie Złotów, były pierwszymi tego typu badaniami w polskich lasach. W tym samym nadleśnictwie przeprowadzono także, po raz pierwszy, badania nad zastosowaniem systemu informacji przestrzennej do wytyczania tras turystycznych (Węgiel i Rutkowski 2004). Ich celem było zaprojektowanie przebiegu szlaków komunikacyjnych, w taki sposób, aby maksymalnie ograniczyć negatywny wpływ turystyki na środowisko leśne. System informacji przestrzennej okazał się narzędziem bardzo przydatnym do tego rodzaju działań projektowych. Różnice pomiędzy wymienionymi pracami badawczymi, oprócz przeznaczenia szlaków, polegały na skali odniesienia. Trasy turystyczne wytyczane były na obszarze całego nadleśnictwa, natomiast ścieżki edukacyjne odnosiły się jedynie do wybranego kompleksu leśnego – „Zwierzyniec”.

Powstało wiele opracowań zawierających wytyczne do projektowania ścieżek edukacyjnych w lasach (Antczak 2003, Chrzanowski 2004, Kasprzyk 1997, Ważyński 1997, Zawadzka 2002). Wiele z podanych tam wskazówek okazało się przydatne przy komputerowym wytyczaniu ścieżek, mimo że autorzy nie wspominali o takiej możliwości.

Chociaż przy projektowaniu ścieżek edukacyjnych i wytyczaniu szlaków turystycznych stosuje się jeszcze metody tradycyjne, to liczba zastosowań SIP w leśnictwie jest coraz większa (Olenderek 1996). Głaz (1996) wśród możliwych zastosowań GIS w nadleśnictwie, wymienia planowanie sieci dróg. Uważa on także, że jedną z opracowanych map powinna być mapa urządzeń turystycznych. Laurow (2002) stwierdził, że z pewnością narzędziem pomocnym w organizacji ruchu turystycznego będzie SIP. Natomiast Mozgawa (1996) zwrócił uwagę na rosnący zakres zastosowań SIP w leśnictwie, w szczególności w odniesieniu do pozaprodukcyjnych funkcji lasu. Coraz częściej SIP postrzegany jest jako ważne narzędzie w procesach decyzyjnych (Cichociński 2002, Mozgawa 1996, Pogoda 1999).

Przedstawiony w pracy zakres zastosowań SIP przy podejmowaniu decyzji dotyczących przebiegu ścieżek edukacyjnych na obszarach leśnych, oczywiście nie wyczerpuje jeszcze możliwości systemu. Możliwe jest np. przeprowadzenie waloryzacji punktów edukacyjnych, a następnie na podstawie określonych kryteriów podjęcie próby automatycznego wyboru optymalnych wariantów przebiegu ścieżki. Można też poszerzyć zakres posiadanych informacji o dane dotyczące samych tras: przejezdność, czas potrzebny na pokonanie poszczególnych odcinków, stopień trudności itp. Jednak wymaga to zebrania wielu dodatkowych danych w terenie.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania Panu Ryszardowi Standio, Nadleśniczemu Nadleśnictwa Złotów, za udostępnienie opisowych i przestrzennych baz danych dotyczących nadleśnictwa oraz za pomoc w trakcie prowadzenia prac terenowych. Składamy także podziękowania wszystkim pracownikom nadleśnictwa, którzy pomogli w realizacji tej pracy.

Literatura

- Antczak A., 2003: Tworzymy ścieżkę edukacyjną w nadleśnictwie. *Poradnik Edukacji Leśnej, Zeszyt 4*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: 1-31.
- Chrzanowski T., 2004: Edukacja leśna społeczeństwa w Lasach Państwowych. *Las Polski* 6/2004. Warszawa.
- Cichociński P., 2002: Zastosowanie systemów informacji przestrzennej do wspomagania procesów podejmowania decyzji. *Systemy Informacji Przestrzennej. XII Konferencja Naukowo-Techniczna*, Warszawa 17 maja 2002. Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej: 69-73.
- Głaz J., 1996: Kierunki wykorzystania GIS do zarządzania i prowadzenia gospodarki leśnej w nadleśnictwie. *Prace IBL*. ser. B. nr 26.
- Grzywacz A., 2000: Edukacja leśna społeczeństwa. Wyd. Świat. Warszawa: 1-16.
- Kapuściński R., 2003: Edukacja leśna – stan obecny i perspektywy. *Poradnik Edukacji Leśnej, Zeszyt 1*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: 1-27.
- Kasprzyk S., 1997: Turystyczne zagospodarowanie lasu. PWRiL. Warszawa: 1-222.
- Laurow Z., 2002: Turystyka i rekreacja w lasach wielofunkcyjnych. *Las Polski* Nr 15-16. Warszawa.
- Miś R., Strzebiński P., Węgiel A., 2001: Systemy Informacji Przestrzennej w leśnictwie i ochronie środowiska leśnego. Wydawnictwo AR Poznań.
- Mozgawa J., 1996: GIS jako narzędzie podejmowania decyzji o charakterze przestrzennym. *Prace IBL*. ser. B. nr 26: 5.
- Okła K., 1999: Systemy Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych – wprowadzenie. *Postępy Techniki w Leśnictwie* 70: 16-25.
- Olenderek H., 1996: Stan prac nad systemami informacji przestrzennej (GIS) w Polsce. *Prace IBL*. ser. B. nr 26: 13.
- Pogoda P., 1999: Wykorzystanie technik informacji przestrzennych na poziomie leśnictwa i nadleśnictwa. Problematyka stosowania techniki informatycznej w procesach decyzyjnych i planowaniu w Lasach Państwowych. *Postępy Techniki w Leśnictwie* 70: 36-42.
- Skრtkowicz L., 2003: Edukacja przyrodnicza osób niepełnosprawnych. *Poradnik Edukacji Leśnej, Zeszyt 8*. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa: 1-38.
- Ważynski B., 1997: Urządzanie i zagospodarowanie lasu dla potrzeb turystyki i rekreacji. Wydawnictwo AR Poznań.
- Węgiel A., Rutkowski D., 2004: Wykorzystanie Systemów Informacji Przestrzennej do projektowania szlaków turystycznych na przykładzie Nadleśnictwa Złotów. [W:] *Problemy zrównoważonego rozwoju turystyki, rekreacji i sportu w lasach* (red. K. Pieńkoś). AWF Warszawa: 413-422.
- Wójcik R., 2004: Mapa numeryczna w nowej Instrukcji Urządzania Lasu na przykładzie Nadleśnictwa Złotów. *Roczniki Geomatyki*. T. II, z. 4: 87-92.
- Zawadzka D., 2002: Edukacja leśna w praktyce. CILP Warszawa 2002.

Summary

Advanced GIS technologies find increasing application in forestry and they can also serve as a valuable tool helping to organize and manage recreation and intensive tourism. In 2002 investigations were carried out in Poland in the Zlotow Forest Division (State Forests) with the aim to elaborate a method, which would allow planning forest tourist and education paths employing, for this purpose, the available spatial information system. The task involved expanding and enriching the existing geometrical and descriptive data of selected forest area by gathering appropriate tourist information, carrying out spatial analyses and selecting an optimal solution. In the forest itself, the authors collected information concerning the attractiveness of selected points and routes which connected them. The ArcView 8.2 computer software was used to develop the necessary data bases and carry out all analyses. The applied program allowed creating new geometrical layers of the digital map: „tourist objects”, „education points” and „routes”. Next, on the basis of the collected information, several variants of education trails were suggested. A number of spatial analyses were conducted, which allowed selecting optimal solutions. The

selected routes took into consideration, on the one hand, the criterion of path attractiveness and, on the other, negative impact of the route on the natural environment.

The performed investigations confirmed that the GIS tools can be very useful in managing the tourist traffic in forest. They allow processing a large number of spatial data and, at the same time, they guarantee their constant upgrading.

dr inż. Andrzej Węgiel
wegiel@au.poznan.pl

mgr inż. Dariusz Rutkowski
dar.rutkowski@wp.pl

mgr inż. Paweł Oleszkiewicz
oleszkiewicz@hoga.pl