



POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII



PRACA DYPLOMOWA MAGISTERSKA

**SYSTEM INFORMACJI PRZESTRZENNEJ
DLA BIEBRZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO
BUDOWA GEOPORTALU OPARTEGO NA SDI Z WYKORZYSTANIEM
STANDARDÓW TECHNICZNYCH OGC**

**SPATIAL INFORMATION SYSTEM FOR BIEBRZA
NATIONAL PARK
GEOPORTAL BASED ON SDI AND OGC STANDARDS**

Autorzy:

Sylwia Elżbieta Gdowska
Numer albumu 225827

Michał Wiesław Kursa
Numer albumu 194697

Opiekun pracy:
dr inż. Katarzyna Osińska - Skotak

Warszawa, 2010

*„Boże, daj mi cierpliwość, bym pogodził się z tym,
czego zmienić nie jestem w stanie. Daj mi siłę, bym
zmieniał to co zmienić mogę. I daj mi mądrość,
bym odróżnił jedno od drugiego.”*

— Marek Aureliusz

Niniejszą pracę dedykujemy naszym Rodzicom

Warszawa, dnia

Oświadczenie

Oświadczamy, że pracę magisterską pt.: „System informacji przestrzennej dla Biebrzańskiego Parku Narodowego. Budowa geoportalu w oparciu o SDI i z wykorzystaniem standardów technicznych OGC” została napisana przez nas samodzielnie, co poświadczamy własnoręcznym podpisem. Wszelka literatura, z której korzystaliśmy została wymieniona w spisie źródeł pracy.

.....
(Sylwia Gdowska)

.....
(Michał Kurska)

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono proces tworzenia geoportalu dla Biebrzańskiego Parku Narodowego. Służyć ma on nie tylko pracownikom Parku, ale również zwykłym użytkownikom, dostarczając im niezbędnych informacji turystycznych, ogólnogeograficznych oraz przyrodniczych. Szczególną uwagę poświęcono kwestiom związanym z łatwością obsługi i dostępnością danych.

Praca składa się z dwóch części: teoretycznej i praktycznej. W początkowych rozdziałach przedstawiono charakterystykę Biebrzańskiego Parku Narodowego, ocenę istniejących w tej instytucji rozwiązań GIS. Zaproponowana została również koncepcja systemu informacji przestrzennej dla BPN. Do części teoretycznej zalicza się również rozdział przybliżający tematykę związaną z udostępnianiem i prezentacją danych przestrzennych w Internecie.

W części praktycznej opisano główne założenia projektu geoportalu oraz poszczególne elementy składające się na stworzony dla Biebrzańskiego Parku Narodowego geoportal: baza danych *PostGIS*, serwer mapowy *Mapserver*, strona *www* oparta o *OpenLayers*. Przy budowie geoportalu wykorzystano wyłącznie darmowe oprogramowanie, oparte na licencji *open-source*.

Integralną częścią pracy jest strona internetowa www.bpn.e-mapa.net, dzięki której możliwy jest dostęp do geoportalu Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Słowa kluczowe: Biebrzański Park Narodowy, geoportal, WebGIS, SDI, WMS, standardy OGC, dyrektywa INSPIRE, Internet, dane przestrzenne.

Abstract

This thesis describes the creation of Biebrza National Park Geoportal. The geoportal is meant to serve not only the park staff, but also casual users by providing them tourist, environmental and geographic information. Particular attention was paid to issues related to usability and availability of data.

The thesis consists of two parts: theoretical and practical. In the first chapters presented are characteristics of the Biebrza National Park and assesment of the existing GIS solutions. The concept of the geographical information system for Biebrza National Park is also proposed. The theoretical part also includes the chapter devoted to sharing and presenting spatial data on the Internet.

The practical part presents the main objectives of the geoportal and its main software elements: spatial database PostGIS, map server MapServer, web map viewer OpenLayers. The geoportal is based entirely on free software, with an open-source license.

An integral part of the thesis is the website www.bpn.e-mapa.net which provides access to the geoportal.

Keywords: Biebrza National Park, geoportal, WebGIS, SDI, WMS, OGC standards, the INSPIRE Directive, Internet, spatial data.

Spis treści

Streszczenie	4
Wstęp.....	8
1. Wiadomości ogólne o Biebrzańskim Parku Narodowym	10
1.1 Cel utworzenia Parku	10
1.2 Podstawy prawne działania BPN	10
1.3 Zadania Biebrzańskiego Parku Narodowego	12
1.4 Położenie BPN	14
1.5 Walory przyrodnicze i turystyczne Biebrzańskiego Parku Narodowego	18
1.5.1 Geologia i geomorfologia.....	19
1.5.2 Klimat.....	20
1.5.3 Wody powierzchniowe.....	22
1.5.4 Lasy	23
1.5.5 Flora.....	23
1.5.6 Zwierzęta	25
1.5.7 Zabytki.....	27
1.5.8 Turystyka.....	31
1.6 Zagrożenia	33
2. Analiza stanu istniejącego GIS w Biebrzańskim Parku Narodowym	35
2.1 Informacje ogólne.....	35
2.2 System informacji przestrzennej w Biebrzańskim Parku Narodowym.....	39
2.3 Ocena systemu informacji przestrzennej istniejącego w BPN.....	41
3. Koncepcja SIP dla Biebrzańskiego Parku Narodowego	43
3.1 Wykorzystane oprogramowanie.....	44
3.2 Pozyskanie danych do warstw tematycznych	46
3.2.1 Materiały źródłowe.....	47
3.2.2 Korekcja geometryczna.....	48
3.2.3 Wektoryzacja treści map topograficznych	49
3.2.4 Warstwy tematyczne	51
4. Prezentacja danych przestrzennych w Internecie	57
4.1 Technologie i standardy udostępniania danych przestrzennych w Internecie	57
4.2 Przegląd istniejących rozwiązań prezentacji danych przestrzennych w parkach narodowych.....	65
4.2.1 Tatrzański Park Narodowy	67
4.2.2 Bieszczadzki Park Narodowy.....	73
4.2.3 Wielkopolski Park Narodowy	75
5. Geoportal Biebrzańskiego Parku Narodowego	77
5.1 Założenia projektu geoportalu.....	77
Budowa geoportalu.....	79
5.2.1 Platforma	82
5.4 Baza danych PostgreSQL z rozszerzeniem PostGIS.....	83
5.4.1 Instalacja i konfiguracja	84
5.4.2 PostGIS.....	85
5.4.3 Indeksy przestrzenne	87
5.4.4 Import danych.....	90
5.4.5 Mapserver.....	91
5.4.6 Instalacja i konfiguracja	93
5.4.7 Plik Map	93
5.4.8 Mapserver i PostGIS	105

5.4.9	Obsługa WMS i WFS.....	106
	WMS	107
	WFS.....	111
5.6	OpenLayers	113
5.6.1	GeoExt.....	114
5.6.2	HTML, JavaScript i AJAX.....	115
5.6.3	Użycie OpenLayers na stronie	116
5.6.4	Wygląd strony i funkcjonalność.....	117
	5.6.4.1 Warstwy tematyczne	119
	5.6.4.2 Narzędzia.....	119
	5.6.4.3 Mapa.....	120
	5.6.4.4 Pasek informacji	120
6.	Podsumowanie.....	122
7.	Źródła	124
7.1	Literatura:	124
7.2	Internet:	125
8.	Spis rysunków	127
9.	Spis tabel	130

Wstęp

Systemy informacji geograficznej pozwalają nam lepiej zrozumieć otaczający nas świat. Świat ten nie składa się tylko z budynków, drzew, dróg i innych obiektów. Jego częścią jesteśmy również my – ludzie. Dlatego każdy z nas powinien mieć dostęp do jak najpełniejszej informacji o tym, co nas otacza. Dzięki posiadaniu takiej wiedzy możliwe jest poprawienie jakości naszego życia, a jednocześnie zachowanie pozostałych elementów środowiska – zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej.

Do niedawna dane i informacje przestrzenne były dostępne głównie wąskiemu gronu specjalistów i decydentów. Jednak wraz z rozwojem Internetu oraz powstawaniem nowych rozwiązań organizacyjnych i prawnych nastąpiło znaczne powiększenie się grupy odbiorców. Dziś niemal każdy może skorzystać z ogromnych zasobów danych z całego świata – wystarczy komputer podłączony do sieci Internet. Możliwe jest to dzięki geoportalom, czyli rozbudowanym stronom internetowym udostępniającym dane przestrzenne. Stosowanie zaś jednolitych standardów pozwala na wykorzystanie danych z wielu źródeł, co umożliwia uzyskanie pełnego obrazu otaczającej nas rzeczywistości.

Obecnie zastosowanie geoportali jest bardzo szerokie: od serwisów krajowych, udostępniających dane geodezyjne i kartograficzne, poprzez komercyjne portale turystyczne, jak i przeznaczone dla kierowców, aż po hobbystyczne strony specjalizujące się w jednej, wąskiej dziedzinie. Coraz częściej jedynym ograniczeniem przy tworzeniu geoportalu jest wyobraźnia, kwestie techniczne nie są już głównym problemem.

Pomimo rosnącej liczby geoportali nadal wiele danych jest „zamkniętych” dla zwykłego użytkownika. Problem ten dotyczy w głównym

stopniu zbiorów danych będących w posiadaniu mniejszych instytucji i organizacji na szczeblu lokalnym. Takimi jednostkami są np. parki narodowe. W Polsce jedynie nieliczne parki stworzyły własne serwisy mapowe, a przyczyną tego są w znacznej mierze kwestie finansowe. Jednak brak pieniędzy nie zawsze musi uniemożliwiać zbudowanie geoportalu – czego najlepszym dowodem jest nasza praca.

1. Wiadomości ogólne o Biebrzańskim Parku Narodowym



1.1 Cel utworzenia Parku

Biebrzański Park Narodowy (BPN) został utworzony na podstawie Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 września 1993 roku jako osiemnasty polski park narodowy. Obecnie jest największym parkiem w Polsce i jednym z większych w Europie, jego powierzchnia to 59 223 ha.

Celem Biebrzańskiego Parku Narodowego, dla którego został on powołany, jest ochrona zanikających w Europie specyficznych, rozległych torfowisk Kotliny Biebrzańskiej oraz niewielkiego fragmentu Wzgórz Sokólskich, jak również ochrona rzadkich i ginących gatunków zwierząt oraz zbiorowisk roślinnych i walorów krajobrazowych. Ogólnie celem Parku jest ochrona niezwykle cennych obszarów przyrodniczych.

1.2 Podstawy prawne działania BPN

Biebrzański Park Narodowy działa na podstawie poniżej wymienionych ustaw, rozporządzeń oraz zarządzeń:

1. Ustawy z 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2004 r. Nr 92, poz. 880);
2. Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 września 1993 roku w sprawie utworzenia Biebrzańskiego Parku Narodowego (Dz. U. nr 86 poz. 399);

3. Zarządzenia Nr 63 Ministra Środowiska z dnia 10 października 2005 r., w sprawie nadania Statutu Biebrzańskiemu Parkowi Narodowemu;
4. Zarządzenia Nr 27 Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 15 marca 1994 roku w sprawie utworzenia Gospodarstwa Pomocniczego przy Biebrzańskim Parku Narodowym – w części dotyczącej jego utworzenia (§1);
5. Ustawy z dnia 30 czerwca 2005 r. Finanse Publiczne (Dz. U. Nr 249, Poz. 2104 z 2005 r);
6. Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej (Dz.U. Nr 96 poz. 447 z 1996 roku) Zasady wynagradzania za pracę i przyznawania innych świadczeń związanych z pracą dla pracowników zatrudnionych w państwowych jednostkach sfery budżetowej działających w zakresie ochrony środowiska, zasobów naturalnych i leśnictwa.
7. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 28 kwietnia 2005 r. w sprawie stanowisk oraz wymagań kwalifikacyjnych, jakie powinni spełniać pracownicy zatrudnieni na poszczególnych stanowiskach w Służbach Parków Narodowych; DZ.U. nr 89 poz. 753 z 2005 roku;
8. Ustawy z dnia 26 czerwca 1974 roku Kodeks Pracy (tekst jednolity z dnia 23 grudnia 1997 roku; Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94 z późniejszymi zmianami);
9. Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. Nr 67 poz. 630 z 2003 roku) z dnia 28.03.2003 Ustanowienie strefy ochronnej zwierząt łownych w otulinie Biebrzańskiego Parku Narodowego.
10. Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. nr 91 poz. 765 z 2005 roku) Parki narodowe lub niektóre ich obszary, gdzie za wstęp pobiera się opłaty.
11. Rozporządzenia Ministra Środowiska (Dz.U. Nr 229 poz. 2313 z roku 2004) Obszar specjalnej ochrony ptaków Natura 2000.
12. Rozporządzenia Ministra Środowiska (DZ.U. Nr 5 poz. 33 z roku 2005) Zakres i tryb współpracy Straży Parku z Policją oraz zakres działań.
13. Innych przepisów prawa regulujących status pracowników parków narodowych.

1.3 Zadania Biebrzańskiego Parku Narodowego

Kierunki, jak i zasady działań ochronnych zostały określone przy zwróceniu szczególnej uwagi na podstawowy cel powołania Parku. Do zadań ochronnych BPN, zgodnie z Zarządzeniem nr 22 Ministra Środowiska z dnia 25 lutego 2009 roku w sprawie zadań ochronnych dla Biebrzańskiego Parku Narodowego, zalicza się:

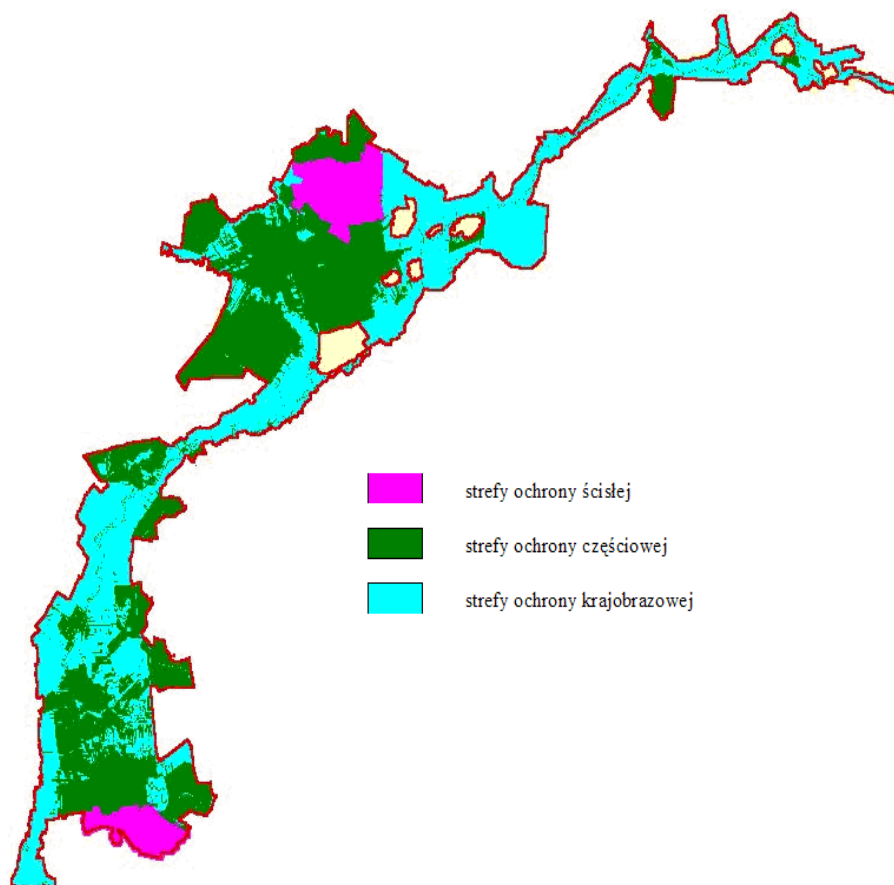
1. identyfikację i ocenę istniejących i potencjalnych zagrożeń wewnętrznych i zewnętrznych oraz sposoby eliminacji lub ograniczania tych zagrożeń i ich skutków,
2. opis sposobów ochrony czynnej, z podaniem rodzaju, rozmiaru i lokalizacji poszczególnych zadań,
3. opis sposobów czynnej ochrony niektórych gatunków roślin i zwierząt,
4. wskazanie obszarów objętych ochroną ścisłą, czynną oraz krajobrazową,
5. wskazanie miejsc udostępnianych w celach naukowych, edukacyjnych, turystycznych, rekreacyjnych oraz amatorskiego połowu ryb, z podaniem sposobu ich udostępniania oraz maksymalnej liczby osób mogących przebywać jednocześnie w tych miejscach.

Natomiast do głównych zadań wykonywanych przez BPN zalicza się:

- ocenę aktualnego stanu Parku,
- wskazanie kierunków i potrzeb ochrony,
- prowadzenie monitoringu środowiska przyrodniczego, badań naukowych, jak i działalności dydaktycznej,
- obsługę działalności turystycznej przy zachowaniu wytycznych ochrony przyrody,
- zwalczanie przestępstw i wykroczeń z zakresu ochrony przyrody.

Na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego wyróżniamy trzy obszary ochronny (Rys. 1.):

- ścisła,
- czynna,
- krajobrazowa.



Rys. 1. Mapa kategorii ochronności w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Źródło: [Grzegorz Kwiatkowski, 2008] „Technologie GIS fundamentem procesów decyzyjnych” - prezentacja multimedialna . Zasób danych Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Według Regulaminu Biebrzańskiego Parku Narodowego za mienie BPN i wykonywanie ochrony przyrody odpowiadają:

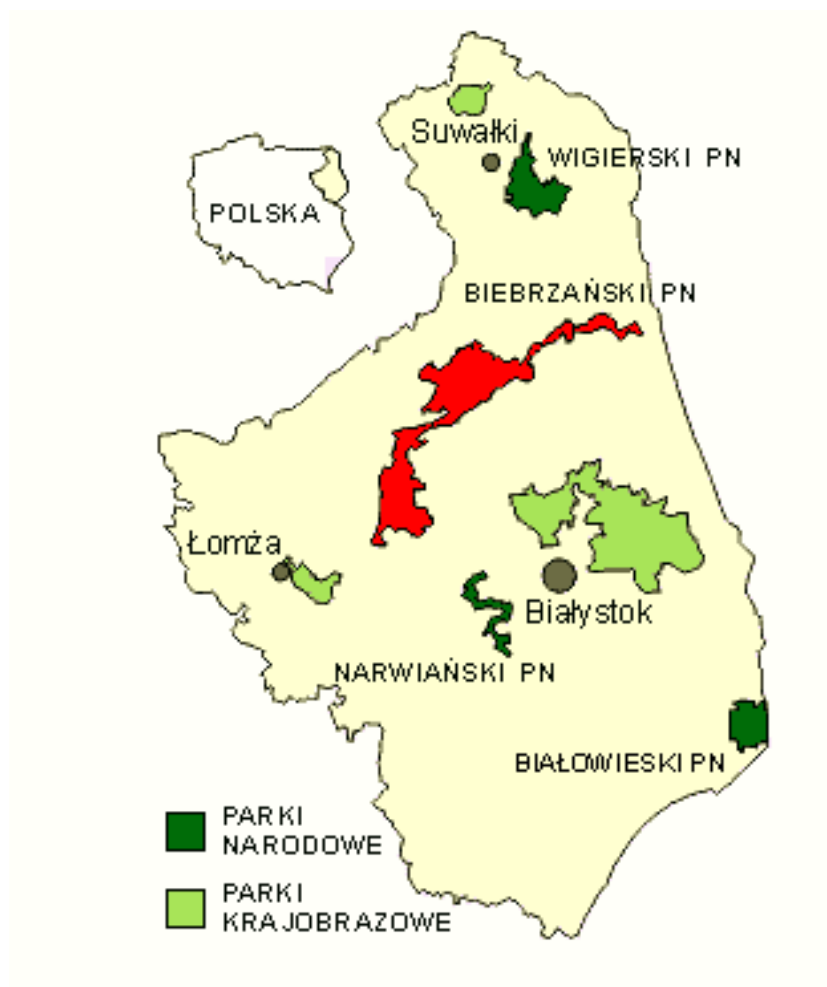
1. dyrektor Parku na całym funkcjonującym obszarze Parku, któremu w zakresie ochrony przyrody przysługują kompetencje i obowiązki wojewody
2. zastępcy dyrektora w zakresie swoich kompetencji,
3. konserwatorzy obrębów ochronnych (nadleśniczowie) w obrębie ochronnym,

4. konserwatorzy obwodów ochronnych (leśniczowie) na terenie powierzonych im obwodów ochronnych, którzy swoje obowiązki wykonują przy pomocy podleśniczych i strażników,
5. kierownicy komórek organizacyjnych i pracownicy na swoich stanowiskach pracy.

Środowisko przyrodnicze BPN zostało nie tylko ukształtowane w wyniku procesów naturalnych, ale również w skutek działań ludzkich. Człowiek wpływał na przyrodę w różny sposób, na przykład poprzez przekształcenia sieci hydrograficznej, czy też różnorodne użytkowanie zasobów przyrodniczych (rolnictwo, leśnictwo, itp.). Zaniedbanie prac ingerencyjnych na terenach Parku może doprowadzić do nieporządanych skutków, w wyniku których może dojść do zaniku reprezentowanych przez te obszary wartości faunistycznych oraz florystycznych. Oznacza to, że większość obszarów BPN wymaga czynnej ochrony.

1.4 Położenie BPN

Biebrzański Park Narodowy położony jest w północno - wschodniej części Polski, na terenie województwa podlaskiego, pomiędzy Łomżą a Augustowem (Rys. 2.).

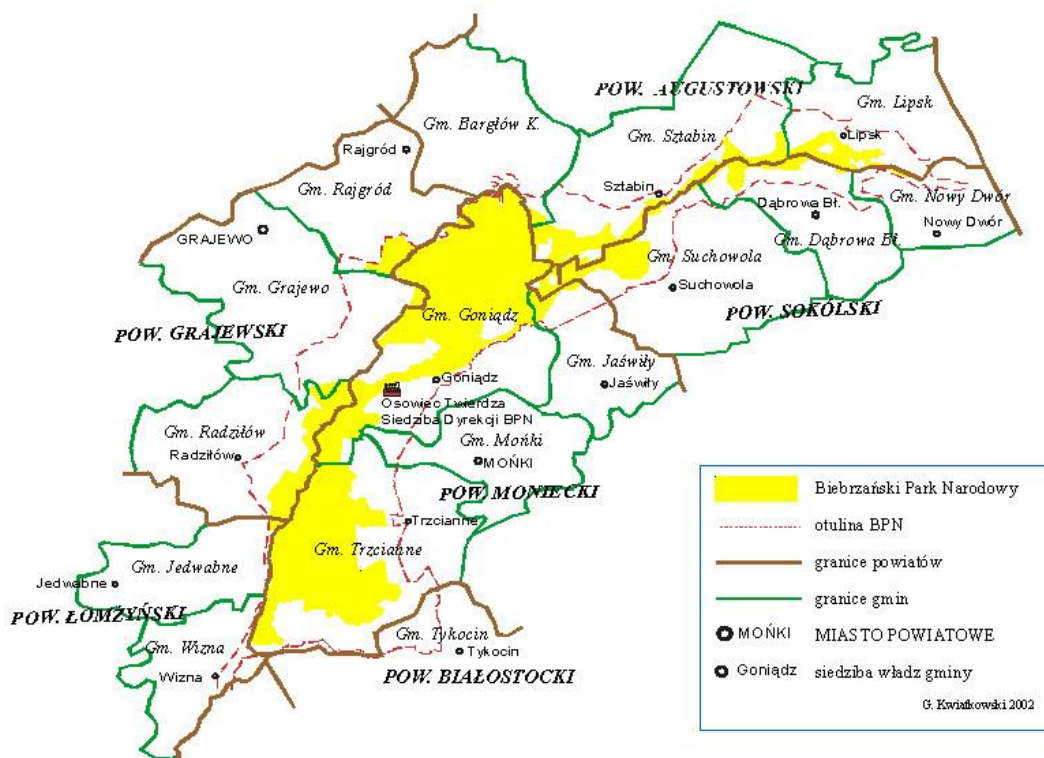


Rys. 2. Lokalizacja Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Źródło: <http://www.wigry.win.pl/parki/index.htm>

Wokół Parku jest stworzona strefa ochronna, tak zwana otulina, która zajmuje tereny o powierzchni 66,824 ha. Obejmuje ona także nieduże fragmenty przylegających do Kotliny Biebrzańskiej mezoregionów: Wysoczyzny Kolneńskiej, Wysoczyzny Białostockiej, Wzgórz Sokólskich, Doliny Górnej Narwi.

Tereny BPN położone są na obszarze pięciu powiatów i czternastu gmin (Tab. 1. , Rys. 3.).



Rys. 3. Położenie Biebrzańskiego Parku Narodowego na tle podziału administracyjnego.

Źródło: www.biebrza.org.pl

Tab. 1. Zestawienie powierzchni powiatów i gmin znajdujących się w granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego.

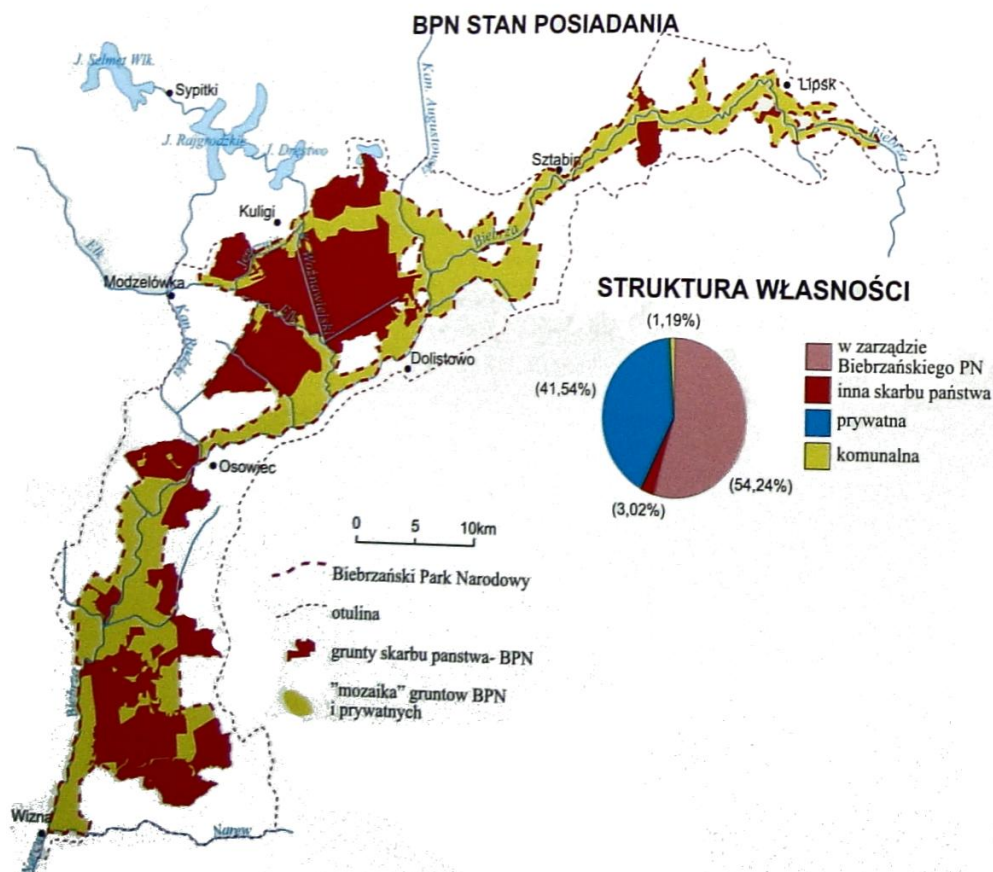
Powiat	Gmina	Powierzchnia (ha)
Mońki	Jawily	1196
	Trzcianne	16838
	Goniądz	22087
Grajewo	Grajewo	926
	Rajgród	1554
	Radziłów	3668
Łomża	Wizna	42
	Jedwabne	457
Sokółka	Nowy Dwór	131
	Dąbrowa Białostocka	1784
	Suchowola	2937
Augustów	Bargłów Kościelny	246
	Lipsk	1792
	Sztabin	5565
		59223

Zasoby przyrodnicze BPN są bardzo zróżnicowane, co widzimy w poniższym zestawieniu, które przedstawia strukturę kategorii użytkowania gruntów oraz strukturę własności (Tab. 2. , Rys. 4.).

Tab. 2. Struktura kategorii użytkowania gruntów oraz struktura własności Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Lp	Wyszczególnienie	Własność Skarbu Państwa		Inna własność	Razem	%
		w zarządzie BPN	w innym zarządzie *			
1	Powierzchnia ogółem	32374	586	26263	59223	100
2	Grunty leśne ogółem	13703		1841	15544	26
	w tym niezalesione	228			228	
3	Grunty rolne ogółem	1466	11	16703	18180	31
	w tym do zalesienia	17				
4	Grunty orne ogółem	68		251	319	1
	w tym na cele BPN					
	deputaty	3			3	
	wydzierżawione	9			9	
	nieużytkowane	56			56	
5	Grunty orne ogółem	1398	11	16452	17861	30
	w tym na cele BPN					
	deputaty					
	wydzierżawione	90			90	
	nieużytkowane	1308			1308	
6	Wody ogółem	688	202		890	2
7	Grunty zadrzewione i zakrzewione	132			132	
8	Nieużytki	15918		7510	23428	39
9	Tereny pozostałe	467	373	209	1049	2

* PKP, Zarządy Dróg, Wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urzędzeń Wodnych



Rys. 4. Stan posiadania Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Źródło: Sieńko, Grygoruk, rok 2003.

1.5 Walory przyrodnicze i turystyczne Biebrzańskiego Parku Narodowego

Wśród najcenniejszych walorów przyrodniczych BPN wyróżniamy niezwykle szeroką dolinę rzeki Biebrzy, wraz z największym skupiskiem torfowisk znajdujących się w Polsce, tak zwanymi Bagnami Biebrzańskimi. Tereny Parku charakteryzują się rozległymi krajobrazami, siedliskami i ekosystemami, które w innych rejonach zostały już zniszczone w wyniku osuszania bagien i torfowisk oraz melioracji terenu. W Biebrzańskim Parku Narodowym, pomimo unikatowej mozaiki i strefowości siedlisk mokradlowych oraz intensywnie rozwijającego się rolnictwa, zachowały się rzadkie, ginące,

zarówno w kraju, jak i w Europie gatunki roślin, ssaków, ptaków i innych zwierząt.

Obszary Bagien Biebrzańskich uznawane są za jedną z ważniejszych zarówno w Polsce oraz w Europie Środkowej ostoję ptaków wodno-błotnych. W 1995 roku cenne obszary wodno-błotne BPN wpisane zostały na listę Konwencji Ramsar jako obszary mające znaczenie międzynarodowe, a w szczególności jako środowisko życia dla ptactwa wodnego. Na osiągnięcie międzynarodowej rangi walorów przyrodniczych Bagien Biebrzańskich miało wpływ uznanie doliny Biebrzy jako ostoi dla ptaków o randze europejskiej, według klasyfikacji *BirdLife International*. Obszary doliny Biebrzy w roku 2004 zostały włączone do sieci Natura 2000, co również przemawia za wysoką rangą walorów przyrodniczych BPN. Obecnie Park jest obszarem szczególnej ochrony ptaków, jak i również siedlisk.

1.5.1 Geologia i geomorfologia

Znaczną część (ponad 100 km²) Biebrzańskiego Parku Narodowego zajmuje Kotlina Biebrzańska. Ze wschodu, zachodu i południa dolina otoczona jest przez wysoczyzny morenowe, do których zaliczamy Białostocką, Kolneńską oraz Wysokomazowiecką. Zostały one utworzone w czasie zlodowacenia środkowopolskiego. Od strony północnej dolina otoczona jest Pojezierzem Elckim, Sandrem Augustowskim oraz Grajewskim, które utworzone zostały w czasie zlodowacenia bałtyckiego. Na terenie Doliny Biebrzańskiej można wyszczególnić trzy oddzielne jednostki geomorfologiczne określane jako baseny.

Basen Północny, inaczej nazywany Basenem Górnym Biebrzy, stanowi 40-kilometrowy fragment doliny o szerokości 1-3 km. Znajdujące się tu złoża torfu w niektórych miejscach podścielone są gytą, a miąższość ich może osiągnąć nawet 3-6 m. Charakterystyczne dla terenu Basenu Północnego jest występowanie ostańców morenowych.

Środkowy Basen kształtem przypomina trapez o wymiarach 20 × 40 km. Torfowiska stanowią tu ok. 45000 ha, a ich miąższość wynosi 1-3 m. Na jego północnym obszarze zalega żwir i piasek, natomiast w południowej części wodne

osady i glina. Cechą wyróżniającą Basen Środkowy są liczne piaszczyste wydmy, które powstały w trakcie procesów eolitycznych. Znaczny wpływ na przekształcenie układu hydrologicznego tego obszaru doliny miał Kanał Augustowski, Woźnawiejski i Rudzki, ponieważ doprowadziły do przesuszenia torfowisk oraz trwale zmniejszyły poziom wód gruntowych.

Najbardziej naturalnym basenem w dolinie Biebrzańskiej jest Basen Południowy nazywany również Basenem Dolnym. Swoim kształtem przypomina rynnę o długości 30 km oraz szerokości 12-15 km. Torfowiska posiadające miąższość torfu 1-2 m stanowią ok. 21000 ha. Cechą charakterystyczną Basenu Dolnego są niewielkie wyniesienia mineralne, czy też obecność w obszarze północno-wschodnim pasa wydym.

1.5.2 Klimat

Biebrzański Park Narodowy usytuowany jest w północno-wschodniej części Polski, która uznawana jest za najzimniejszy (wyluczając góry) obszar kraju. Nakładanie się cech związanych z formą dolinną, rozległymi obszarami torfowisk, jak i ogólne cechy klimatu północno-wschodniej Polski w głównej mierze odpowiadają za klimat Kotliny Biebrzańskiej. Zbliżony jest on do kontynentalnego posiadającego pewne elementy klimatu subborealnego. W związku z tym charakteryzuje go najkrótszy (oprócz gór) okres wegetacyjny, długa zima, krótkie przedwiośnie oraz najniższa średnia temperatura roczna.

Ze względu na niską średnią temperaturę roczną ($6,5^{\circ}\text{C}$), zima trwa tu 2-3 razy dłużej niż w zachodniej części kraju, bo od 107 do 117 dni. Luty/ styczeń jest najzimniejszym miesiącem ($-4,5^{\circ}$ do $-5,5^{\circ}\text{C}$), natomiast najmroźniejsze dni wahają się od 57 do 66 w okresie całego roku. Natomiast lipiec ($17,3^{\circ}$ do $17,8^{\circ}\text{C}$) jest najcieplejszym miesiącem w lecie, które trwa od 77 do 85 dni. Pojawianie się silnych spadków temperatury w ciągu nocy jest charakterystyczne dla klimatu Kotliny Biebrzańskiej, co prowadzi do częstego występowania dni przymrozkowych. Przykładem jest maj lub czerwiec, w czasie których temperatura znacznie spada utrzymując się nawet przez 2-4 dni.

Częstym zjawiskiem obserwowanym w Kotlinie Biebrzańskiej jest spływ chłodnego powietrza, inaczej lokalnych przymrozków oraz kondensacja pary wodnej, tak zwanej mgły przyziemnej w lokalne zagłębienia terenowe. Dlatego też w okolicach torfowisk jest dwa razy więcej dni mgielnych niż nad wysoczyznami. Ogólnie, dni mgielne wahają się od 30 do 70 w ciągu całego roku.

Suma rocznych opadów w Kotlinie Biebrzańskiej wynosi 550-650 mm co powoduje, że jest ona terenem o znacznie mniejszej ilości opadów w stosunku do sąsiadujących wysoczyzn (600 mm i więcej). Zbliżona sytuacja panuje w północnej połowie Kotliny, gdyż występuje tam znacznie mniejsza ilość opadów (470-550 mm) w porównaniu do jej południowej części (550 mm). W ciągu całego roku opady w czasie lata są o wiele większe niż podczas zimy. W związku z tym można zaobserwować dwa maksima opadowe, tj. lipiec i listopad, a także dwa minima w czasie lutego i października. Natomiast od czerwca do października mają miejsce ulewne deszcze. Pokrywa śnieżna utrzymuje się od 140 dni w basenie górnym do 110-120 dni w dolnym basenie.

Wiatry panujące w Kotlinie Biebrzańskiej są podobne do wiatrów występujących w pozostałej części kraju. Podczas lata wieją z zachodu, natomiast w czasie zimy ze wschodu. Z kolei amplituda średnich temperatur równa się 21,8°C, a amplituda ekstremalnych wartości wynosi 65,3 °C.



Rys. 5. Pory roku w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Źródło: Sieńko, Grygoruk, rok 2003.

1.5.3 Wody powierzchniowe

Ekosystemy wodne Biebrzańskiego Parku Narodowego są reprezentowane przez rzekę Biebrza wraz z jej dopływami oraz liczne starorzecza. Dorzecze Biebrzy jest największym zaraz po Bugu dopływem Narwi. Jego początek znajduje się w mezoregionie Wzgórz Sokólskich u podnóża morenowych wzgórz.

Rzeka Biebrza (Rys. 6.) liczy ok. 165 km, z których 155 km znajduje się na terenie Parku. Jej ujście ma miejsce koło wsi Ruś, a jej cechą charakterystyczną są istniejące duże i naturalne doliny rzeczne o czym świadczyć może dobrze zachowana strefowość siedliskowo-roślinna.



Rys. 6. Rzeka Biebrza.

Źródło: www.szkola.interklasa.pl

1.5.4 Lasy

Lasy występujące na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego stanowią ponad $\frac{1}{4}$ jego powierzchni. Około 88% obszarów leśnych stanowi własność Skarbu Państwa, zaś 18% to lasy prywatne.

Większą część lasów pokrywają bagna, dlatego też na terenie Parku znajduje się znaczna liczba drzew typu siedliskowego. W borach świeżych, jak i w borach mieszanych rosnących na piaszczystych wydmach przeważają brzozy, olsza czarna oraz sosna.

Duże obszary lasów do dziś posiadają naturalne cechy, mimo kilkusetletnich działań ludzkich na tym obszarze. Zbiorowiska zastępcze oraz lasy, które wyrosły na terenie dawniejszych zrębów zajmują znaczną powierzchnię Biebrzańskiego Parku Narodowego.

1.5.5 Flora

Na terenie BPN wyróżniono około 70 typów zbiorowisk roślinnych zastępczych i naturalnych. Przykładem zbiorowisk naturalnych, które tu dominują

są: mechowiska, turzycowiska, szuwały jak również bory bagienne, olsy i brzeziny. Natomiast wśród zbiorowisk zastępczych przeważają zbiorowiska łąkowe.

Wśród gatunków roślinnych przeważa świerk i inne gatunki borealne oraz relikty glacialne (brzoza niska, żurawina błotna, trzcinnik prosty, turzyca strunowa, turzyca życicowa, bażyna czarna, tłustosz pospolity, bagno zwyczajne, żurawina błotna, niebielistka trwała, wielosił błękitny, wierzba lapońska, wełnianeczka alpejska, skalnica torfowiskowa, gnidosz królewski i szereg mszaków).

Na terenie BPN znajduje się ponad 900 gatunków roślin naczyniowych, z czego ochronie całkowitej podlega 90 gatunków, częściowej 17, a 45 gatunków znajduje się na "Czerwonej liście roślin naczyniowych zagrożonych w Polsce". Wśród najcenniejszych i niezwykle rzadkich gatunków znajdują się: widłak wroniec, zanokcica zielona, rosiczka długolistna, kosaciec bezlistny, wąkrotka zwyczajna, płeszniak zwyczajny, zaraza niebieska, skrzyp pstry, niebielistka trwała, tłustosz zwyczajny, szachownica kostkowata (Rys. 7.) oraz 20 gatunków storczykowatych.



Rys. 7. *Szachownica kostkowata.*

Źródło: www.swiatkwiatow.pl

W aspekcie bogactwa florystycznego do interesujących siedlisk zaliczyć możemy nie tylko mechowiska turzycowe, ale również grądy.

1.5.6 Zwierzęta

Na rozległych obszarach Biebrzańskiego Parku Narodowego znajduje się wiele ciekawych gatunków ssaków, ptaków, ryb, płazów, gadów.

Na szczególną uwagę, ze względu na duże rozpowszechnienie, zasługuje nornik północny (Rys. 8.). Jest to niewielki gryzoń z podrodziny nornikowatych rodziny chomikowatych.



Rys.8. Nornik północny.

Źródło: www.msw-ptk.org.pl

Z pozostałych ssaków na uwagę zasługują: wilk, wydra, łoś (Rys. 9.) i bóbr. Znajduje się tu największa w kraju ostoja łośia (ok. 400 sztuk). Reintrodukowany po ostatniej wojnie bóbr jest obecnie zwierzęciem pospolitym.



Rys. 9. Łoś.

Źródło: www.biebrza.org.pl

W Kotlinie Biebrzańskiej gniazduje około 270 gatunków ptaków. Bagna Biebrzańskie mają istotne znaczenie także dla dużej liczby gatunków ptaków zatrzymujących się podczas corocznych wędrówek. Dolinę Biebrzy zaliczamy do jednej z ważniejszych ostoi w Europie Środkowej dla ptaków siewkowatych, które potrzebują rozległych, jak i również podmokłych terenów.

Pośród charakterystycznych gatunków ptaków możemy wyróżnić: bataliona (widoczny w emblemacie parku, Rys. 10.), orlika krzykliwego, wodniczkę, kszyka, dubelta, kulika wielkiego, żurawia, biegusa zmiennego, rybitwę białoskrzydłą, białowąsa, sowę błotną oraz puchacza.



Rys.10. Batalion.

Źródło: www.pawelwaclawik.pl

W wodach Biebrzy żyje 36 gatunków ryb, a ich liczebność jest o wiele wyższa niż w innych nizinnych rzekach występujących na terenie Polski. Zarówno w samej rzece, jak i jej dopływach pod względem liczebności największy udział mają następujące gatunki: okoń, płóc, szczupak i wzdręga. Aktualnie, mimo występujących ograniczeń związanych z ochroną, tereny Biebrzańskiego Parku Narodowego stanowią miejsce połowów dla wędkarzy.

Płazy i gady znajdujące się na obszarze Parku są gatunkami typowymi dla terenów nizinnych. Basen Południowy rzeki Biebrzy stanowi największe siedlisko płazów, do których zaliczyć można między innymi: ropuchę paskówkę, ropuchę szarą, ropuchę zieloną, żabę trawną, żabę moczarową, żabę śmieszkę, żabę jeziorową, rzekotkę drzewną, kumaka nizinnego, grzebiuszkę ziemną, traszkę grzebieniastą i traszkę zwyczajną. Natomiast wśród płazów wyróżnić można: jaszczurkę zwinę, jaszczurkę żyworodną, zaskrońca i żmiję zygzakowatą.

Motyle to największe gatunkowo bogactwo doliny Biebrzańskiej. W BPN występuje ponad 720 gatunków motyli, z czego około 95 to gatunki dzienne. Obszary Bagna Ławki znajdujące się w basenie południowym, jak również Czerwone Bagno, które jest objęte ścisłą ochroną, stanowią najcenniejsze tereny dla motyli. Wśród motyli wyróżniamy takie gatunki jak: przeplatka maturna, modraszek artaxerkses, modraszek alkon, modraszek arion, modraszek bagniczek, niepylak mnemozyna, ogniowaczek tajwanek, błyszczka zosimi, paśnik tartuentek i inne.

Pośród żyjących bezkręgowców na terenie Parku możemy znaleźć 15 gatunków pajaków, które do tej pory żyją wyłącznie w Dolinie Biebrzy, jak również około 430 gatunków chrząszczy, z których na szczególną uwagę zasługuje europejski ryjkowiec, który jest niezwykle rzadki.

1.5.7 Zabytki

Wśród zabytków znajdujących się na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego można wyróżnić układy przestrzenne, obiekty sakralne oraz architekturę przemysłową.

Twierdza Osowiec to – obok kanału Augustowskiego – najcenniejszy zabytek Parku. Twierdza została zbudowana w zwężeniu doliny Biebrzy pod koniec XIX wieku. Była częścią umocnień strzegących zachodnich granic carskiej Rosji. W skład twierdzy wchodziły cztery fory oraz zespół fos, kanałów i wałów. Twierdza Osowiec została wpisana do rejestru zabytków w dniu 9 października 1998 r. Obecnie w jednym z fortów znajduje się muzeum.



Rys. 11. Fort I. Brama wjazdowa do Twierdzy Osowiec - tunel zachodni.

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdza_Osowiec

Kanał Augustowski (1824 - 1839), łączący Biebrzę z Niemnem w pobliżu miejscowości Polkowo i Dębowo, został zbudowany w pierwszej połowie XIX wieku. Kanał Augustowski został wpisany do rejestru zabytków w dniu 9 lutego 1979 r. jako zabytek architektury technicznej klasy I. Wzdłuż Kanału wybudowano 18 śluz, z czego 14 z nich jest położonych jest na terenach polskich.



Rys. 12. Kanał Augustowski - Śluza Perkuć.

Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Kanał_Augustowski

Tykocin, Wizna, Radziłów, miasta położone w województwie podlaskim, zachowały średniowieczne rozplanowanie przestrzenne w postaci układu ulic wbiegających na rynek. Oprócz zespołów miejskich warte uwagi są również następujące **obiekty sakralne**:

- gotycki kościół w Wiźnie z 1525,



Rys. 13. Kościół w Wiźnie.

Źródło: www.dziedzictwo.ekai.pl

- gotycko-renesansowy kościół pod wezwaniem NMP w Krasnymborze z lat 1584-1589,

- ruiny zboru kalwińskiego z XVI w Sidrze,
- drewniane kościoły w Kamiennej Starej (1610), Gielczynie (1777), Kramarzewie (1739) i Jaminach (1780).
- barokowy Zespół Klasztorny Dominikanów w Różanymstoku (1759-1794),
- cmentarze katolickie w Nowy Dwór, Trziannym, Krasnybórze, Goniądzu, Dolistowie Starym,
- cmentarze żydowskie w Nowym Dworze, Goniądzu, Trziannym.

Architektura przemysłowa

- drewniane wiatraki holenderskie w Nowym Dworze, Kamiennej Starej, Zabelu i Suchowoli z początków XX wieku,



Rys. 14. Wiatrak holenderski w Zabelu.

Źródło: <http://www.polskiekrajobrazy.pl>

- młyny wodne w Karwowie i Goniądzu (XIX i XX wiek.).

1.5.8 Turystyka

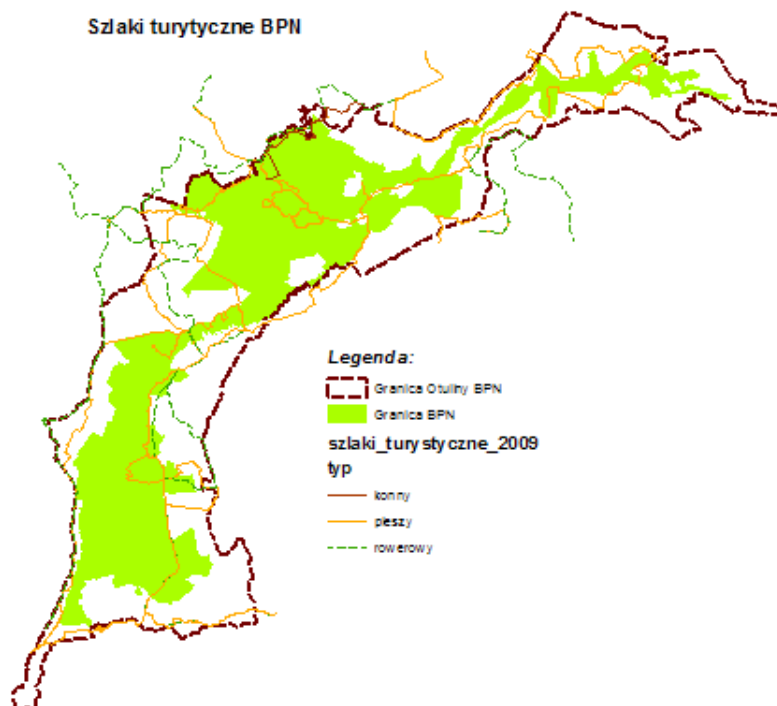
Pracownia Naukowo-Edukacyjna wraz z Pionem Społecznych Funkcji Parku odpowiada za działalność edukacyjną, naukową oraz za udostępnianie BPN dla turystyki. Na terenach Biebrzańskiego Parku Narodowego zostały wyznaczone szlaki turystyczne o łącznej długości 483,1 km. Turyści, wybierając się do Parku, mają do dyspozycji różnego rodzaju szlaki i ścieżki. Na obszarze BPN można wyróżnić:

- szlaki piesze (16),
- szlaki rowerowe (6),
- szlaki kajakowe (rzeką Biebrzą, Jęgrznią, Brzozówką, Sidrą, Wisłą oraz kanałami: Augustowskim, Rudzkim i Woźnawiejskim),
- szlak konny,
- ścieżki edukacyjne o łącznej długości 29,2 km.

Poniżej zestawiono wykaz szlaków turystycznych (Tab. 3. , Rys. 15.) i ścieżek edukacyjnych (Tab. 4., Rys. 16.) biegnących przez Biebrzański Park Narodowy.

Tab. 3. Tabela atrybutów szlaków istniejących na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego.

FID	Shape	Id	lir	typ	oznaczenie	przebieg	dl	całk
0	Polyline	0	PL-2545-c	pieszy	czerwony	Goniądz-Ruda		28,31
1	Polyline	0	PL-2544-y	pieszy	żółty	Wizna-Goniądz		60,49
2	Polyline	0	PL-2547-z	pieszy	zielony	Osowiec-Kuligi		36,46
3	Polyline	0	PL-2549-c	pieszy	czerwony	Barwik-Gugny		9,48
4	Polyline	0	ŁO-7002 z	rowerowy	zielony	Grajewo-Osowiec Twierdza		35,99
5	Polyline	0	BK-6001 c	rowerowy	czerwony	Tykocin-Goniądz		54,19
6	Polyline	0	PL-2599-y	pieszy	żółty	Laskowiec-Tykocin		17,54
7	Polyline	0	PL-2550-y	pieszy	żółty	Trzcianne-Gugny-Trzcianne		20
8	Polyline	0	PL-2577-z	pieszy	zielony	Suchowola-Janów		16,78
9	Polyline	0	PL-2548-s	pieszy	czarny	Osowiec-Sośnia		5,2
10	Polyline	0	BK-7007 z	rowerowy	zielony	Osowiec Twierdza-Gugny		25,44
11	Polyline	0	ŁO-7001 y	rowerowy	żółty	Rajgród-Grzędy		16,27
12	Polyline	0	PL-2543-z	pieszy	zielony	Leś.Grzędy-Kłyce		6,93
13	Polyline	0	PL--2542-n	pieszy	niebieski	Leś.Grzędy-Kapliczka		4,41
14	Polyline	0	PL-2540-c	pieszy	czerwony	Rajgród-Leś.Grzędy		21,34
15	Polyline	0	PL-2541-y	pieszy	żółty	Nowy Świat-Polkowo		9,53
16	Polyline	0	PL-2541-y	pieszy	żółty	Tama Pks-Tajenko		19,73
17	Polyline	0	PL-2544-s	pieszy	czarny	Ur. Dęby-Kapli Dolek		2,23
18	Polyline	0	R-11 Euro Velo	rowerowy	zielony	Ruda-Słuzka Sosnowo		103,17
19	Polyline	0	BK-7006-n	rowerowy	niebieski	Osowiec-Korycin		37,62
20	Polyline	0	szlak konny	konny	konny	Leśn.Grzędy-Sosnowo		20
21	Polyline	0	PL-258-z	pieszy	zilon	Augustów-Lipsk		51,69
22	Polyline	0	PL-2551-n	pieszy	niebieski	Morgowinki-Wizna		126,28



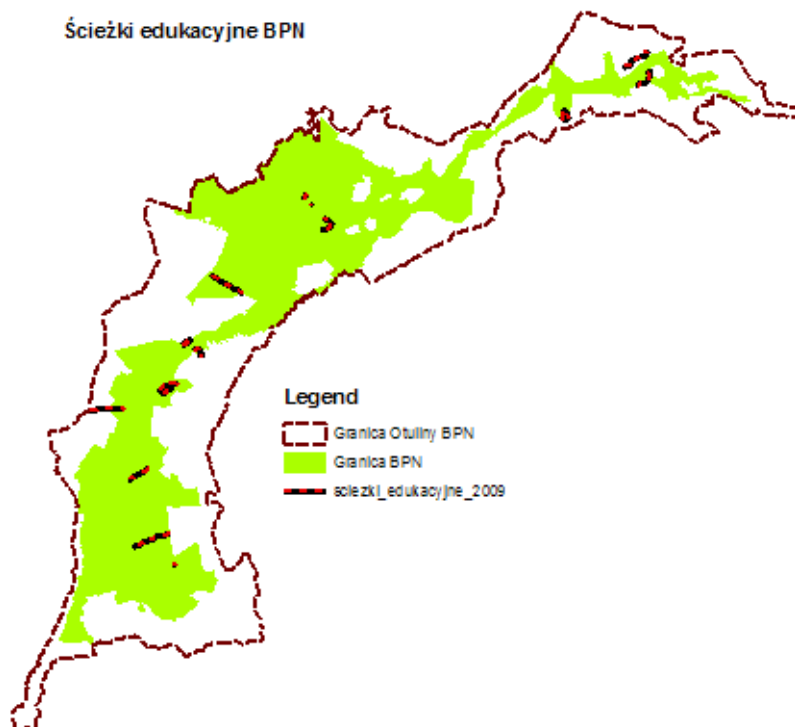
Rys. 15. Wizualizacja warstwy tematycznej szlaków turystycznych w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 4. Tabela atrybutów ścieżek edukacyjnych istniejących na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Shape *	ID	NAZWA	ZNAKI	STAN	Zrodlo	Dlug calk
Polyline	1	Torfowisko_wysokie	czarne	istniejaca	graficzne	1
Polyline	2	Grobla_Honczarowska	zielone	istniejaca	graficzne	4,2
Polyline	3	TOE_Osowiec_Kladka	zielone	istniejaca	opis	2,2
Polyline	4	TOE_Osowiec_Gora_Skobla	czerwone	istniejaca	graficzne	2
Polyline	5	Wydmy	zielone	istniejaca	graficzne	2,3
Polyline	6	Brzeziny_Kapickie	zielone	istniejaca	graficzne	4,2
Polyline	7	Blota_Biebrzanskie-Szuszalewo	czerwone	istniejaca	graficzne	2,5
Polyline	8	TOE_Trzyrzeczki_Las	zielone	istniejaca	graficzne	3,2
Polyline	9	Barwik	zielone	istniejaca	graficzne	2,5
Polyline	10	Wokol_Fortu_IV_TwierdzyOsowiec	zielone	istniejaca	graficzne	4,5
Polyline	11	Dluga_Luka		istniejaca	pom.dokladny	0,4
Polyline	12	Las_w_zasiegu_reki		istniejaca	opis	0,15
Polyline	13	Bialy_Grad		istniejaca	opis	3,2
Polyline	15	Blota_Biebrzanskie-Nowy_Lipsk	czerwone	istniejaca	graficzne	4
Polyline	16	Borek Bartny	zoltte	istniejaca	pom.dokladny	0,25

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 16 Selected) Options



Rys. 16. Wizualizacja warstwy ścieżek edukacyjnych w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Źródło: opracowanie własne.

Na trasie szlaków turystycznych i ścieżek edukacyjnych zostały wybudowane pomosty obserwacyjne i wieże widokowe. W celu ułatwienia poruszania się po grząskich, błotnych terenach utworzono dla turystów kładki. Na obszarze Parku znajdują się tablice informacyjne pomocne podczas zwiedzania. W granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego znajdują się liczne pola namiotowe, pokoje gościnne, jak również parkingi, które umożliwiają turystom zwiedzanie go bez ograniczeń czasowych. Zainteresowani, jeśli mają ochotę, mogą wypożyczyć kanadyjki, łódzie wiosłowe oraz kajaki z wypożyczalni BPN znajdującej się w Osowcu Twierdzy. Biebrzański Park Narodowy jest terenem niezwykle atrakcyjnym pod względem przyrodniczym i turystycznym.

1.6 Zagrożenia

Na terenie Biebrzańskiego Parku występują różnego rodzaju zagrożenia w zależności od istniejącego ekosystemu. Istotne są dwa czynniki, które stwarzają

zagrożenie dla istnienia ekosystemów, jak i ich walorów przyrodniczych. Zaliczyć można do nich wypas bydła przez miejscową ludność, intensywne użytkowanie łąk bagiennych oraz odwodnienie terenu.

Intensywne użytkowanie rolnicze terenów mokradowych BPN zasiedlanych przez niezwykle rzadkie i chronione na skalę międzynarodową gatunki, zagraża zbiorowiskom zwierzęcym oraz roślinnym, których już spotkać w większości państw europejskich. Odwodnienie torfowisk prowadzi do przesuszenia i ich mineralizacji, co przyczynia się do zanikania roślinności bagiennej.

W wyniku wstąpienia naszego kraju do Unii Europejskiej znacznie wzrósł poziom zagrożeń powiązanych z intensyfikacją rolnictwa, a także ze skłonnościami do wprowadzania przez lokalnych rolników upraw leśnych na obszarach mokradłowych.

Do działań, które zapobiegają zagrożeniom występującym w BPN zaliczamy między innymi:

- zahamowanie regulacji rzek oraz cieków wodnych, a także działania mające na celu przywrócenie naturalnych stosunków wodnych w miejscach, gdzie zostały one przekształcone przez ludzi,
- aktywną ochronę w lądowych ekosystemach zmienionych przez człowieka za pomocą indywidualnie dobranych metod do poszczególnych zagrożeń i ekosystemów,
- unikanie wpływu człowieka na środowisko, czyli poprzez bierną ochronę, która jest stosowana w naturalnych systemach (dotyczy ona najczęściej terenów BPN, które są objęte ścisłą ochroną).

2. Analiza stanu istniejącego GIS w Biebrzańskim Parku Narodowym¹

2.1 Informacje ogólne

W 1999 roku w Biebrzańskim Parku Narodowym rozpoczęto prace nad tworzeniem GIS, których inicjatorem był nie tylko BPN, ale również Pracownia Środowiskowych Systemów Informacyjnych SGGW. Procesowi tworzenia systemu sprzyjały prace nad przygotowaniem planu ochrony BPN.

Początkowe prace rozpoczęto od wektoryzacji map analogowych i wprowadzenia danych do baz danych. W dalszej kolejności stworzono tematyczne bazy danych, do których zaliczyć możemy między innymi bazy danych dotyczące fauny, flory, pożarów, gleb, zanieczyszczeń, jakości wód itp. z pełnym interfejsem użytkownika wspomagającym wprowadzanie, przeszukiwanie i raportowanie.

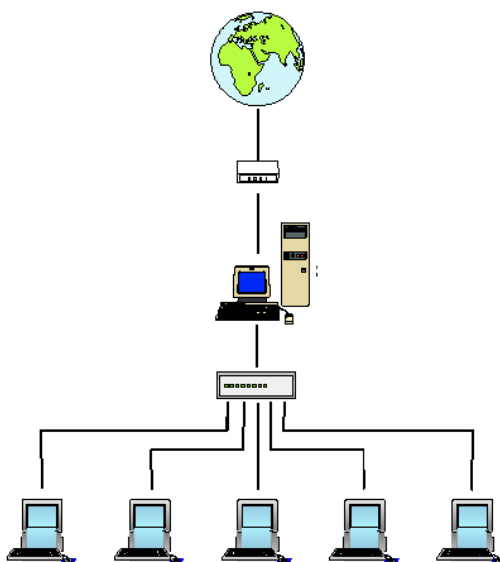
Kolejnym krokiem był import istniejących danych do nowoutworzonych baz danych przy zachowaniu informacji przestrzennych, o ile takie informacje istniały. Tematyczne bazy danych zostały utworzone w programie Microsoft Office Access 2000. Natomiast do obsługi danych używano wówczas programu ArcView 3.3. Dane o charakterze przestrzennym przechowywane były w układzie współrzędnych „1965”, w formacie *shapefile*.

Głównym celem tworzonego systemu było ułatwienie ²:

¹ Na podstawie materiałów informacyjnych uzyskanych z Biebrzańskiego Parku Narodowego - dzięki współpracy i zaufaniu Zespołu Zagospodarowania Przestrzennego i SIP.

- przechowywania danych o przestrzeni BPN – gromadzenie, wyszukiwanie,
- wykonywania analiz przestrzennych z wykorzystaniem danych z systemu – analizy, rozwiązywanie problemów, wyciąganie wniosków,
- wizualizacji zjawisk zachodzących w przestrzeni BPN - prezentacja danych.

GIS w Biebrzańskim Parku Narodowym bazuje na pracy w sieci lokalnej, której głównym elementem jest serwer, gdzie są gromadzone i przechowywane dane tabelaryczne.



Rys.17. Schemat Systemu Informacji Przestrzennej dla Biebrzańskiego Parku Narodowego.

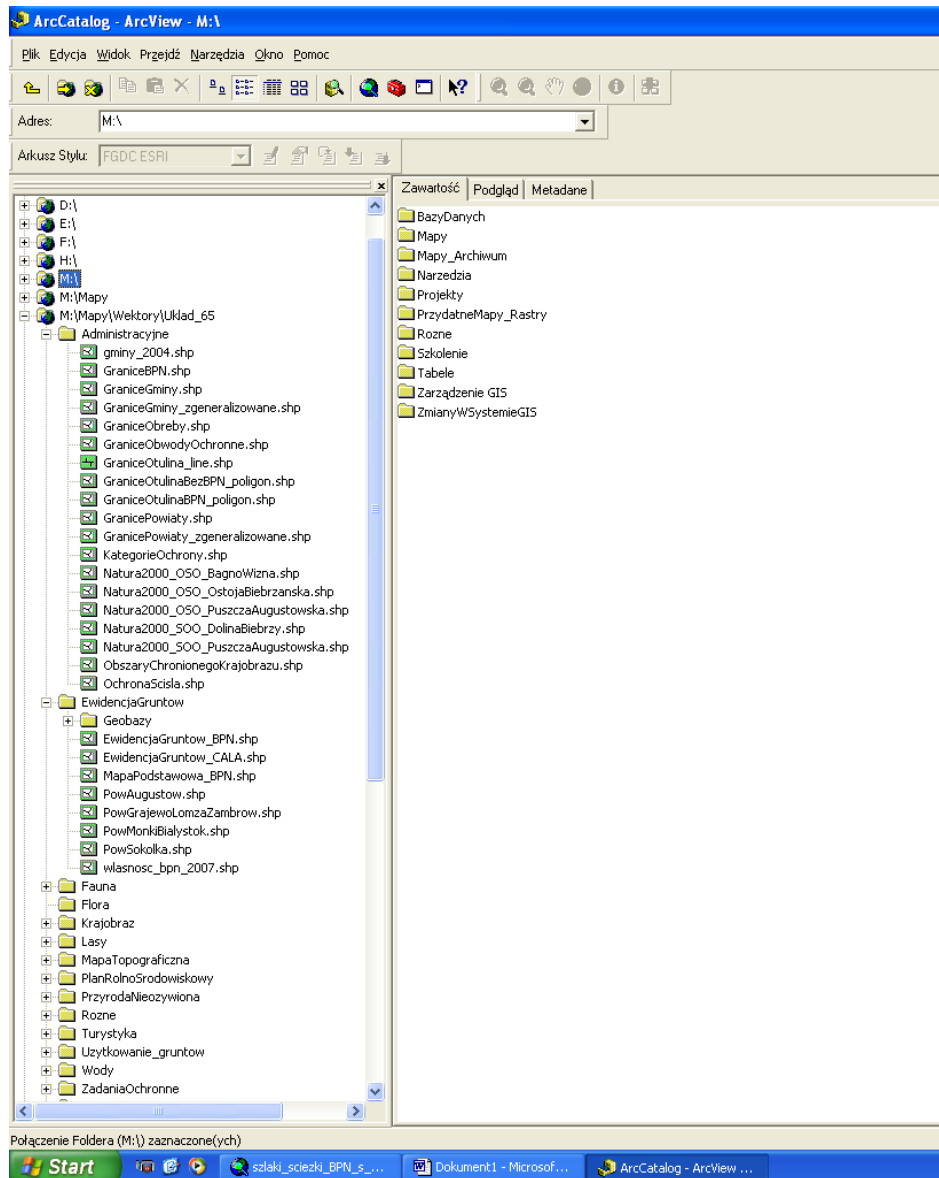
Źródło: [Grzegorz Kwiatkowski, 2008] „Technologie GIS fundamentem procesów decyzyjnych” - prezentacja multimedialna. Zasób danych Biebrzańskiego Parku Narodowego.

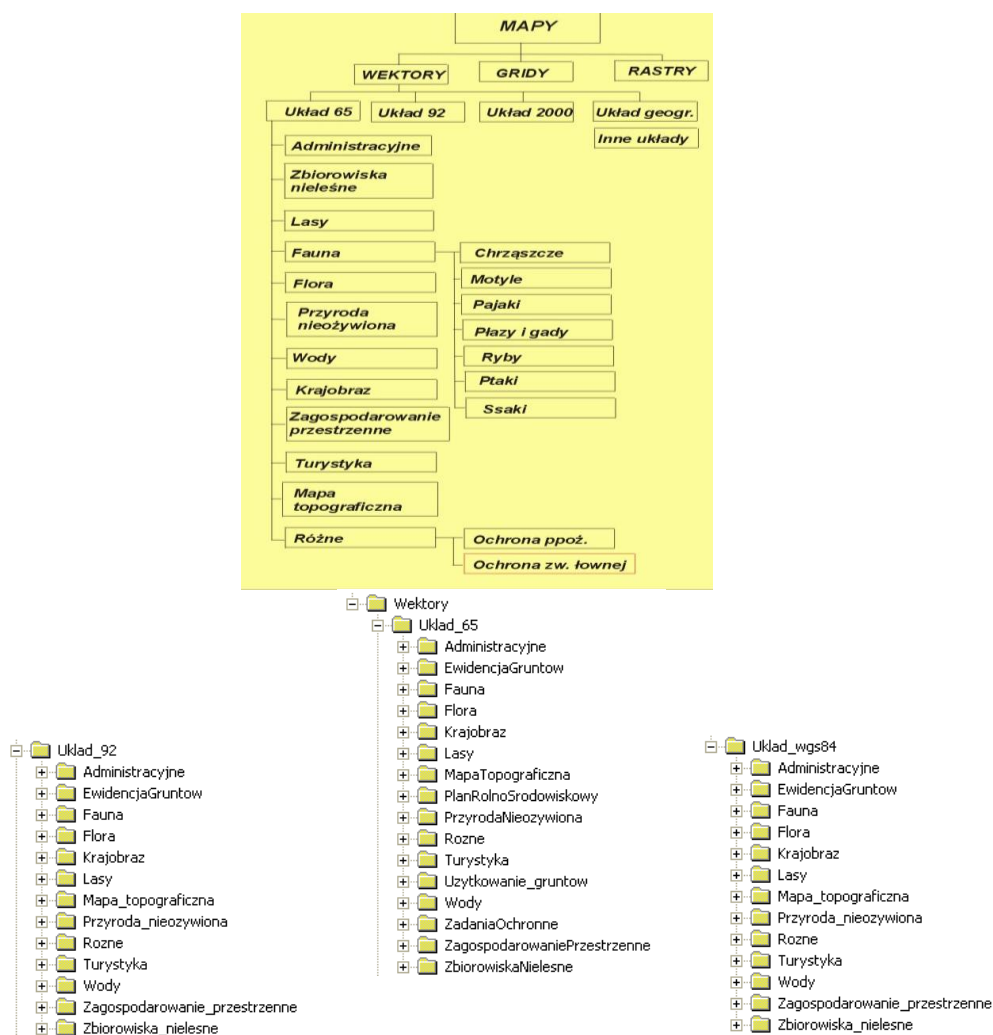
W Biebrzańskim Parku Narodowym wśród zasobów danych przestrzennych są gromadzone dane z wykorzystaniem modelu wektorowego, rastrowego, jak również gridowego. Dane te są archiwizowane w odpowiednich katalogach w zależności od ich odwzorowania i układu współrzędnych. Głównym układem współrzędnych używanym w systemie BPN jest Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 1965.

² [Grzegorz Kwiatkowski, 2008] „Technologie GIS fundamentem procesów decyzyjnych” - prezentacja multimedialna. Zasób danych Biebrzańskiego Parku Narodowego.

GIS w Biebrzańskim Parku Narodowym składa się z trzech katalogów:

- „Bazy Danych” - zawierający bazy danych, głównie w formacie MS ACCESS,
- „Mapy” – składający się z trzech podkatalogów:
- Wektory - zawierający mapy w formacie *shapefile*, w układzie zgodnym z nazwą podkatalogu (1965, 1992, 2000, innym);
- Gridy – zawierający pliki w formacie *grid* w układzie zgodnym z nazwą podkatalogu (zawiera takie same podkatalogi jak powyższy katalog);
- Rastry – zawierający pliki w formacie *bitmap* i ewentualnie plik georeferencyjny (*TIFF*, inne) (zawiera takie same podkatalogi jak wyżej wymienione katalogi - Wektory i Gridy).
- „Mapy Archiwum” – w którym przechowywane są archiwalne mapy.





Rys. 18. Schemat funkcjonalny GIS-BPN.

Źródło: opracowanie własne.

2.2 System informacji przestrzennej w Biebrzańskim Parku Narodowym

Dostęp do systemu w Biebrzańskim Parku Narodowym jest zależny od posiadanej wiedzy i umiejętności nabytych przez użytkowników. Całym systemem zarządza kierownik Zespołu Zagospodarowania Przestrzennego i SIP (ZZPiSIP) – pan Grzegorz Kwiatkowski, który pełni funkcję Administratora.

W celu uniknięcia utraty danych czy też przypadkowej zmiany struktury katalogów, uprawnienia edycyjne posiada Administrator i wyznaczone przez niego osoby. Użytkownik, w zależności od posiadanych uprawnień, może tworzyć

nowe warstwy, jak również modyfikować pliki w formacie *shapefile*. Przed umieszczeniem danych w odpowiednim katalogu na serwerze, powinny być one zweryfikowane przez Administratora, przede wszystkim pod względem dokładności ich sporządzenia, pochodzenia i opisu metadanych. Wszystkie prace wykonywane są w ArcGIS 9.2 oraz Arc.View 3.3, które są aktualnie obowiązującymi oprogramowaniami w BPN.

Aktualizacja danych zgromadzonych w systemie, jak również ich edycja następuje sukcesywnie i adekwatnie do występujących potrzeb. Większość danych przestrzennych zgromadzonych w zasobie BPN posiada już metadane. Niektóre metadane mogą być opisywane wyłącznie przez osoby zajmujące się konkretną dziedziną tematyczną (np. lasy). Wymaga to konsultacji i spotkań pomiędzy pracownikami BPN, które obecnie nie są prowadzone zbyt intensywnie. Bazy danych uzupełniane są w bezpośredniej współpracy z działami zajmującymi się ściśle określoną tematyką (monitoring, ochrona przyrody itp).

Wykonywane w systemie BPN prace mają na celu uzyskanie poprawności przestrzennej danych. Działania zmierzające do tego skupiają się przede wszystkim na poprawie zgodności topologicznej konkretnych klas obiektów przy jednoczesnym uwzględnieniu ewidencji gruntów poszczególnych gmin.

System informacji przestrzennej w Biebrzańskim Parku Narodowym wykorzystywany jest najczęściej do:

- przeprowadzania analiz stanu posiadania BPN – ewentualne wykupy, zmiana zarządu gruntów,
- zlokalizowania działek, jak i różnych obiektów,
- wykonywania map tematycznych wykorzystywanych później do różnych celów,
- planowania i inwentaryzacji wykonanych zabiegów ochronnych,
- sporządzania dokumentacji dotyczącej dewastacji środowiska,
- pozyskiwania informacji o zasobach środowiskowych dla potrzeb sporządzania sprawozdań,

-
- realizowania założeń zadań ochronnych BPN,
 - planowania prac w zakresie realizacji zadań ochronnych i monitoringowych,
 - sporządzania podkładów mapowych i przygotowywania warstw do odbiorników GPS związanych z wyżej wymienionymi pracami,
 - gromadzenia przechowywania danych pochodzących z inwentaryzacji, jak również monitoringu,
 - przeprowadzania analiz przyrodniczych, stanowiących podstawę do uzgadniania decyzji odnośnie planów zagospodarowania przestrzennego jak i o warunkach zabudowy,
 - aktualizacji badań monitoringowych oraz wykonywania analiz przestrzennych,
 - tworzenia opracowania symulacji planowanych działań i ich ewentualnych następstw w realizacjach, które mogą ułatwić podjęcie decyzji,
 - sporządzania zestawień tematycznych i raportów.

2.3 Ocena systemu informacji przestrzennej istniejącego w BPN

Zespół Zagospodarowania Przestrzennego i SIP współpracuje z innymi jednostkami organizacyjnymi Biebrzańskiego Parku Narodowego. Współpraca ta polega między innymi na przygotowywaniu map tematycznych, które prezentują poszczególne zjawiska. Wiąże się to często z potrzebą przedstawienia danych (np. pomiarów GPS) na tle sytuacji topograficznej danego obszaru. Mapy topograficzne w postaci cyfrowej, które znajdują się w posiadaniu BPN są niezbyt zadawalającej jakości. W związku z czym istnieje potrzeba przygotowania nowych podkładów w formie cyfrowej (pokrywających cały BPN i jego otulinę) na podstawie posiadanych map analogowych, jak również zgromadzonych danych.

Prace nad tworzeniem rastrowych podkładów topograficznych dla systemu są powoli realizowane.

Do korzyści, jakie Biebrzański Park Narodowy uzyskuje z posiadanego GIS możemy zaliczyć przede wszystkim to, iż pozyskane dane przechowywane są w sposób uporządkowany, który gwarantuje wszechstronny oraz szybki dostęp do nich. Kolejną zaletą jest fakt, że posiadane dane można w sposób łączny oglądać, jak również analizować. Istnieje możliwość sprawdzania zależności pomiędzy danymi zjawiskami, które wynikają z ich przestrzennego położenia względem siebie. Dzięki wprowadzeniu systemu informacji przestrzennej w BPN zmniejsza się ryzyko, że istotny element przestrzeni przyrodniczej może zostać pominięty przy podejmowaniu różnych decyzji.

GIS w Biebrzańskim Parku Narodowym jest na bieżąco aktualizowany. Struktura jego ulega sukcesywnej poprawie poprzez dobrze zorganizowane utrzymywanie porządku pośród plików przechowywanych na serwerze. GIS umożliwia przeprowadzenie bardziej i mniej złożonych analiz, pomimo braku części istotnych danych. Dalsze prace nad GIS powinny skupić się na uzupełnianiu posiadanych przez Biebrzański Park Narodowy baz danych. Powinny one być wzbogacone o odniesienie przestrzenne i zarchiwizowane w postaci cyfrowej. BPN mógłby zastanowić się nad stworzeniem platformy wymiany danych przestrzennych, która byłaby wykorzystywana przez pracowników. Pełne korzystanie z systemu informacji przestrzennej związane jest z wytwarzaniem nowych danych, które po wcześniejszym opisanie i zweryfikowaniu powinny trafić do GIS. Dlatego też niezwykle ważne jest uświadomienie tego faktu wszystkim pracownikom korzystającym z systemu GIS.

Udział pracowników BPN we współtworzeniu GIS jest stosunkowo niewielki. Pośród osób pracujących w Parku tylko nieliczne posiadają podstawowe umiejętności korzystania z oprogramowania GIS oraz baz danych. Natomiast grupa osób, które mogłyby być instruktorami z zakresu korzystania z GIS ogranicza się do dwóch lub trzech. Personel powinien być przeszkolony w zakresie korzystania z programów typowych dla GIS oraz obsługi baz danych, wówczas zaangażowanie pracowników przy tworzeniu i rozbudowie systemu informacji przestrzennej w BPN znacznie by wzrosło. Kompletny system z pewnością bardziej ułatwi i unowocześni prace wykonywane w BPN.

3. Koncepcja SIP dla Biebrzańskiego Parku Narodowego

Pojęcie System Informacji Przestrzennej (SIP) posiada wiele różnorodnych definicji. Jedną z najpopularniejszych jest definicja według J. Gaździckiego (1990), która mówi, że jest to „system pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania danych zawierających informacje przestrzenne oraz towarzyszące im informacje opisowe o obiektach wyróżnionych w części przestrzeni objętej działaniem systemu”³. Na świecie najbardziej znaną definicją jest definicja firmy ESRI, według której SIP jest to „zorganizowany zespół sprzętu, oprogramowania, danych i ludzi przeznaczony do efektywnego wprowadzania, przechowywania, aktualizowania, edytowania, analizowania i wizualizowania wszystkich form informacji zorientowanej geograficznie”⁴.

Pomimo różnic w definicjach SIP oraz istniejących implementacjach funkcja tego systemu pozostaje nadal ta sama – pomoc w codziennym zarządzaniu, podejmowaniu decyzji poprzez wytwarzanie oraz przekazywanie danych i informacji. System ten niezwykle usprawnia organizację, przechowywanie i udostępnianie danych. Jest to niezwykle ważne dla wielu różnych firm, instytucji jak i organizacji. Przykładem instytucji, dla której SIP może przynieść wiele korzyści są parki narodowe, które posiadają bardzo bogate zasoby danych. Ułatwiłyby on pracownikom parku sporządzanie planów ochrony, prace przy monitoringu przyrodniczym, opiniowanie planowanych inwestycji.

³ [J. Gaździcki, 1990] „Systemy informacji przestrzennej”, Państwowe przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa

⁴ [“Understanding GIS”, 1990]: The ARC/INFO Method/Redlands, CA: Environmental System Research Institute

3.1 Wykorzystane oprogramowanie

Projektant systemu często staje przed dylematem jakie oprogramowanie będzie najwłaściwsze dla tworzonego SIP. Na rynku znajduje się bogata oferta pakietów GIS, różniących się nie tylko możliwościami, ale również i ceną. Wybór oprogramowania jest zależny od zadań i funkcjonalności jakie zakładamy dla projektowanego SIP, ale także w dużej mierze od umiejętności użytkowników przyszłego systemu, jak i zasobów finansowych instytucji tworzącej SIP. Oprócz wyżej wymienionych kryteriów każdy system powinien:

- posiadać otwarty charakter,
- umożliwiać zastosowanie uniwersalnych platform komputerowych,
- zapewniać osiągnięcie zdecentralizowanej architektury systemu,
- umożliwiać równoległe wykorzystanie bazy danych,
- udostępniać pełne formy prezentacji rezultatu modelowania,
- umożliwiać prezentację wyników w postaci analogowej lub cyfrowej.

Rozbudowany system, w którym przewiduje się prowadzenie skomplikowanych analiz przestrzennych, wymaga równie rozbudowanego oprogramowania, zapewniającego zestaw odpowiednich funkcji. Natomiast mniejsze mogą bazować na prostszych programach. Oprogramowanie powinno być również dostosowane do użytkowników – nie może być dla nich zbyt skomplikowane i trudne w użyciu, bowiem możliwości systemu są tak duże, jak dobra jest znajomość i doświadczenie w pracy z programem u operatora. Kolejnym czynnikiem jest cena – w wielu przypadkach instytucji tworzącej SIP nie będzie stać na zakup komercyjnego pakietu GIS. Na szczęście coraz bardziej rozpowszechnione są programy dostępne nieodpłatnie, o otwartych licencjach, które pod względem funkcjonalności nie ustępują, a czasem wręcz przewyższają komercyjne odpowiedniki.

Ze względu na popularność i dobrą znajomość programu, do przygotowania danych rastrowych i wektoryzacji wybrano pakiet ESRI ArcGIS. Natomiast do prac przy tworzeniu geoportalu wykorzystano dostępne w Internecie

bezpłatne aplikacje typu *open-source*: PostGIS, Mapserver, OpenLayers. Zostaną one opisane szczegółowo w dalszych rozdziałach pracy.

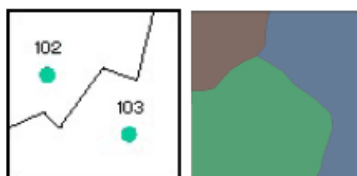
ArcGIS to obecnie jeden z najbardziej znanych programów typu GIS. Ze względu na budowę modułową może być łatwo dostosowany do potrzeb użytkowników. Może być stosowany zarówno jako proste narzędzie do prezentacji kartograficznych na jednym stanowisku, jak również jako część wielodostępowego systemu sieciowego pracującego w ramach firmy lub instytucji, zapewniającego rozbudowane możliwości przeprowadzania analiz przestrzennych.

Oprogramowanie ArcGIS składa się z 3 podstawowych aplikacji:

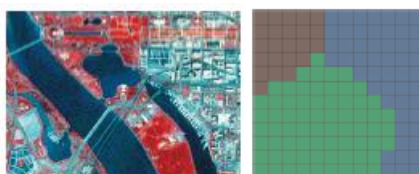
- ArcCatalog – służący do zarządzania zasobami i bazami danych oraz do edycji i przeglądania metadanych;
- ArcToolbox – zestaw narzędzi do konwersji i analiz danych;
- ArcMap – służący do wyświetlania i edycji danych.

ArcGIS obsługuje dane przestrzenne zapisane w wielu różnych formatach plików. Dane te mogą być podzielone na 3 typy – modele:

- wektorowy – stosowany do opisu obiektów dyskretnych takich jak granice nieruchomości,



- rastrowy – do ciągłych obiektów powierzchniowych np. zdjęcia lotnicze,

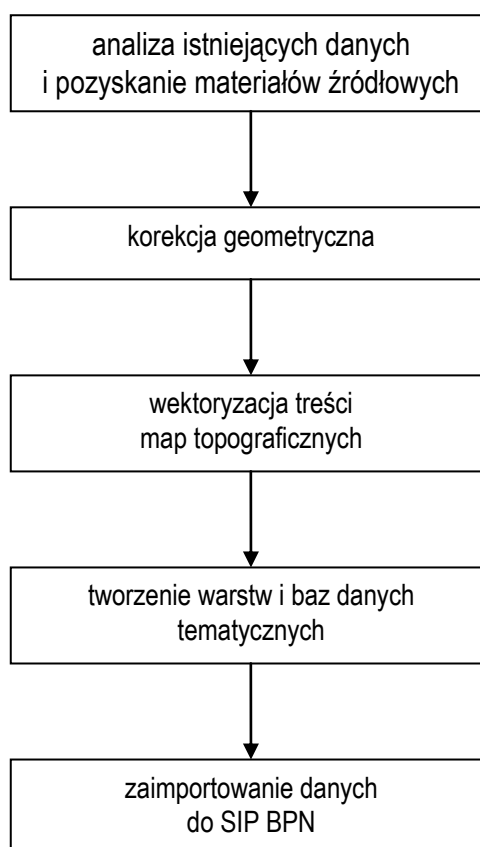


- TIN (nieregularna siatka trójkątów) – stosowany najczęściej do zapisu danych o ukształtowaniu terenu.



3.2 Pozyskanie danych do warstw tematycznych

Proces pozyskania danych do systemu informacji przestrzennej można podzielić na etapy, które zostały przedstawione na poniższym schemacie (Rys. 19.). W kolejnych rozdziałach zostaną one opisane.



Rys. 19. Schemat etapów pozyskiwania danych dla tworzonego SIP BPN.

Źródło: opracowanie własne.

3.2.1 Materiały źródłowe

Tworzenie Systemu Informacji Przestrzennej dla Biebrzańskiego Parku Narodowego rozpoczęto od pozyskania i analizy dostępnych materiałów źródłowych przy założeniu, że podstawę systemu będą tworzyły warstwy powstałe na podstawie map topograficznych dostępnych w formie rastrowej. Do stworzenia systemu informacji przestrzennej dla BPN wykorzystane zostały następujące arkusze mapy:

- mapy topograficzne w skali 1: 50 000 o godłach:
 - N-34-105-A, B
 - N-34-105-C, D
 - N-34-106-A, B
 - N-34-106-C, D
 - N-34-82-A, B
 - N-34-82-C, D
 - N-34-83-A, B
 - N-34-83-C, D
 - N-34-84-C, D
 - N-34-93-A, B
 - N-34-93-C, D
 - N-34-94-A, B
 - N-34-94-C, D
 - N-34-95-A, B
 - N-34-95-C, D
 - N-34-81-C, D
 - N-34-96-A, B
- mapa krajoznawcza w skali 1:100 000,
- materiały informacyjne uzyskane z Biebrzańskiego Parku Narodowego - dzięki współpracy i zaufaniu Zespołu Zagospodarowania Przestrzennego i SIP.

Mapy topograficzne pozyskano z zasobów CODGiK w postaci plików w formacie TIFF. Mapy zostały opracowane w odwzorowaniu UTM na elipsoidzie WGS 1984.

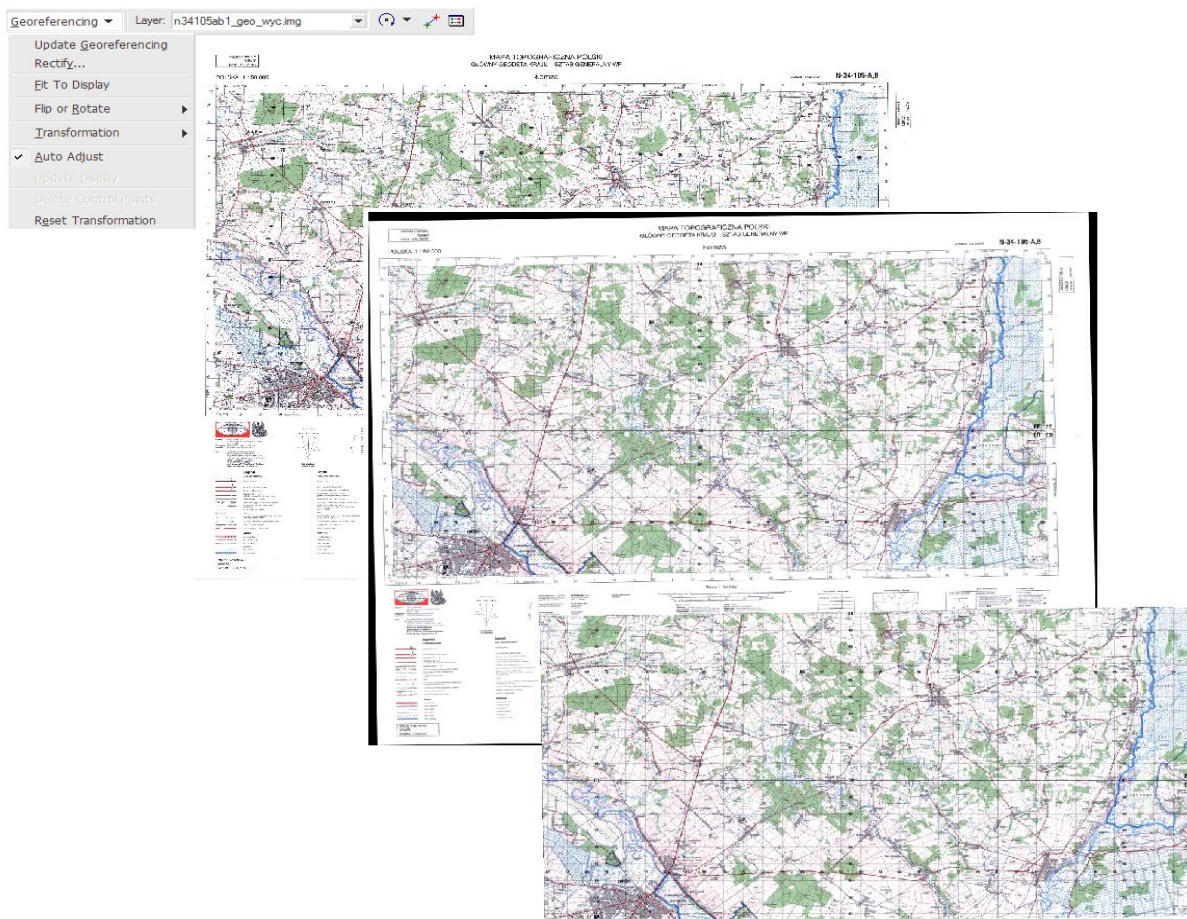
3.2.2 Korekcja geometryczna

W pierwszej kolejności przeprowadzono korekcję geometryczną map (ok. 21 punktów dostosowania dla jednej mapy), do czego użyto narzędzia *Georeferencing* w oprogramowaniu ArcGIS.

Etapy korekcji geometrycznej (Rys. 20.):

1. Wybranie rozłożonych równomiernie punktów dostosowania. W pierwszej kolejności wskazuje się punkty na obrazie geometryzowanym, a następnie na danych w odpowiednim układzie współrzędnych.
2. Sprawdzenie odchyłek na poszczególnych punktach i błędu średniego modelu.
3. Wykonanie odpowiedniej transformacji. Należy zwrócić szczególną uwagę na wynikową rozdzielczość przestrzenną, metodę ponownego próbkowania obrazu, format zapisu, jak również na informację o przypisanym do wynikowego pliku układzie współrzędnych. Transformacja została wykonana metodą wielomianową 2 stopnia.
4. Stworzenie pliku wektorowego, zawierającego zarówno punkty dostosowania, jak i punkty kontrolne.
5. Porównanie otrzymanych wartości współrzędnych ze współrzędnymi punktów kontrolnych, obliczenie odchyłek na poszczególnych punktach jak i średniego błędu położenia punktu. Błędy średnie dla każdego z arkuszy nie przekraczały 3 m.

Po wykonaniu wszystkich etapów korekcji geometrycznej wszystkie mapy zostały pozbawione treści pozaramkowej w celu stworzenia jednolitego opracowania dla całego obszaru i ułatwienia wektoryzacji.



Rys. 20. Etapy korekcji geometrycznej. Pierwsza mapa od góry to mapa zeskanowana, w dalszej kolejności mamy mapę po korekcji i mapę z wyciętą treścią pozaramkową.

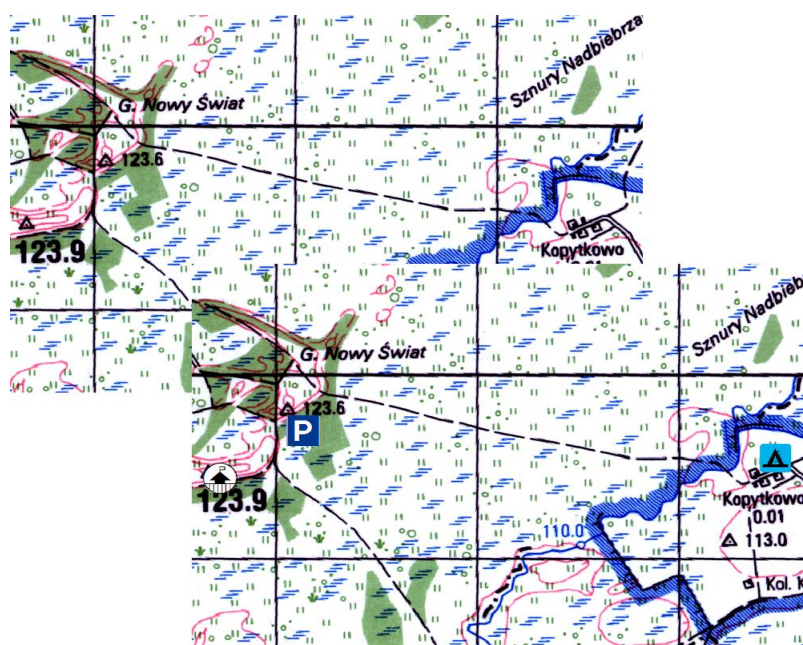
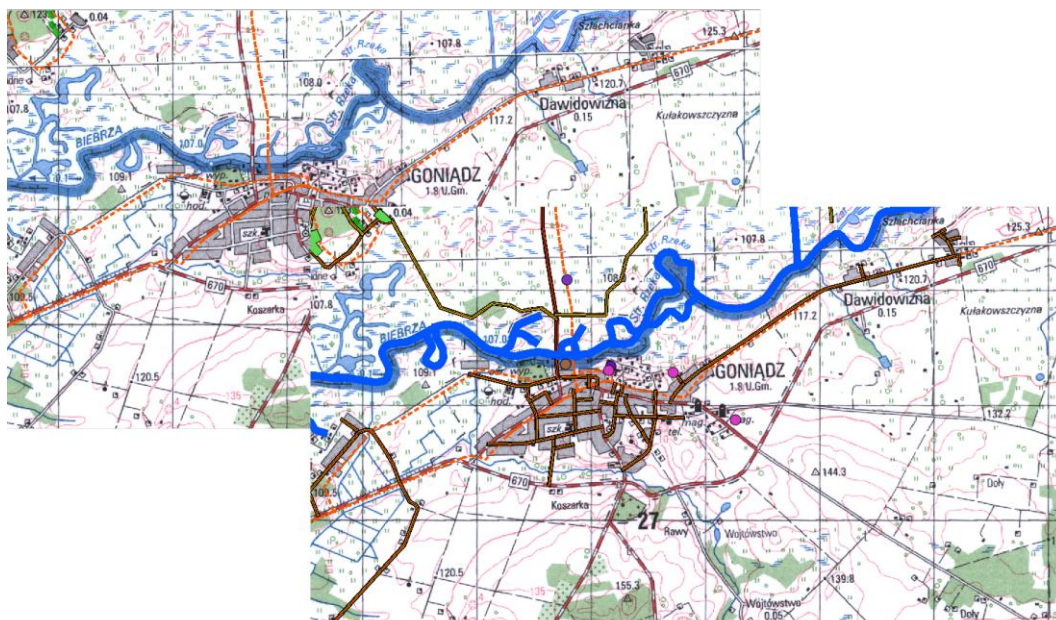
Źródło: opracowanie własne.

3.2.3 Wektoryzacja treści map topograficznych

Po zakończeniu prac dotyczących korekcji geometrycznej przystąpiono do wektoryzacji treści map topograficznych. Proces wektoryzacji (zwany też digitalizacją) polega na zamianie danych występujących w postaci rastrowej na postać wektorową. Może być on wykonywany w sposób automatyczny, półautomatyczny lub ręczny. Mapy topograficzne zostały poddane wektoryzacji ekranowej, która polegała – w przypadku obiektów powierzchniowych – na „obrysowaniu” wybranej treści mapy (np. obszarów leśnych) na ekranie monitora.

Wyniki wektoryzacji zostały zapisane w plikach ESRI w formacie *Shapefile*, a następnie zaimportowane do nowoutworzonej geobazy. Zastosowanie geobazy ułatwia w znacznym stopniu zarządzanie i transfer danych, poprzez

możliwość zapisu zarówno danych rastrowych, jak i wektorowych w jednym miejscu. Pozwala również na stosowanie bardziej zaawansowanych analiz przestrzennych, takich jak analizy sieciowe, dzięki wbudowanej w geobazę obsłudze topologii.



Rys. 21. Przykład wykonania wektoryzacji obiektu liniowego- rzeki (górný rysunek) oraz obiektu punktowego - parking (dolny rysunek).

Źródło: opracowanie własne.

3.2.4 Warstwy tematyczne

Dane uzyskane z procesu wektoryzacji zostały pogrupowane na warstwy tematyczne, które z kolei zostały podzielone na dwie części ze względu na tematykę zawartych w nich danych. Utworzono:

- bazę ogólnogeograficzną,
- bazę turystyczną, w której zawarte są dane o obiektach związanych z turystyką i rekreacją.

Utworzone warstwy przedstawiono poniżej wraz z tabelami słownikowymi, które pozwalają na wybranie wartości atrybutu z gotowej listy. Tabele te umożliwiają ujednoczenie i uporządkowanie nazewnictwa tworzonych obiektów w poszczególnych warstwach tematycznych.

BAZA OGÓLNO-GEOGRAFICZNA

1. Hydrografia

a) nazwa_warstwy - zbiorniki wodne (poligon)

<i>Atrybut</i>	<i>Nazwa_atrybutu</i>	<i>Typ</i>	<i>Przykład</i>
id	identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna zbiornika	Tekst	jez. Zygmunta Augusta
klasa	klasa czystości	Int	II
pow	powierzchnia	Int	485 ha

b) nazwa_warstwy - rzeki powierzchniowe (poligon)

<i>Atrybut</i>	<i>Nazwa_atrybutu</i>	<i>Typ</i>	<i>Przykład</i>
id	identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna rzeki	Tekst	rz. Biebrza
klasa	klasa czystości	Int	III
dl	długość	Int	155 km

c) nazwa_warstwy - ciekiny wodne (linia)

<i>Atrybut</i>	<i>Nazwa_atrybutu</i>	<i>Typ</i>	<i>Przykład</i>
id	identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna ciekiny	Tekst	kanal Rudzki
klasa	klasa czystości	Int	II
dl	długość	Int	16,7 km
typ	rodzaj ciekiny	Int	2

<i>Kod_typ_ciekiny</i>	<i>Rodzaj_ciekiny</i>
1	rzeka
2	kanal
3	rów melioracyjny

2. Podział administracyjny

a) nazwa_warstwy - granice powiatów (poligon)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna powiatu	Int	2
teryt	identyfikator statystyczny	Int	2004
woj.	nazwa województwa	Tekst	podlaskie
ld_woj	identyfikator województwa	Int	20
pow_obl	powierzchnia obliczona	Int ha
pow_dok	powierzchnia z dokumentów	Int ha

Kod powiatu	Nazwa własna powiatu
1	augustowski
2	grajewski
3	łomżyński
4	moniecki
5	sokólski

b) nazwa_warstwy - granice gmin (poligon)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna gminy	Int	Gm. Grajewo
teryt	identyfikator statystyczny	Int	2004
pow	nazwa powiatu	Int	2
id_pow	Identyfikator powiatu	Int	20
pow_obl	powierzchnia obliczona	Int ha
pow_dok	powierzchnia z dokumentów	Int ha

c) nazwa_warstwy - granica parku (linia)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna parku	Tekst	Biebrzański Park Narodowy
gmina	nazwa gminy	Int	11
pow	nazwa powiatu	Int	4
woj.	nazwa województwa	Tekst	podlaskie
pow_obl	powierzchnia obliczona	Int ha
pow_dok	powierzchnia z dokumentów	Int ha

d) nazwa_warstwy - otulina parku (poligon)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna parku	Tekst	Biebrzański Park Narodowy
ld_park	Identyfikator parku	Int	1
pow_obl	powierzchnia obliczona	Int ha
pow_dok	powierzchnia z dokumentów	Int ha

3.Osadnictwo i infrastruktura techniczna

a) nazwa_warstwy - miejscowość (punkt)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
nazwa	nazwa własna miejscowości	Tekst	Grajewo
teryt_miejsc	identyfikator statystyczny	Int	200401_1
typ	Status	Tekst	miasto
adm	siedziba władz	Tekst	powiatowych
gmina	nazwa gminy	Int	5
pow	nazwa powiatu	Int	2
woj.	nazwa województwa	Tekst	podlaskie

b) nazwa_warstwy - teren zabudowany (poligon)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
typ	Status	Tekst	przysiółek
adm	siedziba władz	Tekst	powiatowych
teryt_miejsc	identyfikator statystyczny miejscowości	Int	200401_1

c) nazwa_warstwy - budynki użyteczności publicznej (punkt)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
typ	rodzaj budynku	Int	5
nazwa	nazwa własna	Tekst	Szkoła Podstawowa nr 4 im. Henryka Sienkiewicza
ozn	Oznaczenie	Tekst	szk.

Kod_typ_bud_uzyt_pub	Rodzaj budynku użyteczności publicznej
1	Urząd Powiatowy
2	Urząd Gminy
3	Urząd Miejski
4	szpital
5	szkoła

d) nazwa_warstwy - budynki przemysłowe (punkt)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
typ	przeznaczenie	Int	2
ozn	Oznaczenie	Tekst	drzew.

e) nazwa_warstwy - linie energetyczne (linia)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	Identyfikator	Int	1
typ	Rodzaj	Int	1

Kod_typ_linii_ener	Rodzaj linii energetycznej
1	wysokiego napięcia
2	średniego napięcia
3	niskiego napięcia

f) nazwa_warstwy - rurociągi (linia)

<i>Atrybut</i>	<i>Nazwa_atrybutu</i>	<i>Typ</i>	<i>Przykład</i>
id	Identyfikator	Int	1
typ	rodzaj sieci	Int	1
sred	średnica rurociągu	Int	160mm

<i>Kod_typ_urociągu</i>	<i>Rodzaj_urociągu</i>
1	Gazowy
2	benzynowy/naftowy
3	Inny

4. Transport

a) nazwa_warstwy - drogi (linia)

<i>Atrybut</i>	<i>Nazwa_atrybutu</i>	<i>Typ</i>	<i>Przykład</i>
id	Identyfikator	Int	1
typ	Status	Int	3
wlasn	właściciel drogi	Int	1
ozn	numer drogi	Int	65
dlu	długość drogi	Int	60 km

<i>Kod_typ_drogi</i>	<i>Rodzaj_drogi</i>
1	autostrada
2	szybkiego ruchu
3	główna
4	lokalna
5	wiejska
6	polna/leśna

<i>Kod_wlasn_drogi</i>	<i>Własność_drogi</i>
1	krajowa
2	wojewódzka
3	powiatowa
4	gminna

b) nazwa_warstwy -> kolej (linia)

<i>Atrybut</i>	<i>Nazwa_atrybutu</i>	<i>Typ</i>	<i>Przykład</i>
id	identyfikator	Int	1
typ	status	Int	1
dlu	długość linii	Int	21 km

<i>Kod_typ_kolei</i>	<i>Rodzaj_kolei</i>
1	normalnotorowa
2	szerokotorowa
3	wąskotorowa

c) nazwa_warstwy - przystanek pks (punkt)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	identyfikator	Int	1
typ	status drogi	Int	3
wlasn	właściciel drogi	Int	1
Id_dr	identyfikator drogi	Int	1

d) nazwa_warstwy - stacja pkp (punkt)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	identyfikator	Int	1
typ	status linii kolejowej	Int	1
id_kl	identyfikator linii kolejowej	Int	1
nazw_przyst	nazwa przystanku	Tekst	Osowiec-Twierdza
nazw_miejsc	nazwa miejscowości	Tekst	Osowiec

5. Pokrycie terenu




































a) nazwa_warstwy - las (poligon)

Atrybut	Nazwa_atrybutu	Typ	Przykład
id	identyfikator	Int	1
typ	rodzaj/gatunek	Tekst	Ls
pow	powierzchnia	Int	20 ha

BAZA TURYSTYCZNA

- nazwa_warstwy - siedziba dyrekcji parku (punkt),
- nazwa_warstwy - hotel (punkt),
- nazwa_warstwy - szlaki (liniowa),
- nazwa_warstwy - zabytki (punkt),
- nazwa_warstwy - punkty_widokowe (punkt):
 - wieże,
 - pomosty,
 - wiaty turystyczne,
 - nazwa_warstwy - pola namiotowe (punkt),
 - nazwa_warstwy - parkingi (poligon).

Wykaz warstw utworzonych dla potrzeb systemu:

-  **Layers**
 - GraniceBPN

 - GraniceOtulinaBPN_poligon

 - granice_powiatów

 - granice_gmin

 - drogi
 - typ
 -  autostrada
 -  szybkiego ruchu
 -  główna
 -  lokalna
 -  wiejska
 -  polna/leśna
 - kolej
 - typ
 -  normalnotorowa
 -  szerokotorowa
 -  wąskotorowa
 - teren_zabudowany

 - cieki_wodne
 - typ
 -  kanał
 -  rzeka
 -  rów melioracyjny
 - las

- zagosp_pkt
 - RODZAJ
 -  miejsca wypoczynku
 -  most
 -  nocleg
 -  osada parkowa
 -  parking
 -  pole namiotowe
 -  punkt edukacyjny
 -  punkty widokowe
 -  schron
 -  stacja meteo
 -  stanowiska obserwacji zwierząt
 -  wieza
- szlaki_turystyczne_2009
 - typ
 -  konny
 -  pieszy
 -  rowerowy
- szlaki_edukacyjne_2009


4. Prezentacja danych przestrzennych w Internecie

Początki systemów informacji przestrzennej sięgają lat 60. XX wieku. Rozwój GIS był nierozdzielnie związany z rozwojem techniki komputerowej. Jednak aż do połowy lat 90. XX w. systemy te ograniczały się do pojedynczych stacji roboczych. Zasoby danych oraz możliwości nawet najbardziej rozbudowanych systemów informacji przestrzennej były dostępne jedynie wąskiej grupie osób, które miały fizyczny dostęp do komputera z zainstalowanym oprogramowaniem. Dopiero upowszechnienie się dostępu do Internetu oraz gwałtowny wzrost prędkości łączy sieciowych, jaki nastąpił w ostatnich 20 latach, pozwoliły zerwać z tym ograniczeniem.

4.1 Technologie i standardy udostępniania danych przestrzennych w Internecie

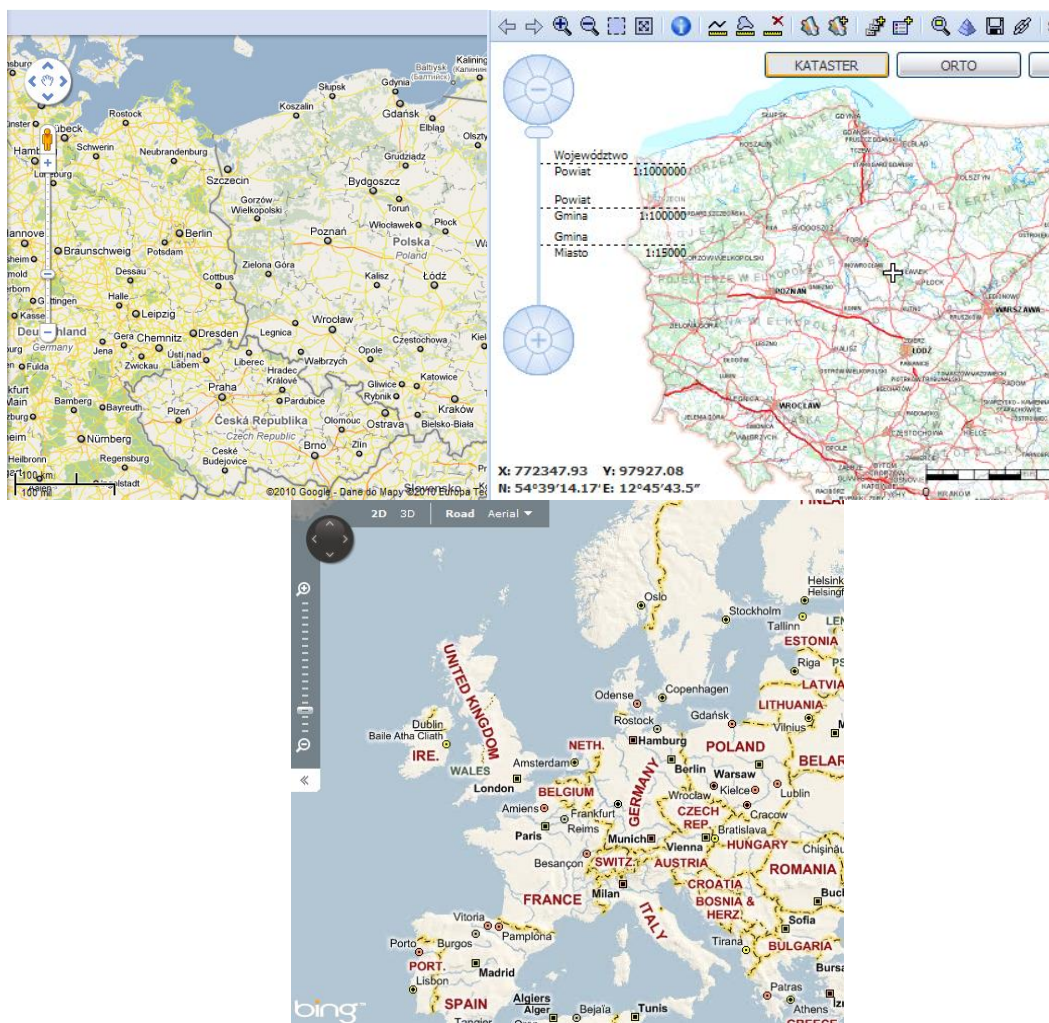
Obecnie SIP coraz częściej wykorzystuje sieciową architekturę „klient-serwer”, która pozwala na jednoczesne korzystanie z systemu przez wielu użytkowników i z wielu miejsc na świecie. Wzrost dostępności związany jest nie tylko z faktem wykorzystania infrastruktury sieciowej, ale również z uproszczeniem samych systemów i dostosowaniem ich do umiejętności tzw. „zwykłego” użytkownika. Coraz więcej współczesnych systemów nie wymaga długoletnich szkoleń z zakresu tematyki GIS, do ich obsługi wystarczy

podstawowa znajomość komputerów i Internetu. Nie wymagają również instalacji specjalnego oprogramowania poza zwykłą przeglądarką internetową.

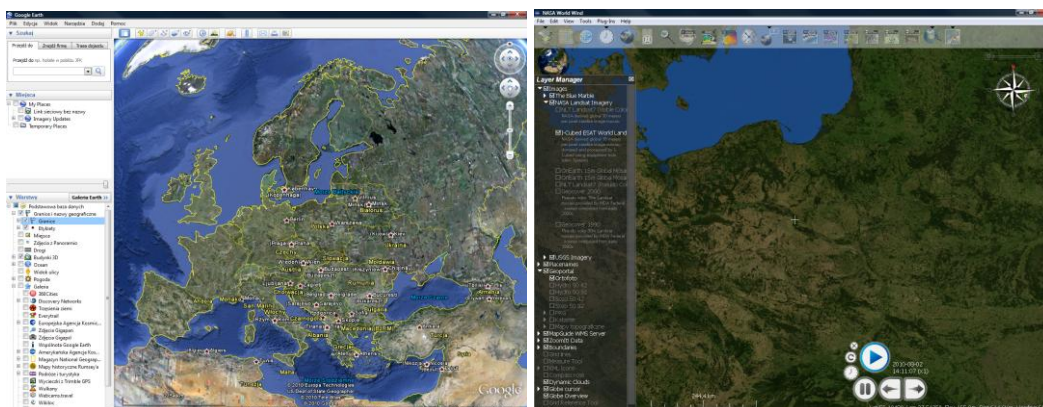
Do popularyzacji rozwiązań sieciowych GIS przyczyniły się w znacznym stopniu tzw. portale mapowe, takie jak Google Maps oraz programy Google Earth czy NASA World Wind, które zaczęły powstawać po 2005 roku. Mimo że ich możliwości są bardzo skromne (ograniczają się głównie do wyświetlania map) i nie można ich uznać za pełnoprawne systemy informacji przestrzennej, to wpłynęły one pozytywnie na świadomość ogółu społeczeństwa. Dzięki nim wielu ludzi dowiedziało się o istnieniu ortofotmap, zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz o innych pojęciach z zakresu teledetekcji, fotogrametrii, jak i samego GIS. Drugim ważnym aspektem jest stworzenie powszechnego standardu działania serwisu mapowego. Wspomniane wyżej projekty NASA i Google zapewniły ogólny model działania i obsługi tego typu rozwiązań. Od 2005 roku powstało wiele konkurencyjnych produktów, ale praktycznie każdy opiera się na tych samych zasadach i wykorzystuje te same elementy. Jako przykład wymienić można pasek *zoomu*, służący do przybliżania i oddalania obrazu mapy, czy zestaw przycisków nawigacyjnych, pozwalających na przesuwanie mapy w 4 kierunkach: północ, wschód, południe i zachód.

Zagadnienia związane z tworzeniem i udostępnianiem map, wykonywaniem analiz danych poprzez sieć komputerową oraz wykorzystywanymi w tym celu technologiami noszą miano *webmappingu* lub *WebGIS*. Nie istnieją dokładne definicje obu tych pojęć, oba używane są zamiennie, można jednak stwierdzić, że w przypadku *WebGIS* większy nacisk poświęcony jest analizom przestrzennym i przetwarzaniu danych, podczas gdy *webmapping* ogranicza się głównie do wyświetlania gotowych map na stronach internetowych. Z pojęciami tymi wiążą się również inne, takie jak *neogeography* (nowa geografia), którym można określić wszelkie działania związane z tworzeniem i użytkowaniem danych przestrzennych przez zwykłych użytkowników. Najlepszym przykładem projektu łączącego *webmapping* z neogeografią jest serwis *OpenStreetMap*, czyli bezpłatna mapa całego świata, która powstaje na podstawie danych zbieranych przez hobbystów. Widać tu nie tylko zmianę ilościową (wynikającą z postępu technologicznego), ale również jakościową – mapy nie służą już jedynie do oglądania, dziś każdy może być ich

twórcą.



Rys. 22. Widok okna z mapą w popularnych portalach: Google Maps, Geportal.gov.pl, Bing Maps.



Rys.23. Wygląd okna programów tzw. wirtualnych globusów (trójwymiarowe przeglądarki danych): Google Earth, NASA World Wind.

Równocześnie z rozwojem technologii trwają prace nad rozwiązaniami organizacyjnymi i prawnymi, które jeszcze bardziej przyczynią się do

upowszechnienia sieciowych serwisów GIS oraz rozwoju infrastruktury danych przestrzennych (SDI - Spatial Data Infrastructure). Według J. Gaździckiego (2004) „SDI to zespół środków prawnych, organizacyjnych, ekonomicznych i technicznych, które zapewniają powszechny dostęp do danych i usług geoinformacyjnych dotyczących określonego obszaru, przyczyniają się do efektywnego stosowania geoinformacji dla zrównoważonego rozwoju tego obszaru, umożliwiają racjonalne gospodarowanie zasobami geoinformacyjnymi”⁵. Do najważniejszych rozwiązań organizacyjnych i prawnych możemy zaliczyć dyrektywę INSPIRE, standardy OGC oraz normy ISO z zakresu informacji geograficznej. Zostaną one omówione poniżej.

INSPIRE

INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in the European Community (pol. Infrastruktura Informacji Przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej) – dyrektywa Unii Europejskiej, uchwalona w 2007, w Polsce od czerwca 2010 roku obowiązuje ustawa o Infrastrukturze Informacji Przestrzennej (IIP), będąca transpozycją dyrektywy na grunt polskiego prawa. Celem INSPIRE jest stworzenie europejskiej infrastruktury informacji przestrzennej (eSDI). Istotą dyrektywy jest zapewnienie jak najlepszego dostępu i ułatwienie korzystania z istniejących zbiorów danych przestrzennych, poprzez stworzenie jednolitego systemu, łączącego w sobie poszczególne infrastruktury od poziomu lokalnego aż po poziom krajowy i międzynarodowy.

Pięć głównych zasad INSPIRE⁶:

1. Dane przestrzenne powinny być zbierane raz i utrzymywane na tym poziomie (w tym miejscu), na którym może to być robione najefektywniej;
2. Powinno być możliwe, w całej Europie, łączenie bez problemów technicznych danych przestrzennych z różnych źródeł oraz korzystanie z nich przez wielu użytkowników;

⁵ [J. Gaździcki, 2004] „Leksykon geomatyczny”, Wydawnictwo Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Warszawa

⁶ [prof. dr hab. Stanisław Białousz, 2006] - wykłady z przedmiotu SIP

3. Powinno być możliwe korzystanie z danych zgromadzonych na jednym z poziomów zarządzania przez inne poziomy zarządzania;
4. Dane przestrzenne potrzebne do dobrego zarządzania powinny być dostępne na warunkach nie ograniczających ich powszechnego użytkowania;
5. Powinien być zapewniony dostęp do informacji o tym:
 - jakie dane są dostępne,
 - czy odpowiadają potrzebom użytkowników,
 - na jakich warunkach są dostępne.

Od strony technicznej dostęp i wyszukiwanie danych odbywa się za pomocą 4 podstawowych usług sieciowych⁷:

- Usługi wyszukiwania - „umożliwiającej wyszukiwanie zbiorów oraz usług danych przestrzennych na podstawie zawartości odpowiadających im metadanych oraz umożliwiającej wyświetlanie zawartości metadanych”;
- Usługi przeglądania – „umożliwiającej co najmniej: wyświetlanie, nawigowanie, powiększanie i pomniejszanie, przesuwanie lub nakładanie na siebie zbiorów danych przestrzennych oraz wyświetlanie informacji z legendy i wszelkiej istotnej zawartości metadanych”;
- Usługi pobierania - „umożliwiającej pobieranie kopii całych zbiorów danych przestrzennych lub części takich zbiorów oraz, gdy jest to wykonalne, dostęp bezpośredni”;
- Usługi przekształcania - „umożliwiającej przekształcenie zbiorów danych przestrzennych w celu osiągnięcia interoperacyjności”.

Standardy OGC

Open Geospatial Consortium to międzynarodowa organizacja zajmująca się tworzeniem standardów z zakresu serwisów informacji przestrzennej oraz

⁷ INSPIRE - DYREKTYWA 2007/2/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 14 marca 2007 r., Rozdział IV, artykuł 11

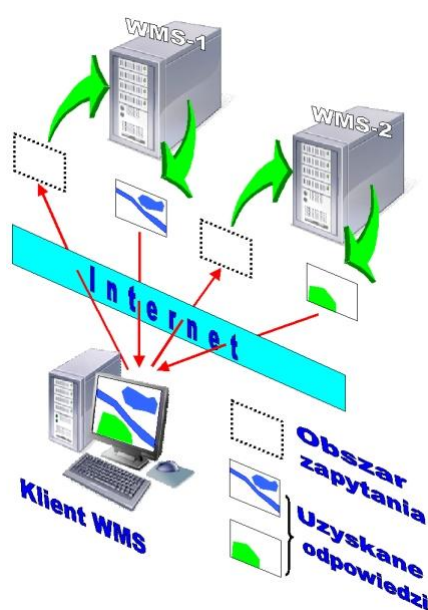
publikacji danych przez Internet. Do najważniejszych standardów opracowanych przez tę organizację należy zaliczyć:

- WMS (Web Map Service),
- WFS (Web Feature Service),
- WCS (Web Coverage Service),
- CSW (Catalog Service for Web).

Wyżej wymienione standardy służą jako podstawa do budowy usług sieciowych w ramach INSPIRE (tj. przeglądania, pobierania i wyszukiwania).

WMS to najpopularniejsza z usług OGC, służy ona do przeglądania danych w postaci rastrowej (najczęściej w formatach JPEG, PNG i TIFF).

Zasadę działania WMS przedstawiono na rysunku poniżej (Rys. 23.).

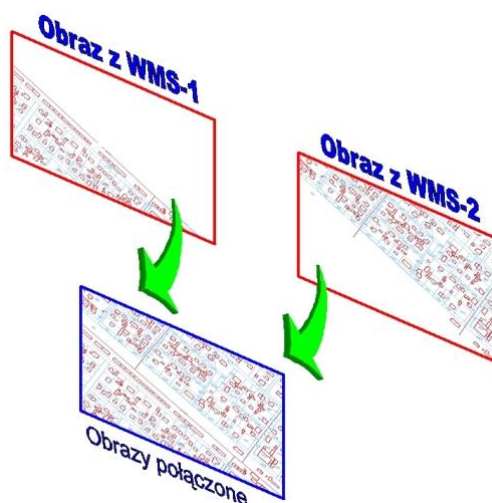


Rys. 24. Zasada działania WMS.

Źródło: <http://faq.geo-system.com.pl>

Komunikacja między użytkownikiem a serwerem oparta jest na 3 podstawowych zapytaniach-żądaniach. Użytkownik, korzystający z oprogramowania tzw. klienta WMS, łączy się z serwerem, wysyłając zapytanie o metadane (*GetCapabilities*), które obejmują listę warstw danych znajdujących się na serwerze, układach współrzędnych i o obsługiwanych formatach plików. Następnie, na podstawie otrzymanych w formacie *xml* metadanych, wysyła

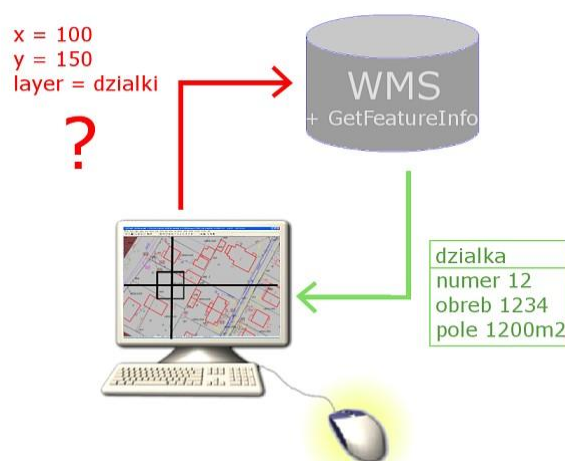
żądanie *GetMap* o mapę określonego obszaru, składającą się z wybranych warstw, w danym odwzorowaniu i formacie graficznym. W odpowiedzi serwer wysyła obraz rastrowy, który jest wyświetlany na ekranie komputera.



Rys. 25. Przykład łączenia danych pochodzących z różnych serwerów WMS.

Źródło: <http://faq.geo-system.com.pl>

Ponadto użytkownik może zidentyfikować obiekty widoczne na otrzymanej mapie, wysyłając ich współrzędne określone w pikselach do serwera (zapytanie *GetFeatureInfo*), który w odpowiedzi zwrócić może tabelę atrybutów wskazanego obiektu lub wartości RGB wybranego piksela.



Rys. 26. Zasada działania funkcji *GetFeatureInfo*.

Źródło: <http://faq.geo-system.com.pl>

Zaletą WMS jest jego prostota i uniwersalność. Pozwala on na łączenie danych pochodzących z różnych serwerów (Rys. 25), o różnych zakresach tematycznych i przestrzennych w celu stworzenia jednolitej mapy.

WFS to usługa służąca do pobierania danych w postaci wektorowej. Opiera się na podobnych zasadach co WMS – istnieje zapytanie *GetCapabilities* oraz *GetFeature* (odpowiednik *GetMap*). Pozwala ona jednak na bardziej zaawansowane metody filtracji danych. Użytkownik może wybrać obiekty z danej warstwy o określonych wartościach atrybutów i relacjach przestrzennych np. obiekty z warstwy cieki wodne, które w atrybucie „klasa czystości” mają wartość 1 i znajdują się w odległości 50 km od punktu o podanych współrzędnych.

WCS to usługa do pobierania danych rastrowych, w formatach źródłowych, tj. takich jakie znajdują się na serwerze. Główną różnicą pomiędzy WMS a WCS jest to, że w wypadku tego pierwszego do użytkownika wysyłany jest przetworzony obraz (w popularnym formacie, takim jak JPEG czy PNG) powstały na podstawie danych rastrowych (np. w postaci pliku GeoTIFF) lub wektorowych (np. jako pliki Shapefile), natomiast WCS wysyła wycięty fragment oryginalnego pliku rastrowego. Najczęstszym zastosowaniem WCS jest udostępnianie obrazów wielo- i hiperspektralnych oraz danych DEM.

CSW to usługa katalogowa, służąca do wyszukiwania zbiorów danych oraz innych usług (WMS, WFS, WCS). Serwer CSW przechowuje metadane opisujące zakres tematyczny, przestrzenny jak i jakościowy danych, zgromadzonych w różnych miejscach.

Normy ISO

Według PN-N-02000:1994 norma to „przyjęty na zasadzie konsensu i zatwierdzony (...) dokument ustalający – do powszechnego i wielokrotnego stosowania – zasady, wytyczne lub charakterystyki odnoszące się do różnych rodzajów działalności lub ich wyników i zmierzający do uzyskania optymalnego stopnia uporządkowania w określonej dziedzinie.” Większość norm tworzona jest obecnie przez **ISO (International Organisation for Standardization - Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna)**, czyli pozarządową organizację, która zrzesza krajowe organizacje normalizacyjne. Opracowuje ona normy dotyczące praktycznie wszystkich dziedzin życia. Wśród opracowań

stworzonych przez ISO znajdują się również normy związane z informacją geograficzną – seria ISO 19100. Opisuje ona zagadnienia dotyczące m.in. sposobu zapisu obiektów geometrycznych (ISO 19107), metadanych (ISO 19915, ISO 19139), usług (19119). Dzięki stosowaniu wspomnianych norm możliwe jest zapewnienie współdziałania różnorodnych systemów GIS poprzez umożliwienie przepływu informacji geograficznej pomiędzy tymi systemami.

4.2 Przegląd istniejących rozwiązań prezentacji danych przestrzennych w parkach narodowych

Najlepszym sposobem uzyskania informacji są zasoby internetowe, pozwalające na dostęp – bez żadnych ograniczeń – każdemu użytkownikowi z dowolnego miejsca na świecie. Rozwój infrastruktury sieciowej (łącza o wysokiej przepustowości), jak również wzrost świadomości społeczeństwa umożliwiają wygodny dostęp i wymianę danych przestrzennych drogą internetową. Historia Internetu i systemów informacji przestrzennej jest ze sobą mocno powiązana. GIS w dużym stopniu jest zależny od aktualnych danych, a dostęp do nich jest możliwy dzięki wykorzystaniu sieci internetowych. Natomiast stosowanie technik GIS pozwala na wzbogacenie treści oferowanych przez strony WWW. Najprostszym przykładem takiego wzbogacenia treści jest umieszczenie na stronie internetowej mapy stworzonej w systemach informacji przestrzennej. Obecnie, coraz częściej tworzone są geoportale, które pozwalają na bezpośredni dostęp do baz danych przestrzennych. Oferują one nie tylko same przeglądanie danych, ale również przeprowadzanie różnego rodzaju analiz przestrzennych, które były dotychczas możliwe jedynie w specjalistycznych pakietach GIS.

Na terenie Polski zostały utworzone 23 parki narodowe. Każdy posiada swoją stronę internetową, natomiast w większości z nich stosowane są formy prezentacji danych przestrzennych ograniczające się najczęściej do prostych, statycznych map tematycznych. Jedynie Tatrzański Park Narodowy, Wielkopolski

Park Narodowy i Bieszczadzki Park Narodowy mogą się pochwalić rozbudowanymi, w mniejszym bądź większym stopniu, internetowymi portalami mapowymi.

Tab. 5. Zestawianie rozwiązań prezentacji danych przestrzennych na stronach internetowych parków narodowych w Polsce.

Lp.	Nazwa parku narodowego	Adres strony WWW	Forma prezentacji danych przestrzennych
1	Babiogórski Park Narodowy	www.bgpn.pl	mapa flash*
2	Białowiecki Park Narodowy	www.bpn.com.pl	obrazy statyczne*
3	Biebrzański Park Narodowy	www.biebrza.org.pl	obrazy statyczne
4	Bieszczadzki Park Narodowy	www.bdpn.pl	geoportal wykonany w ramach pracy magisterskiej oparty na technologii firmy ESRI
5	Park Narodowy Bory Tucholskie	www.park.borytucholskie.info	mapa flash
6	Drawieński Park Narodowy	www.dpn.pl	obraz statyczny
7	Gorczański Park Narodowy	www.gorczanski-park.pl	mapa flash
8	Park Narodowy Gór Stołowych	www.pnsg.com.pl	obrazy statyczne
9	Kampinoski Park Narodowy	www.kampinoski-pn.gov.pl	obraz statyczny
10	Karkonoski Park Narodowy	www.kpn-mab.pl	obraz statyczny
11	Magurski Park Narodowy	www.magurski-pn.pl	mapa flash
12	Narwiański Park Narodowy	www.npn.pl	obraz statyczny
13	Ojcowski Park Narodowy	www.opn.pan.krakow.pl	obrazy statyczne
14	Pieniński Park Narodowy	www.pieniny-pn.pl	obraz statyczny (ortofotomapa)
15	Poleski Park Narodowy	www.poleski-pn.pl	obraz statyczny
16	Roztoczański Park Narodowy	www.roztoczanski-pn.pl	obraz statyczny
17	Słowiński Park Narodowy	www.slowinski-pn.pl	obraz statyczny
18	Świętokrzyski Park Narodowy	www.swietokrzyski-pn.org.pl	obraz statyczny
19	Tatrzański Park Narodowy	www.tpn.pl	geoportal*
20	Park Narodowy „Ujście Warty”	www.pnujsciewarty.gov.pl	obrazy statyczne
21	Wielkopolski Park Narodowy	www.wielkopolski-pn.pl	geoportal
22	Wigierski Park Narodowy	www.wigry.win.pl	obrazy statyczne

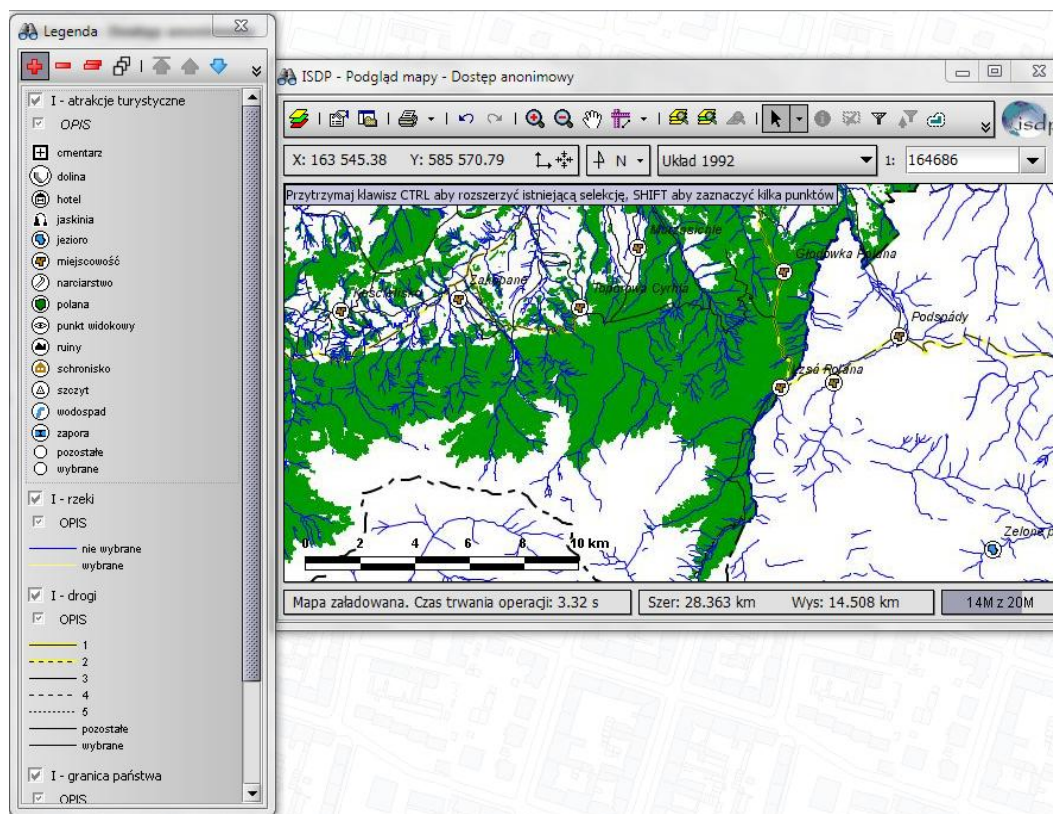
Lp.	Nazwa parku narodowego	Adres strony WWW	Forma prezentacji danych przestrzennych
23	Woliński Park Narodowy	www.wolinpn.pl	mapa flash
<p><i>*mapa flash – interaktywna mapa wykorzystująca technologie Adobe Flash (wymaga instalacji wtyczki do przeglądarki internetowej),</i></p> <p><i>*obraz statyczny – plik rastrowy (najczęściej w formacie JPEG) umieszczony bezpośrednio na stronie www,</i></p> <p><i>*geoportal – rozbudowana strona internetowa umożliwiająca wyszukiwanie i przeglądanie wielu danych przestrzennych.</i></p>			

4.2.1 Tatrzański Park Narodowy

Tatrzański Park Narodowy jako jedyny w Polsce posiada nowoczesny, stale aktualizowany geoportal. Przy tworzeniu GIS TPN zostały wykorzystane wszystkie dostępne dane takie jak: zdjęcia satelitarne i lotnicze, mapy analogowe oraz cyfrowe, jak również dane pozyskane z bezpośrednich pomiarów GPS. Pierwsze próby udostępniania danych przestrzennych z zasobów GIS TPN podjęto w 2004 roku, przy zastosowaniu Internetowego Serwera Danych Przestrzennych (ISDP), który został stworzony przez Instytut Systemów Przestrzennych i Katastralnych. ISDP to system informatyczny i baza danych przestrzennych, które pozwalają na gromadzenie, przechowywanie, aktualizowanie i udostępnianie interaktywnych map za pomocą przeglądarki internetowej. System ten umożliwia również wykonywanie analiz przestrzennych. Posiada budowę modułową – oprócz podstawowych modułów, takich jak: aplikacje podglądu i edycji danych oraz metadanych, zawiera również inne bardziej specjalistyczne aplikacje, do których możemy zaliczyć na przykład internetową obsługę robót geodezyjnych. Istotą ISDP jest integracja danych przestrzennych pochodzących z różnych baz i umożliwienie ich szybkiego podglądu.

Na stronie internetowej gis.tpn.pl umieszczono aplikację napisaną w języku Java, pozwalającą na przeglądanie zasobów TPN i komponowanie dowolnych map przez użytkownika. Umożliwia ona dostęp do kilkudziesięciu warstw podzielonych na kilkanaście kategorii (budynki, drogi, granice, turystyka,

wody, pokrycie terenu itp.). Warstwy te mogą być dodawane i usuwane, a ich kolejność wyświetlania na mapie może być w dowolny sposób modyfikowana. Główną wadą tego rozwiązania była konieczność instalacji dodatkowego oprogramowania na komputerze użytkownika (*plugin Java*). Niedogodnością było również zbyt powolne działanie aplikacji oraz jej skomplikowana obsługa.



Rys. 27. Aplikacja podglądu danych ISDP.

Źródło: www.gis.tpn.pl

Podstawowe funkcje aplikacji przedstawia w kolejności od lewej do prawej poniżej zamieszczony pasek przycisków.



Pasek ten zawiera następujące funkcje:

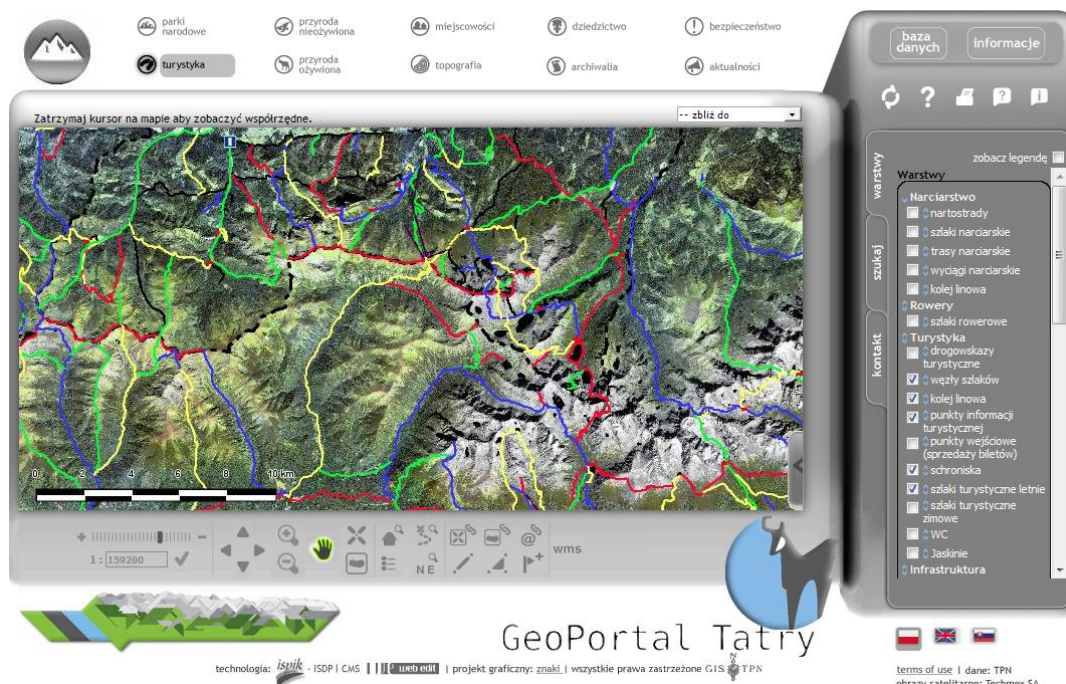
- *Legenda* – wywołuje okno legendy (Panel Warstw),
- *Konfiguracja* – wywołuje okno niektórych ustawień konfiguracyjnych,
- *Zarządzanie zestawami* – wywołuje okno obsługi zestawów danych,

-
- *Drukowanie mapy* – wywołuje okno podglądu wydruku lub jego ustawień (w zależności od skonfigurowania aplikacji),
 - *Skopiowanie mapy do schowka* – powoduje zapisanie w schowku aktualnego widoku mapy (przydatne przy wklejaniu obrazu mapy do innych aplikacji i dokumentów elektronicznych),
 - *Zapis obrazu mapy do pliku* – wywołuje okno umożliwiające wybór miejsca oraz formatu zapisu aktualnego widoku mapy w postaci pliku rastrowego (bmp, jpg, png, tif oraz GeoTIF),
 - *Eksport do formatu wektorowego* – powoduje wywołanie zaawansowanych funkcji eksportu do formatu wektorowego,
 - *Cofnij* – przywraca poprzedni obraz mapy i ustawienia legendy,
 - *Ponów* – ponawia obraz mapy i ustawienia legendy sprzed przywrócenia,
 - *Powiększanie mapy* – przełącza aplikację w tryb powiększania,
 - *Pomniejszanie mapy* – przełącza aplikację w tryb pomniejszania,
 - *Przesuwanie mapy* – przełącza aplikację w tryb przesuwania,
 - *Linijka* – przełącza aplikację w tryb pomiaru odległości,
 - *Dopasowanie do widocznych warstw* – dopasowuje granice wyświetlanego obszaru do obiektów wszystkich widocznych warstw,
 - *Dopasowanie do wybranych warstw* – dopasowuje granice wyświetlanego obszaru do obiektów wszystkich wybranych w *Legendzie* warstw,
 - *Dopasowanie do wyboru* – dopasowuje granice wyświetlanego obszaru do wszystkich obiektów wybranych w wyniku dowolnej funkcji selekcji,
 - *Wybór obiektów* – rozwija podręczne menu, umożliwiając ustalenie rodzaju wyboru (przez wskazanie: punktem, prostokątem, okręgiem lub wielokątem),

-
- *Lista wybranych obiektów* – wyświetla na mapie okno selekcji z atrybutami wybranych obiektów,
 - *Usunięcie wyboru*– likwiduje zaznaczenie obiektów wybranych w wyniku dowolnej funkcji selekcji,
 - *Wybór obiektów za pomocą atrybutów* – wywołuje okno konstruktora zapytań logicznych,
 - *Wybór działek* – wyświetla okno zaawansowanego wyboru działek,
 - *Wybór budynków* – wyświetla okno zaawansowanego wyboru budynków,
 - *Wybór obszarów leśnych* – wyświetla okno zaawansowanego wyboru obszarów leśnych,
 - *Buforowanie* – wywołuje okno tworzenia bufora,
 - *Pokazanie/ukrycie okna miniatury* – wywołuje okno miniatury, ułatwiającej lokalizację oglądanego fragmentu mapy na tle wszystkich danych.

Aktualny GeoPortal Tatry powstał w oparciu o ISDP poprzez utworzenie dodatkowego modułu, pozwalającego na udostępnianie danych za pomocą stron HTML. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania korzystanie z geoportalu możliwe jest z zastosowaniem dowolnej przeglądarki i bez instalacji dodatkowego oprogramowania. Interfejs użytkownika został znacznie uproszczony. Oprócz ISDP geoportal do działania wykorzystuje jeszcze bazę danych Oracle, WebEdit (program do zarządzania stronami internetowymi i bazami danych), bazę danych MySQL. Dane do geoportalu importowane są w dwojaki sposób:

- pliki *shapefile* (przy pomocy ISDP),
- współrzędne X, Y (poprzez oprogramowanie WebEdit).



Rys. 28. GeoPortal Tatra.

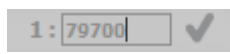
Źródło: www.geoportaltatry.pl.


Na stronie geoportalu można wyróżnić cztery panele:


- profile (bloki tematyczne: parki narodowe, turystyka, przyroda ożywiona, przyroda nieożywiona, miejscowości, topografia, dziedzictwo, archiwalia, bezpieczeństwo, aktualności) - wybranie danego profilu powoduje automatyczne załadowanie odpowiedniego zestawu warstw tematycznych do okna z mapą;
- okno mapy, w którym wyświetlane są warstwy tematyczne;
- lista warstw wraz z wyszukiwarką obiektów i dróg;
- pasek narzędzi, sterujący oknem z mapą.















Pasek narzędzi daje dostęp do następujących funkcji:

 - suwak przybliżania/oddalania,

 - przybliżanie/oddalanie przez podanie skali,

 - strzałki przesuwania,

 - przybliżanie,

-  - oddalanie,
-  - przesuwanie,
-  - centrowanie,
-  - dopasowanie okna mapy do całego zasięgu obszaru Tatr,
-  - szukanie obiektu,
-  - szukanie trasy,
-  - statystyki (otwiera okno ze statystykami odwiedzin portalu),
-  - wyszukiwanie punktu po zadanych współrzędnych,
-  - link do bieżącego widoku mapy,
-  - wysłania e-kartki z obrazem mapy,
-  - link do obrazu mapy,
-  - pomiar odległości,
-  - pomiar powierzchni,
-  - dodanie nowego punktu.

Nad oknem z mapą znajduje się rozwijalna lista obiektów, które są podzielone na kategorie (m.in. szczyty, rzeki, schroniska). Lista ta pozwala na szybkie zlokalizowanie wybranego obiektu na mapie.

Geoportal Tatrzańskiego Parku Narodowego jest jedynym tego typu serwisem wśród polskich parków narodowych jak również krajobrazowych. Jest doskonałym przykładem zastosowania technologii geoinformacyjnej w Polsce. Jedną z głównych zalet, która zasługuje na szczególne wyróżnienie jest możliwość przeprowadzania różnego rodzaju analiz przestrzennych, w tym analiz sieciowych np. wyszukiwanie optymalnej trasy. W aspekcie SDI ważna jest

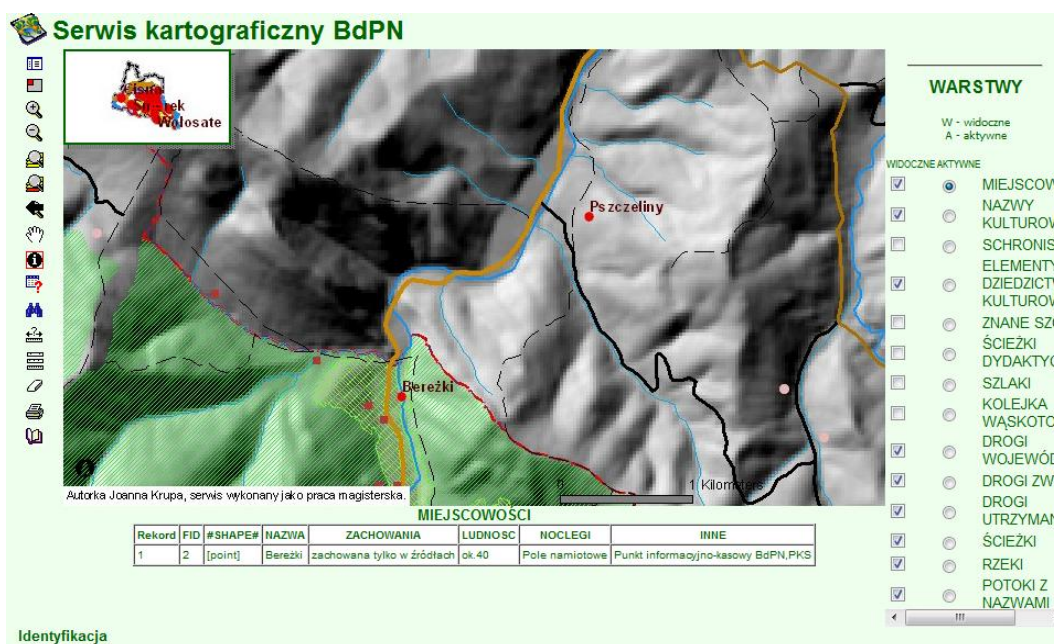
również dostępność danych poprzez serwer WMS. Adresy istniejących serwisów przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab.6. Zestawienie adresów WMS dla TPN.

Lp.	Profil danych	Adres WMS
1	parki narodowe	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=parki_narodowe_pl
2	turystyka	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=turystyka_pl
3	przyroda nieożywiona	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=przyroda_nieozywiona_pl
4	przyroda ożywiona	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=przyroda_ozywiona_pl
5	miejsowości	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=miejscowosci_pl
6	topografia	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=topografia_pl
7	dziedzictwo	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=dziedzictwo_kulturowe_pl
8	archiwum	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=archiwum_pl
9	bezpieczeństwo	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=podtatrze_pl
10	aktualności	http://geoportaltatry.pl/scripts/isdp_tpn_portal.dll/wms?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS&EX_PROFILE=natura_2000_pl

4.2.2 Bieszczadzki Park Narodowy













W 2003 roku ukończono proces tworzenia systemu informacji przestrzennej dla Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Przy tworzeniu systemu zostało wykorzystane oprogramowanie firmy ESRI. GIS BdPN posiada ponad 360 warstw tematycznych, około 530 map w zapisie rastrowym (z czego większość stanowią ortofotomapy) oraz numeryczny model terenu. System ten jest dostępny jedynie w sieci wewnętrznej, natomiast dla pozostałych użytkowników udostępniony jest serwis kartograficzny BdPN stworzony w 2005 roku w ramach pracy magisterskiej przez studentkę Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej Joannę Krupę (<http://zk.gik.pw.edu.pl/Website/JKrupa/viewer.htm>).







Rys. 29. Serwis kartograficzny BdPN autorstwa Joanny Krupy.

Źródło: <http://zk.gik.pw.edu.pl/Website/JKrupa/viewer.htm>

W serwisie kartograficznym BdPN dostępnych jest kilkanaście warstw ogólnogeograficznych i tematycznych (miejscowości, drogi, rzeki, granica parku, schroniska, ścieżki, szlaki itp.) oraz podstawowe funkcje, do których należą:

-  - przełączanie pomiędzy legendą a listą warstw,
-  - włączenie lub wyłączenie okna z podglądem całego obszaru mapy,
-  - powiększenie aktualnego widoku mapy,
-  - pomniejszenie aktualnego widoku mapy,
-  - wyświetlenie pełnego widoku,
-  - powiększenie do aktywnej warstwy,
-  - powrót do poprzedniego widoku,
-  - przesuwanie obrazu mapy przy pomocy myszy,
-  - wyświetlanie informacji o wybranym obiekcie z aktywnej warstwy,
-  - wyszukiwanie obiektów przy użyciu zapytań SQL,
-  - wyszukiwanie obiektów po nazwie,
-  - pomiar odległości,

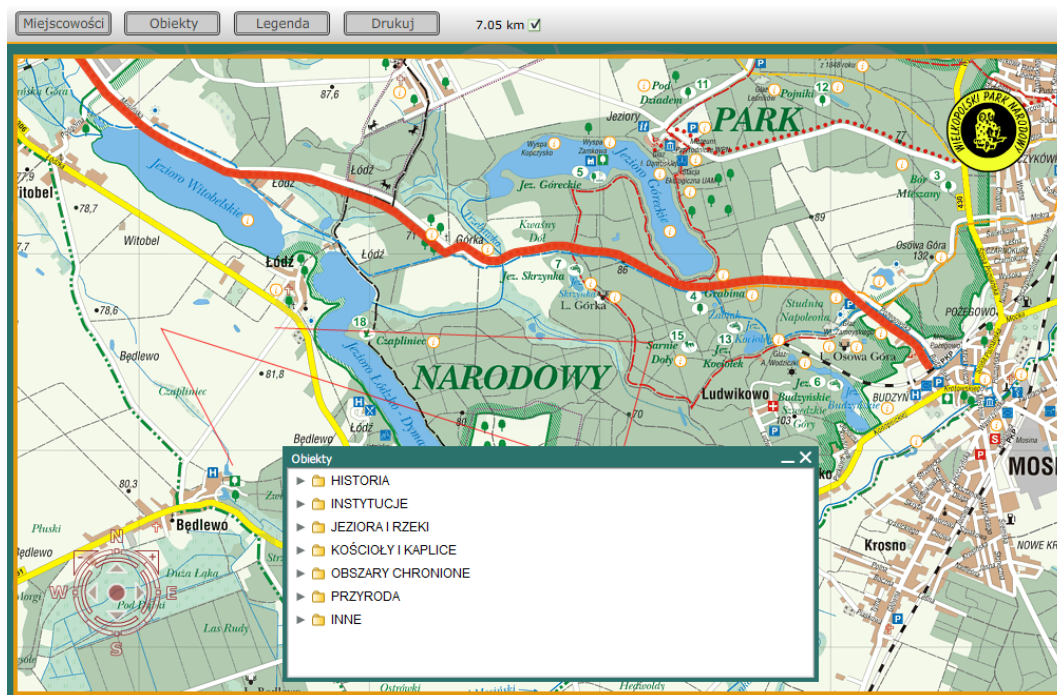
-  - ustawienie jednostek pomiaru,
-  - wyczyszczenie wykonanych czynności na mapie,
-  - wydruk aktualnego widoku mapy,
-  - wyświetlanie okna z pomocą do aplikacji.

Bieszczadzki Park Narodowy, podobnie tak jak Tatrzański Park Narodowy, posiada portal mapowy, który nie wymaga od użytkownika instalowania dodatkowego oprogramowania poza przeglądarką internetową. W przeciwieństwie do TPN serwis kartograficzny BdPN nie jest na bieżąco aktualizowany i rozbudowywany, a dane nie są udostępniane za pomocą usługi WMS.

4.2.3 Wielkopolski Park Narodowy

System Informacji Przestrzennej dla Wielkopolskiego Parku Narodowego jest zbudowany głównie na podstawie danych pochodzących z Planu Ochrony WPN. Zostały one przetransformowane z formy analogowej na cyfrową do baz danych. Do części opisowej wykorzystano oprogramowanie Microsoft Access, zaś część geometryczna została opracowana w programie MicroStation, nakładce MicroStation Geographics. Dla potrzeb WPN została utworzona specjalna aplikacja GIS, która ułatwia i automatyzuje dostęp do informacji przestrzennych znajdujących się w systemie.

Na stronie Wielkopolskiego Parku Narodowego znajduje się Interaktywna Mapa, która ułatwia lokalizację najbardziej interesujących miejsc w parku.



Rys.30. Interaktywna mapa WPN.

Źródło: <http://wielkopolskipn.pl/mapywpn/>

Mapa została wykonana przy użyciu technologii Flash, przez co użytkownik zmuszony jest do instalacji dodatkowej wtyczki do przeglądarki internetowej. Zestaw warstw, które mogą być wyświetlone na mapie jest niestety bardzo skromny. Podkład stanowi mapa turystyczna w postaci rastrowej, na której umieszczono punkty - atrakcje turystyczne i przebieg szlaków. Funkcje udostępniane przez Interaktywną Mapę ograniczają się jedynie do wyświetlenia listy miejscowości, wskazania obiektów podzielonych na kilka kategorii (historia, instytucje, przyroda, obszary chronione i inne), wyświetlenia legendy oraz możliwości wydruku. Mapa ta nie pozwala na przeprowadzanie jakichkolwiek analiz przestrzennych, możliwy jest jedynie pomiar odległości.

Wielkopolski Park Narodowy posiada rozbudowany System Informacji Przestrzennej, który niestety nie jest dostępny dla zwykłego użytkownika. Interaktywna Mapa znajdująca się na stronie WPN wykorzystuje w minimalnym stopniu dane zgromadzone w systemie informacji przestrzennej parku. Nie można jej uznać za geoportal w porównaniu ze stronami wyżej omówionych parków narodowych, ze względu na zbyt prostą funkcjonalność, niewielką liczbę posiadanych warstw tematycznych.

5. Geoportal Biebrzańskiego Parku Narodowego

Geoportal to strona WWW (portal), która umożliwia dostęp do danych przestrzennych oraz związanych z nimi usług (przeglądanie, pobieranie, wyszukiwanie, przetwarzanie). Geoportale do swego działania wymagają jedynie zwykłej przeglądarki WWW oraz połączenia z Internetem, dzięki czemu potencjalne grono ich odbiorców jest bardzo szerokie. Stanowią one część Infrastruktury Danych Przestrzennych (są „oknem na świat” dla użytkowników) i nie mogą istnieć bez pozostałych elementów tej infrastruktury: baz danych, usług, rozwiązań technologicznych i organizacyjnych.

Choć geoportale różnią się pod względem technologii wykonania, stopnia zaawansowania czy ilości udostępnianych danych, to we wszystkich można wyróżnić wspólny element: interaktywną mapę wraz z zestawem funkcji i narzędzi do jej obsługi (np. pomiar odległości, wyświetlanie współrzędnych itp.).

5.1 Założenia projektu geoportalu

Celem pracy było stworzenie dla Biebrzańskiego Parku Narodowego portalu mapowego, służącego do prezentacji zgromadzonych przez park danych przestrzennych.

Głównymi założeniami uwzględnionymi podczas projektowania geoportalu były:

- łatwość obsługi przez użytkowników,
- prostota wykonania,
- niski koszt implementacji,
- zgodność ze standardami technicznymi OGC oraz dyrektywą INSPIRE,
- możliwość połączenia istniejącego SIP BPN z tworzonym portalem.

Wymienione wyżej czynniki zadecydowały zarówno o wyglądzie geoportalu, jak i wyborze narzędzi użytych do jego budowy. Interfejs i sposób obsługi zostały zaprojektowane w oparciu o istniejące wzorce pochodzące z serwisów komercyjnych (Google Maps) i państwowych (geoportal.gov.pl). Przyjęto podobne elementy w odniesieniu do okna z mapą oraz ich umiejscowienie, dzięki czemu większość użytkowników nie powinna mieć problemów z obsługą strony. Dostęp do poszczególnych funkcji jest intuicyjny i szybki (nie wymaga „przeklikiwania” się przez kolejne okna).

Zapewnienie zgodności z INSPIRE oznacza, że geoportal obsługuje standard WMS, a także (w przypadku danych wektorowych) WFS. Wsparcie to działa dwukierunkowo, tj. do portalu można podłączyć różne serwery WMS, dzięki czemu możliwe jest wzbogacenie mapy o dane, które nie są dostępne w BPN (np. zdjęcia satelitarne), a w drugą stronę – dane z BPN są udostępniane również jako usługa, pozwalając użytkownikom na ich wykorzystanie w posiadanym oprogramowaniu GIS (np. w celu przeprowadzania bardziej złożonych analiz, niemożliwych do wykonania z poziomu geoportalu).

Istniejący w BPN SIP wykorzystuje głównie oprogramowanie ESRI, z tego powodu niezwykle ważne było, aby istniała możliwość podłączenia danych z systemu do geoportalu. Czynność ta nie powinna wymagać konwersji plików do innego formatu i tworzenia dwóch oddzielnych zbiorów danych. Oprogramowanie wybrane do stworzenia geoportalu BPN musiało zatem bezpośrednio wspierać formaty takie jak ESRI *Shapefile* czy *GeoTiff*.

Uwagę poświęcono również kwestiom tzw. użyteczności i dostępności strony z zaprojektowanym geoportalem. Powinna ona być dostępna jak

najszerzszemu gronu użytkowników, działać pod każdym systemem operacyjnym (Windows, Linux), w każdej popularnej przeglądarce internetowej (Internet Explorer, Firefox, Opera, Chrome) i nie wymagać instalacji dodatkowego oprogramowania lub pluginów (np. Java, Flash).

Ostatnim, choć nie najmniej ważnym, czynnikiem były możliwości finansowe dyrekcji parku, która nie posiada niestety środków na zakup komercyjnego oprogramowania dedykowanego dla geoportalu ani na zlecenie jego budowy zewnętrznej firmie.

Do stworzenia geoportalu wybrano ostatecznie następujący zestaw darmowego oprogramowania na licencji *open source*:

- Baza danych PostgreSQL+PostGIS,
- Serwer WMS i WFS – Mapserver,
- Interfejs WWW – OpenLayers.

Budowa geoportalu

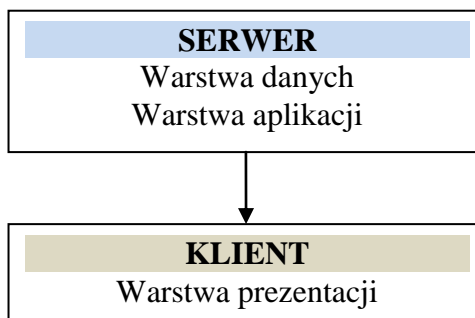
Geoportal został stworzony w oparciu o architekturę trójwarstwową:

- Warstwa dostępu do danych – baza danych, pliki z danymi;
- Warstwa aplikacji – serwer udostępniający gotowe mapy;
- Warstwa prezentacji – strona WWW z interfejsem.

Każdej warstwie odpowiada wymienione wcześniej oprogramowanie (odpowiednio: *PostGIS*, *Mapserver* i *OpenLayers*).

Dodatkowo, warstwy można podzielić w zależności od strony, po której działają:

- Serwer (baza danych, tworzenie i udostępnianie map przez WMS),
- Klient (wyświetlanie gotowych map w przeglądarce).

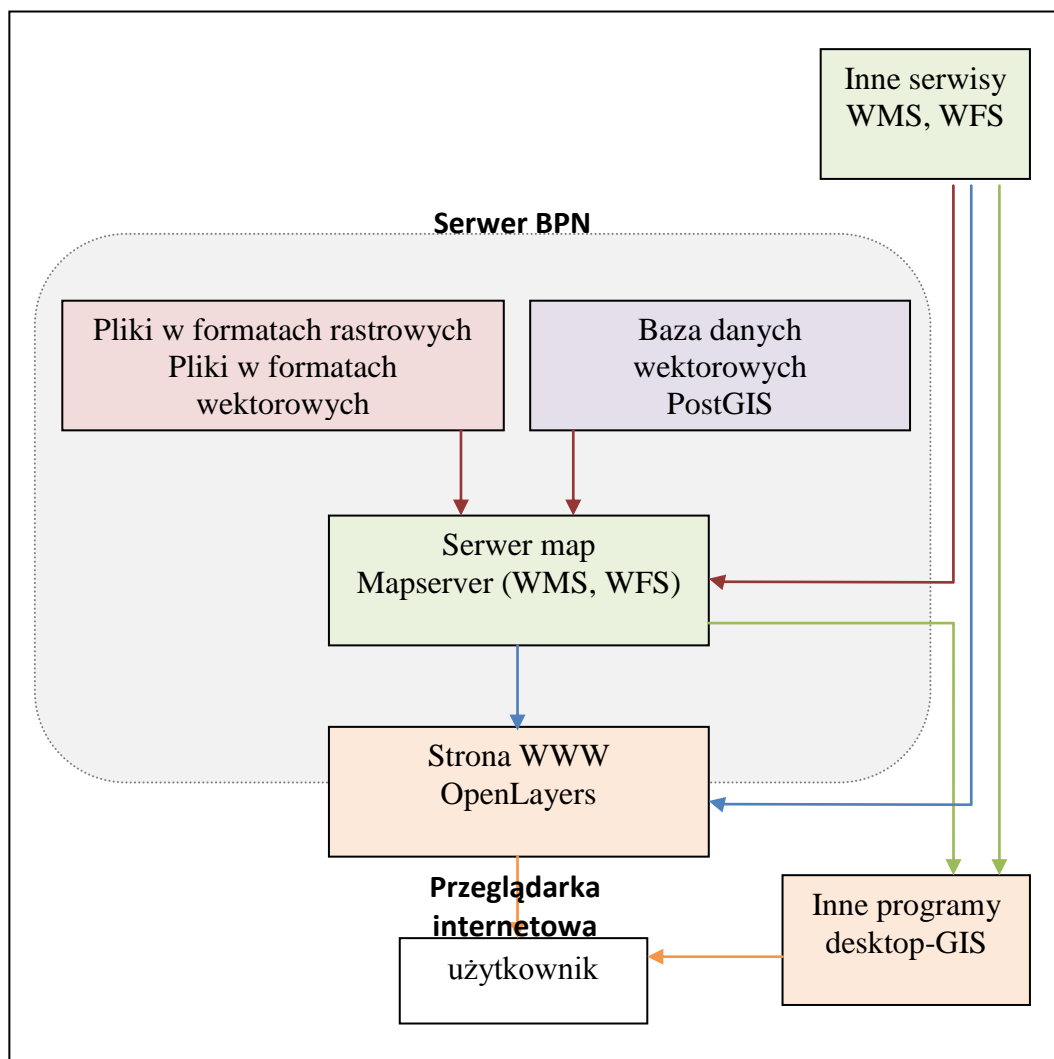


Rys.31. Schemat architektury 3-warstwowej.

Źródło: opracowanie własne.

W opisywanym powyżej przypadku większość operacji wykonywana jest po stronie serwera, od klienta wymaga się jedynie prezentacji wyników na ekranie komputera. Zaletą takiej architektury i podziału serwer-klient jest jej duża uniwersalność. Pozwala ona na niezależne modyfikowanie lub całkowitą zmianę pojedynczych elementów systemu, zaś każdy element może być umieszczony na oddzielnym komputerze. Możliwe byłoby np. zastąpienie Mapservera oprogramowaniem Geoserver bez potrzeby modyfikacji bazy danych czy strony z mapą. Od strony użytkownika istotne jest uniezależnienie się od jednego, często niewystarczającego, interfejsu do obsługi mapy. Dzięki zastosowaniu WMS i WFS z danych można korzystać na wiele sposobów – od wyświetlania ich w innych geoportalach, przez aplikacje działające w telefonach komórkowych aż po ich podłączenie do rozbudowanych programów typu desktop GIS.

Schematyczna budowa Geoportalu dla BPN została przedstawiona na Rys. 31.



Rys. 32. Schemat budowy geoportalu dla Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Źródło: opracowanie własne.

Jako dane źródłowe wykorzystywane są pliki rastrowe (mapy topograficzne) oraz wektorowe (warstwy tematyczne). Pliki w formacie rastrowym umieszczone są bezpośrednio w katalogu na serwerze, skąd są odczytywane przez Mapserver, natomiast pliki wektorowe znajdują się w bazie danych PostGIS. Oprogramowanie Mapserver pozwala również na odczyt plików formatu *Shapefile* prosto z dysku, jednak zastosowanie bazy danych przyspiesza dostęp do danych oraz umożliwia wykonywanie złożonych zapytań przestrzennych.

Na podstawie danych źródłowych Mapserver tworzy (renderuje) mapy zgodnie z symboliką ustawioną w konfiguracji oraz zapytaniem otrzymanym od klienta. Mapy te są następnie wysyłane do użytkownika i wyświetlane u niego na ekranie monitora. Jak już wspomniano, użytkownik może skorzystać z zewnętrznej aplikacji GIS zainstalowanej na komputerze lub ze strony internetowej geoportalu. Strona ta pełni rolę klienta WMS i WFS, wysyłając odpowiednie zapytania do serwera, a następnie wyświetlając otrzymane pliki graficzne z mapą.

5.2.1 Platforma

Implementacji zaprojektowanego geoportalu dokonano na komputerze z zainstalowanym systemem Linux. Konfiguracja sprzętowa oraz wykaz zainstalowanego oprogramowania przedstawia się następująco:

- Procesor: 1GHz
- Pamięć RAM: 1GB
- Dysk twardy: 160GB
- Łącze internetowe: 1Gb
- System operacyjny: Debian Linux
- Apache HTTP Server 2
- PHP 5.2
- PostgreSQL 8.3
- Mapserver 5.6
- GDAL/OGR 1.7

5.4 Baza danych PostgreSQL z rozszerzeniem PostGIS

PostgreSQL to system zarządzania relacyjną bazą danych (ang. *RDBMS* - *Relational Database Management Systems*), czyli zestaw funkcji i programów do tworzenia, zarządzania oraz korzystania z bazy i zgromadzonych w niej danych.

Początki tego systemu sięgają lat 70. XX wieku, kiedy to na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley stworzono Ingres, który w połowie lat 80. XX w. przekształcił się w projekt Postgres, ostatecznie przemianowany na PostgreSQL w 1996 roku⁸. Obecnie projekt jest rozwijany przez grono programistów z całego świata i udostępniany na licencji PostgreSQL licence⁹ – jest to licencja typu *open source*, pozwalająca na używanie i modyfikowanie programu bez żadnych opłat. Oprogramowanie to ma charakter wieloplatformowy, a więc działa na różnych platformach sprzętowych i systemowych – istnieją wersje dla Windows, Linux, Mac OS i Solaris.

Wielką zaletą PostgreSQL jest jego uniwersalność i wysoka wydajność. Pozwala na przechowywanie różnego rodzaju danych: tekstowych, liczbowych (np. typy INTEGER, REAL), dat oraz binarnych (zdjęcia, dźwięki itp.). Nie posiada praktycznie żadnych limitów dotyczących ilości danych zapisanych w bazie oraz liczby korzystających z nich użytkowników.¹⁰

Tab. 7. Rodzaj ograniczenia PostgreSQL.

Rodzaj ograniczenia	Limit
Maksymalny rozmiar bazy danych	Brak
Maksymalny rozmiar tabeli	32 TB
Maksymalny rozmiar wiersza	1.6 TB
Maksymalny rozmiar komórki	1 GB

⁸ <http://www.postgresql.org/about/history>

⁹ <http://www.postgresql.org/about/licence>

¹⁰ <http://www.postgresql.org/about/>

Maksymalna liczba wierszy w tabeli	Brak
Maksymalna liczba kolumn w tabeli	250 - 1600 (w zależności od typu kolumny)
Maksymalna liczba indeksów w tabeli	Brak

Z systemem PostgreSQL nierozdzielnie związany jest strukturalny język zapytań SQL (ang. *Structured Query Language*). Język ten służy do komunikacji pomiędzy RDBMS a użytkownikiem. Zapytania można podzielić na 3 grupy:

- DML (*Data Manipulation Language*) – służące do dodawania, zmieniania, kasowania oraz przeglądania danych;
- DDL (*Data Definition Language*) – służące do operacji na strukturach danych (dodawanie, kasowanie tabel, kolumn i wierszy);
- DCL (*Data Control Language*) – umożliwiające nadawanie uprawnień użytkownikom.

Poniżej umieszczono przykładowe zapytania SQL tworzące tabelę o nazwie gminy, dodające, a następnie wyświetlające dane z tabeli.

```
CREATE TABLE gminy
(
  nazwa varchar(255),
  teryt int
);
```

```
INSERT INTO gminy(nazwa,teryt) VALUES ('Stare Babice', 143207);
INSERT INTO gminy(nazwa,teryt) VALUES ('Łomianki', 143205);
INSERT INTO gminy(nazwa,teryt) VALUES ('Leszno', 143204);
```

```
SELECT nazwa FROM gminy WHERE teryt=143205;
```

5.4.1 Instalacja i konfiguracja

PostgreSQL może być zainstalowany na wiele sposobów: istnieją gotowe instalatory dla systemu Windows, pakiety binarne dla rodziny Linux, a także kod źródłowy pozwalający na samodzielną kompilację i dostosowanie programu przez użytkownika.

Na potrzeby tworzonego geoportalu instalacji dokonano w systemie Debian, wykorzystując tzw. repozytorium, czyli specjalny serwer internetowy, udostępniający szeroki wybór oprogramowania. W tym celu wystarczy wpisać w wiersz poleceń komendę:

```
apt-get install postgresql
```

Po zainstalowaniu Postgres jest gotowy do uruchomienia w domyślnej konfiguracji. Start serwera baz danych odbywa się poprzez wpisanie:

```
/etc/init.d/postgresql-8.3 start
```

Ostatnim etapem jest utworzenie nowej (pustej) bazy danych:

```
createdb nazwa_bazy
```

5.4.2 PostGIS

PostGIS to dodatek do bazy PostgreSQL, pozwalający na przechowywanie oraz wykonywanie operacji na danych przestrzennych.

Instalacja PostGIS jest bardzo prosta. W systemie Debian wystarczy wpisanie polecenia:

```
apt-get install postgresql-8.3-postgis postgis
```

Spowoduje to pobranie wymaganych plików. Następnie należy utworzyć nową bazę z obsługą języka *plpgsql* i zaimportować do niej zawartość 2 pobranych plików:

```
createdb nazwa_bazy
createlang plpgsql nazwa_bazy
psql -d nazwa_bazy -f /usr/share/postgresql-8.3-postgis/lwpostgis.sql
psql -d nazwa_bazy -f /usr/share/postgresql-8.3-postgis/spatial_ref_sys.sql
```

Do standardowych typów danych obsługiwanych przez PostgreSQL, PostGIS dodaje także typ *geometry* oraz *geography*. Służą one do zapisu współrzędnych (zarówno płaskich, jak i geograficznych/geodezyjnych) obiektów: punktów (POINT), linii (LINE STRING) i poligonów (POLYGON) oraz ich pochodnych MULTIPOINT, MULTILINE STRING, MULTIPOLYGON i GEOMETRYCOLLECTION.

Przykłady obiektów w zapisie tekstowym WKT (ang. Well-Known Text) zamieszczono poniżej:

- POINT(0 0) – pojedynczy punkt;
- POLYGON((0 0,4 0,4 4,0 4,0 0),(1 1, 2 1, 2 2, 1 2,1 1)) – poligon „z dziurą”;
- GEOMETRYCOLLECTION(POINT(2 3),LINESTRING(2 3,3 4)) – obiekt złożony z punktu i odcinka.

Oprócz zapisu tekstowego – czytelnego dla człowieka – geometria może być zapisywana w postaci binarnej WKB (Well-Known Binary):

010100000000000000000000F03F000000000000F03F (zapis punktu wraz z przypisanym mu układem współrzędnych).

Kolejnym elementem wprowadzonym przez PostGIS jest zestaw funkcji i operatorów przestrzennych, które można wykorzystywać w zapytaniach SQL do wprowadzania i przetwarzania danych przestrzennych w bazie. Funkcje pozwalają m.in. na pomiar odległości i powierzchni, wykonywanie operacji związanych z relacjami przestrzennymi (zawieranie, przecinanie się), łączenie lub podział obiektów geometrycznych.

Poniżej przedstawiono przykładowe zapytania SQL z wykorzystaniem funkcji PostGIS:

- SELECT nazwa, teryt, ST_Area(geometria) as powierzchnia FROM wojewodztwa – wyświetli obliczoną na podstawie kolumny geometria powierzchnię każdego województwa;
- SELECT * FROM dzialki WHERE ST_Within(geometria, ST_GeomFromText('POLYGON((20 51, 20 52, 21 51, 20 51))')) – wyświetli wszystkie działki znajdujące się wewnątrz podanego poligonu;
- SELECT ST_Buffer(geometria,50) FROM drogi WHERE numer=7 – utworzy i wyświetli 50 m bufor wokół wybranej drogi.

PostGIS dodaje do bazy danych Postgres specjalną tabelę (*spatial_ref_sys*) z definicjami układów współrzędnych, dzięki czemu możliwe

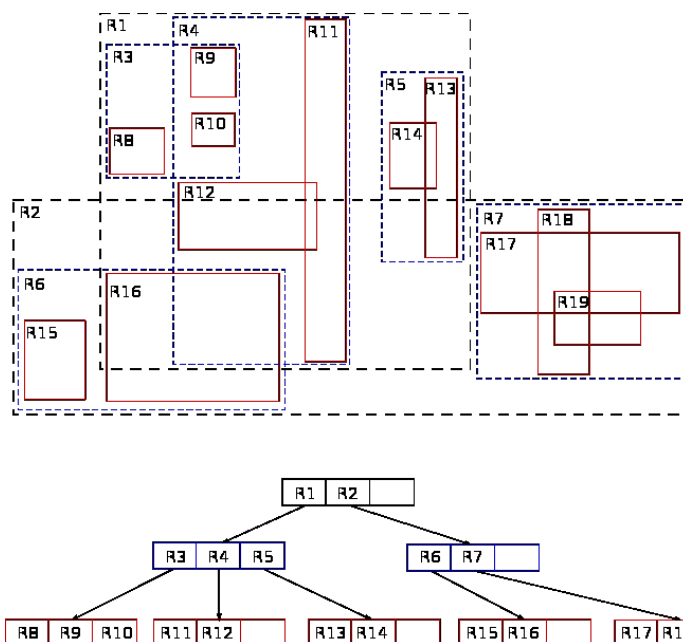
jest dokonywanie transformacji geometrycznych. Służy do tego celu funkcja *ST_Transform* a zapytanie ma postać:

UPDATE granice SET geometria92=ST_Transform(geometria,2180) – dokona transformacji geometrii do układu 1992 (oznaczany tu kodem EPSG:2180).

5.4.3 Indeksy przestrzenne

Bazy danych przestrzennych charakteryzują się zazwyczaj znacznymi rozmiarami – zawierają setki i tysiące obiektów, z których każdy składa się z kolejnych tysięcy punktów. W takich wypadkach nawet najprostsze zapytania przestrzenne muszą przetworzyć wielkie ilości danych, co przekłada się bezpośrednio na długi czas wykonywania/realizacji takiego zapytania. Dobrym przykładem jest zadanie mające na celu znalezienie spośród wszystkich działek w powiecie tych, znajdujących się na terenie wybranej gminy. Wymagałoby to sprawdzenia dla każdej z kilkudziesięciu tysięcy działek czy leży ona wewnątrz poligonu danej gminy (a zatem czy każdy punkt należący do granicy działki leży wewnątrz tego poligonu). Widać więc, że jest to zadanie bardzo pracochłonne, wymagające dużej mocy obliczeniowej.

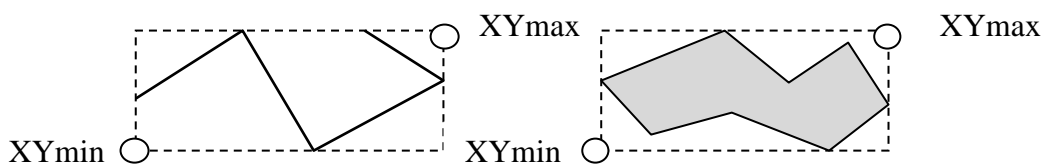
Zapytania mogą być jednak zoptymalizowane dzięki zastosowaniu indeksów przestrzennych oraz minimalnych prostokątów ograniczających (ang. *minimum bounding rectangle* – *MBR*, zwany też *bounding box*). Indeksy te w swym działaniu opierają się na specjalnych strukturach danych tzw. drzewach (ang. *tree*), pozwalających w łatwy sposób na przedstawienie hierarchii różnego typu obiektów. Poniżej przedstawiono przykład R-drzewa, w którym przestrzeń podzielona jest na mniejsze prostokątne fragmenty.



Rys. 33. R-drzewo, w którym przestrzeń podzielona jest na mniejsze prostokątne fragmenty.

Źródło: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:R-tree.svg>

Prostokąt ograniczający to najmniejszy możliwy prostokąt o bokach równoległych do osi układu współrzędnych (dzięki czemu może być przedstawiony w postaci 2 par współrzędnych-narożników), w którym w całości zawiera się dany obiekt. Na Rys. 33. przedstawiono przykład obiektowi odpowiadających im prostokątów.

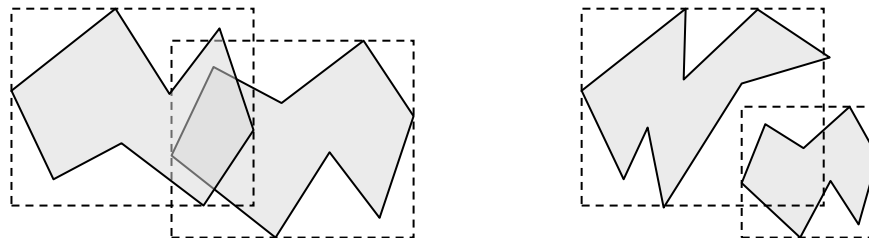


Rys. 34. Przykład obiektu liniowego oraz powierzchniowego wraz z prostokątami ograniczającymi.

Źródło: opracowanie własne.

Ze względu na prosty zapis (jedynie 2 punkty) prostokąty mogą być bezproblemowo przechowywane w bazie, a wszelkie operacje przestrzenne są łatwiejsze i szybsze do przeprowadzenia niż w przypadku właściwych (skomplikowanych) obiektów. We wszystkich analizach dotyczących przecinania lub zawierania się warunkiem koniecznym jest przecinanie się prostokątów ograniczających. Zatem dwa obiekty mają część wspólną tylko w wypadku, gdy część wspólną mają ich prostokąty. Nie jest to jednak warunek wystarczający –

możliwy jest bowiem przypadek, w którym prostokąty przecinają się ze sobą, ale same obiekty już nie – wtedy konieczne jest już szczegółowe sprawdzanie za pomocą odpowiednich algorytmów.



Rys. 35. Przypadek ogólny przecinania się prostokątów ograniczających (przecinają się również obiekty) oraz przypadek szczególny (obiekty nie przecinają się, choć istnieje wspólna część prostokątów).

Źródło: opracowanie własne.

W indeksie typu *R-tree* obiekty przestrzenne, do których zaliczamy linie i poligony są reprezentowane przez ich prostokąty ograniczające, a te z kolei uporządkowane są pod względem zawierania się jednego w drugim (prostokąty R8, R9 i R10 znajdują się wewnątrz R3, a ten wewnątrz R1 itd.). Dzięki znajomości tych relacji proces wyszukiwania staje się o wiele łatwiejszy i szybszy. W opisywanym przykładzie z działkami wystarczyłoby jedynie szczegółowe sprawdzenie części drzewa (gałęzi) za pomocą odpowiednich algorytmów operujących na współrzędnych obiektów, natomiast pozostałe mogłyby być z góry odrzucone jako nieposiadające części wspólnej.

Powyżej opisano przypadek 2-wymiarowy dla obiektów płaskich, natomiast wykorzystanie indeksów przestrzennych możliwe jest również dla brył 3-wymiarowych – sposób postępowania jest analogiczny, jedyną różnicą jest użycie prostopadłościanów ograniczających w miejsce prostokątów.

W bazie PostGIS zbudowanie indeksu przestrzennego jest bardzo proste i odbywa się za pomocą jednego polecenia:

- `CREATE INDEX nazwa_indeksu ON nazwa_tabeli USING gist(kolumna_geometrii);`
- Funkcja *gist* służy do stworzenia uniwersalnego indeksu opartego o strukturę drzewa (GiST - *Generalized Search Tree*), która dla danych przestrzennych wykorzystuje implementację *R-Tree*.

Wpływ indeksów przestrzennych na szybkość wykonywania zapytań jest szczególnie widoczny w przypadku wielkich zbiorów danych (tysiące i setki tysięcy obiektów geometrycznych), natomiast dla niewielkich baz jest niemal niezauważalny. Stworzone w czasie wektoryzacji warstwy składają się nie więcej niż kilkuset obiektów, dlatego aby pokazać korzyści płynące ze stosowania indeksów posłużono się bazą danych udostępnioną przez projekt OpenStreetMap. Wyniki przykładowych zapytań przedstawiono w Tab. 8.

Tab. 8. Porównanie szybkości wykonywania zapytań bez i z zastosowaniem indeksów przestrzennych.

Zapytanie	Średni czas wykonania bez indeksów przestrzennych	Średni czas wykonania z indeksami przestrzennymi	Różnica wydajności
<i>Wybór punktów w odległości od danego</i>	441 ms	44 ms	10x
<i>Wybór linii znajdujących się wewnątrz podanego prostokąta</i>	381 ms	83 ms	4,6x

5.4.4 Import danych

Stworzone w programie ArcGIS warstwy wektorowe zostały wyeksportowane do formatu geodatabazy MDB, a następnie wczytane w darmowej aplikacji QGIS. Przy użyciu specjalnej wtyczki Postgis Manager połączono się z bazą danych i wczytano poszczególne warstwy z pliku do odpowiednich tabel. Wtyczka ta pozwala w prosty sposób na import danych do bazy nawet niedoświadczonemu użytkownikowi, jako że na podstawie pliku sama tworzy odpowiednie bazy oraz tabele wraz z kolumnami. Po zakończonym imporcie dokonano kontroli poprawności struktury utworzonych tabel przy pomocy programu pgAdmin, służącego do zarządzania bazą PostgreSQL. W celu weryfikacji danych przestrzennych ponownie posłużono się pakietem QGIS – pozwala on bowiem na wyświetlanie danych bezpośrednio z bazy danych.

5.4.5 Mapserver

Mapserver to oprogramowanie do publikacji danych przestrzennych oraz prezentacji map na stronach internetowych. Projekt został rozpoczęty w połowie lat 90. XX wieku w USA na Uniwersytecie Minnesoty (*University of Minnesota*) we współpracy z amerykańską agencją kosmiczną NASA¹¹. W 1999 ukazała się wersja Mapserver 3 – zarazem pierwsza na licencji *open source*, a w 2001 r. do programu dodano wsparcie dla standardu WMS oraz obsługę bazy danych PostGIS¹². Obecnie nad programem pracuje około 20 programistów z całego świata, a ich prace koordynuje fundacja OSGeo (*The Open Source Geospatial Foundation*), natomiast kilkanaście organizacji oraz firm zapewnia fundusze na rozwój. Mapserver dostępny jest bezpłatnie, istnieją wersje dla systemów operacyjnych Windows, Mac OS, Linux i Solaris.

Najnowsza wersja Mapserver 5.6 to rozbudowane środowisko służące do udostępniania danych oraz budowy interaktywnych stron i aplikacji internetowych do szeroko pojętego *web-mappingu*. Poniżej przedstawiono listę najważniejszych funkcji i możliwości:

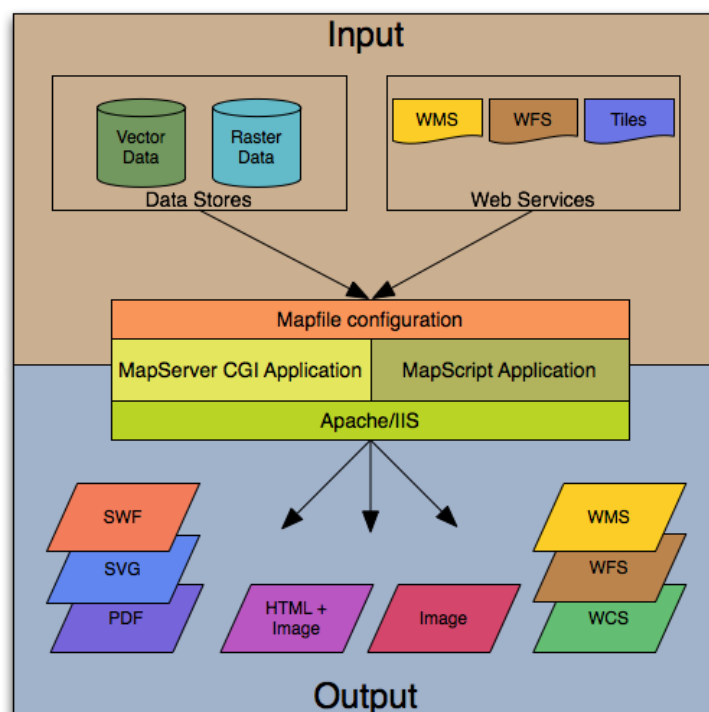
- Obsługa danych źródłowych w wielu formatach rastrowych i wektorowych, obsługa wielu baz danych;
- Udostępnianie danych w wielu formatach;
- Obsługa standardów OGC: WMS, WFS i WCS (serwer i klient) oraz SLD i GML;
- Transformacja danych między wieloma układami w czasie rzeczywistym (ang. *on-the-fly*);
- Zaawansowane możliwości prezentacji kartograficznej (symbolika zależna od skali i atrybutów, etykietowanie, dodawanie legendy, podziałki liniowej itp.);
- Rozbudowa programu przy pomocy MapScript i języków PHP, Python, Perl, Ruby, Java oraz .NET.

¹¹ <http://mapserver.org/about.html>

¹² <http://trac.osgeo.org/mapserver/wiki/MapServerHistory>

Tab. 9. Obsługiwane przez Mapserver 5.6 formaty danych.

Obsługiwane formaty danych		
rastrowe	wektorowe	Bazy danych
TIFF/GeoTIFF GIF PNG JPEG Erdas .LAN/.GIS GDAL ¹³	ESRI Shapefiles (SHP) MapInfo WFS GML ArcInfo DGN S57 ESRI Personal Geodatabase (MDB) KML - Keyhole Markup Language NTF SDTS USGS TIGER GPS Exchange Format (GPX) OGR ⁶	PostGIS/PostgreSQL MySQL Oracle Spatial ArcSDE Virtual Spatial Data (ODBC)



Rys. 36. Schemat działania Mapservera.

Źródło: <http://mapserver.org/introduction.html>

Z technicznego punktu widzenia Mapserver to aplikacja uruchamiana przez serwer HTTP (np. Apache) oraz szereg dodatkowych skryptów i plików. W pliku konfiguracyjnym Map zapisane są ustawienia poszczególnych warstw – zakres przestrzenny, źródła danych, symbolika, przedziały skalowe, układ współrzędnych itp. Kiedy użytkownik łączy się z serwerem, ten uruchamia

¹³ Poprzez bibliotekę GDAL/OGR możliwe jest dodanie kilkudziesięciu kolejnych formatów: http://www.gdal.org/formats_list.html, http://www.gdal.org/ogr/ogr_formats.html

aplikację mapserv, która na podstawie zapisów w konfiguracji oraz otrzymanego żądania tworzy odpowiednią mapę.

5.4.6 Instalacja i konfiguracja

Podobnie jak w przypadku PostgreSQL również Mapserver może być zainstalowany na wiele sposobów. Pewnym utrudnieniem jest fakt, że od sposobu instalacji zależą funkcje aplikacji. Obsługa niektórych formatów plików oraz dostępne usługi muszą być włączone przez użytkownika już na etapie instalacji. Ponadto sam program jest zależny od innych aplikacji zainstalowanych na komputerze. Jak wspomniano, Mapserver do działania wymaga programu – serwera HTTP. Równie ważne są biblioteki GDAL/OGR, pozwalające na obsługę kilkudziesięciu formatów rastrowych i wektorowych jako danych źródłowych, oraz biblioteka *proj4*, która jest wykorzystywana do transformacji współrzędnych. Dodatkowo mogą być wymagane kolejne biblioteki służące do tworzenia plików graficznych, związane z obsługą czcionek oraz połączeniami z bazami danych. Dlatego szczególnie dla systemów linuksowych nie jest możliwe opisanie jednego uniwersalnego sposobu instalacji Mapservera. Każdy przypadek wymaga indywidualnego podejścia i zaznajomienia się z dokumentacją, najczęściej konieczna jest samodzielna kompilacja ze źródeł. W systemie Windows sytuacja jest nieco łatwiejsza, bowiem istnieją gotowe rozwiązania, instalujące kompletne środowisko Mapservera – są to FWTools, OSGeo4W i MS4W.

5.4.7 Plik Map

Plik map to zwykły plik tekstowy. Jest podzielony na kilka sekcji, te zaś dzielą się dalej na pola. Koniec każdej sekcji oznaczony jest słowem kluczowym END. Znaki # służą do zamieszczania w pliku komentarzy, wszystkie wpisy znajdujące się w linii po # są ignorowane przez Mapserver.

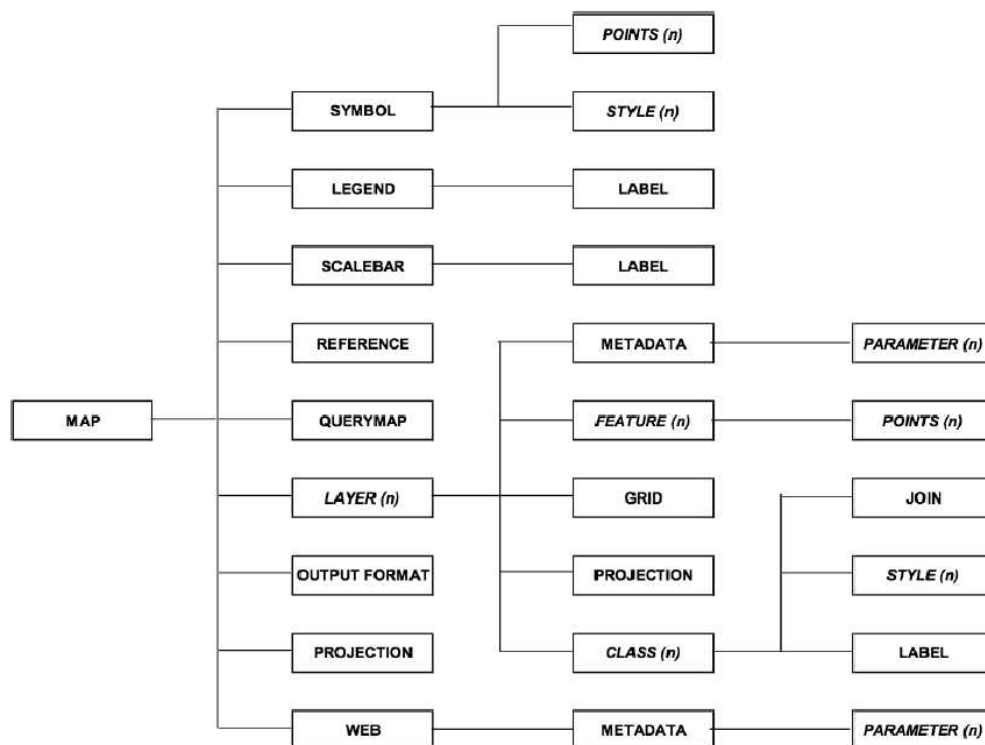
Przykładowy plik Mapservera wygląda następująco:

```
MAP
  NAME "sample"
  STATUS ON
  SIZE 600 400
  SYMBOLSET "../etc/symbols.txt"
  EXTENT -180 -90 180 90
  UNITS DD
  SHAPEPATH "../data"
  IMAGECOLOR 255 255 255
  FONTSET "../etc/fonts.txt"

  # Start of web interface definition
  WEB
    IMAGEPATH "/ms4w/tmp/ms_tmp/"
    IMAGEURL "/ms_tmp/"
  END

  # Start of layer definitions
  LAYER
    NAME "bathymetry"
    TYPE RASTER
    STATUS DEFAULT
    DATA "bath_mapserver.tif"
  END

  LAYER
    NAME "world_poly"
    DATA 'shapefile/countries_area.shp'
    STATUS ON
    TYPE POLYGON
    CLASS
      NAME 'The World'
      STYLE
        OUTLINECOLOR 0 0 0
      END
    END
  END # layer
END
```



Rys. 17. Struktura pliku MAP.

Źródło: Piotr Tokarz - praca magisterska KRAKÓW 2007.

Najważniejszą (i występującą tylko raz) sekcją w pliku jest *MAP*, w niej znajdują się wszystkie pozostałe elementy, które wymieniono poniżej:

- ANGLE [double] – kąt obrotu mapy w stopniach;
- CONFIG [key] [value] – ustawienia dodatkowych opcji np. ścieżka dostępu do definicji układów współrzędnych;
- DATAPATTERN [regular expression];
- DEBUG [off|on|0|1|2|3|4|5] – ustawienie poziomu raportowania błędów;
- EXTENT [minx] [miny] [maxx] [maxy] – zasięg przestrzenny mapy;
- FONTSET [filename] – plik z zestawem czcionek używanym do tworzenia etykiet;
- IMAGECOLOR [r] [g] [b] – kolor tła mapy;

-
- `IMAGETYPE` [gif|png|jpeg|wbmp|gtiff|swf|userdefined] – format pliku graficznego z wygenerowaną mapą;
 - `LAYER` – początek sekcji;
 - `LEGEND` – początek sekcji;
 - `MAXSIZE` [integer] – maksymalny rozmiar mapy w pikselach;
 - `NAME` [name] – nazwa mapy;
 - `PROJECTION` – początek sekcji;
 - `QUERYMAP` – początek sekcji;
 - `REFERENCE` – początek sekcji;
 - `RESOLUTION` [int] – rozdzielczość mapy w dpi;
 - `SCALEDENOM` [double] – mianownik skali mapy;
 - `SCALEBAR` – początek sekcji;
 - `SHAPEPATH` [filename] – ścieżka do katalogu, w którym umieszczone są pliki SHP;
 - `SIZE` [x][y] – rozmiar mapy w pikselach;
 - `STATUS` [on|off] – pozwala włączyć/wyłączyć mapę;
 - `SYMBOLSET` [filename] – plik z zestawem symboli kartograficznych;
 - `SYMBOL` – początek sekcji;
 - `TEMPLATEPATTERN` [regular expression];
 - `UNITS` [feet|inches|kilometers|meters|miles|nauticalmiles|dd] – jednostka miary używana na mapie;
 - `WEB` – początek sekcji WEB.

Sekcja *LAYER* odpowiada za poszczególne warstwy danych. Może ona występować wielokrotnie w ramach nadrzędnej sekcji MAP. Elementy składowe wymieniono poniżej:

- `CLASS` – początek sekcji;

-
- CLASSITEM [attribute] – nazwa kolumny w tabeli atrybutów używana do klasyfikacji obiektów;
 - CLASSGROUP [string];
 - CONNECTION [string] – konfiguracja połączenia z bazą danych (baza, użytkownik, hasło itp.);
 - CONNECTIONTYPE [local|sde|ogr|postgis|oraclespatial|wms|wfs|plugin] – rodzaj połączenia;
 - DATA [filename][[sde parameters][[postgis table/column][oracle table/column] – plik z danymi lub nazwa tabeli/kolumny w bazie danych;
 - DEBUG [off|on|0|1|2|3|4|5] – ustawienie poziomu raportowania błędów;
 - DUMP [true|false] – włączenie udostępniania danych w formacie GML (przydatne przy zapytaniu *GetFeatureInfo* WMS, wymagane dla działania WFS);
 - EXTENT [minx] [miny] [maxx] [maxy] – zasięg przestrzenny warstwy;
 - FEATURE – początek sekcji;
 - FILTER [string] – wyrażenie używane do filtrowania danych według atrybutów;
 - FILTERITEM [attribute] – nazwa atrybutu (kolumny) użytej do filtrowania;
 - FOOTER [filename] – plik z szablonem stopki (używane przy *GetFeatureInfo*);
 - GRID – początek sekcji;
 - GROUP [name] – nazwa grupy, do której należy warstwa;
 - HEADER [filename] – plik z szablonem nagłówka (używane przy *GetFeatureInfo*);

-
- JOIN – początek sekcji;
 - LABELCACHE [on|off];
 - LABELITEM [attribute] – atrybut, z którego tworzone są etykiety;
 - LABELMAXSCALEDENOM [double] – największy mianownik skali, przy której wyświetlane są etykiety;
 - LABELMINSCALEDENOM [double] – najmniejszy mianownik skali, przy której wyświetlane są etykiety;
 - LABELREQUIRES [expression];
 - MAXFEATURES [integer] – maksymalna liczba obiektów znajdujących się na mapie;
 - MAXGEOWIDTH [double];
 - MAXSCALEDENOM [double] - największy mianownik skali, przy której warstwa jest widoczna;
 - METADATA – początek sekcji;
 - MINGEOWIDTH [double];
 - MINSCALEDENOM [double] - najmniejszy mianownik skali, przy której warstwa jest widoczna;
 - NAME [string] – nazwa warstwy;
 - OFFSITE [r] [g] [b] – kolor na rastrze traktowany jako przezroczysty;
 - OPACITY [integer|alpha] – stopień przezroczystości warstwy;
 - PLUGIN [filename];
 - POSTLABELCACHE [true|false];
 - PROCESSING [string] – dodatkowe opcje związane z przetwarzaniem rastrow i połączeniami z bazą danych;
 - PROJECTION – początek sekcji;
 - REQUIRES [expression];

- **SIZEUNITS**
[pixels|feet|inches|kilometers|meters|miles|nauticalmiles] – jednostki warstwy;
- **STATUS** [on|off|default] – włączenie/wyłączenie warstwy;
- **STYLEITEM** [attribute];
- **SYMBOLSCALEDENOM** [double] – mianownik skali, przy której symbol będzie wyświetlony w pełnym rozmiarze (użyteczne przy dynamicznym skalowaniu obiektów);
- **TEMPLATE** [file|url] – plik z szablonem (używane przy *GetFeatureInfo*);
- **TILEINDEX** [filename|layername] – plik z indeksem plików źródłowych;
- **TILEITEM** [attribute];
- **TOLERANCE** [double] – dokładność zapytań punktowych (*GetFeatureInfo*);
- **TOLERANCEUNITS**
[pixels|feet|inches|kilometers|meters|miles|nauticalmiles|dd];
- **TRANSFORM** [true|false ul|uc|ur|lc|cc|lr||lc|lr];
- **TYPE** [point|line|polygon|circle|annotation|raster|query|chart] – określa typ danych i sposób ich rysowania;
- **UNITS**
[feet|inches|kilometers|meters|miles|nauticalmiles|dd|pixels|percent ages] – jednostki warstwy.

W sekcji **CLASS** znajdują się definicje klas stylów używanych do prezentacji danych na mapie. **CLASS** może występować wielokrotnie w ramach sekcji **LAYER**. Jej elementy wymieniono poniżej:

- **BACKGROUND**COLOR [r] [g] [b] – kolor rysowania wypełnienia;
- **COLOR** [r] [g] [b] – kolor rysowania symbolu;

-
- DEBUG [on|off];
 - EXPRESSION [string] – wyrażenie kwalifikujące obiekty do klasy na podstawie atrybutu;
 - GROUP [string] – nazwa grupy klas;
 - KEYIMAGE [filename] – plik z symbolem klasy umieszczany w legendzie;
 - LABEL – początek sekcji;
 - MAXSCALEDENOM [double] – maks. mianownik skali, przy której klasa będzie widoczna;
 - MAXSIZE [integer] – maksymalny rozmiar symbolu;
 - MINSCALEDENOM [double] - min. mianownik skali, przy której klasa będzie widoczna;
 - MINSIZE [integer] – minimalny rozmiar symbolu w pikselach;
 - NAME [string] – nazwa klasy;
 - OUTLINECOLOR [r] [g] [b] – kolor rysowania konturu;
 - SIZE [integer] – rozmiar symbolu;
 - STATUS [on|off];
 - STYLE – początek sekcji;
 - SYMBOL [integer|string|filename] – symbol używany do rysowania obiektów;
 - TEMPLATE [filename] – plik z szablonem (używane przy GetFeatureInfo);
 - TEXT [string] – tekst używany do etykietowania obiektów.
 - Sekcja STYLE odpowiada za sposób rysowania obiektów na mapie (kolor, grubość linii, symbol graficzny), może występować więcej niż raz, jest podrzędna do sekcji CLASS. Jej składowe wymieniono poniżej:

-
- ANGLE [double|attribute|AUTO] – kąt obrotu symbolu lub szrafury;
 - ANTIALIAS [true|false] – wygładzanie symboli;
 - BACKGROUNDCOLOR [r] [g] [b] – kolor wypełnienia symbolu;
 - COLOR [r] [g] [b] | [attribute] – kolor symbolu;
 - GAP [int] – odstęp pomiędzy symbolami w pikselach;
 - GEOMTRANSFORM [start|end|vertices|bbox|centroid];
 - LINECAP [butt|round|square|triangle] – sposób kończenia symboli liniowych;
 - LINEJOIN [round|miter|bevel] - sposób łączenia symboli liniowych;
 - LINEJOINMAXSIZE [int];
 - MAXSIZE [double] – maksymalny rozmiar symbolu;
 - MAXWIDTH [double] – maksymalna szerokość linii;
 - MINSIZE [double] – minimalny rozmiar symbolu;
 - MINWIDTH [double] – minimalna szer. linii;
 - OFFSET [x][y] – przesunięcie symbolu w pikselach;
 - OPACITY [integer|attribute] – stopień przezroczystości symbolu;
 - OUTLINECOLOR [r] [g] [b] | [attribute] – kolor konturu;
 - PATTERN [num on] [num off] [num on] ... END – definicja linii przerywanej;
 - SIZE [double|attribute] – rozmiar symbolu w pikselach;
 - SYMBOL [integer|string|filename|attribute] – symbol obiektu;
 - WIDTH [double|attribute] – szerokość linii.

Obok sekcji STYLE w CLASS może występować również LABEL, gdzie znajdują się definicje etykiet:

-
- ALIGN [left|center|right] – wyrównanie dla etykiet wielowierszowych;
 - ANGLE [double|auto|follow|attribute] – kąt obrotu etykiety;
 - ANTIALIAS [true|false] – wygładzanie tekstu;
 - BACKGROUNDCOLOR [r] [g] [b] – kolor tła;
 - BACKGROUNDSHADOWCOLOR [r] [g] [b] – kolor cienia pod tłem;
 - BACKGROUNDSHADOWSIZE [x][y] – rozmiar cienia pod tłem;
 - BUFFER [integer] – odstęp między etykietami w pikselach;
 - COLOR [r] [g] [b] | [attribute] – kolor napisu;
 - ENCODING [string] – kodowanie tekstu;
 - FONT [name|attribute] – nazwa czcionki;
 - FORCE [true|false] – wymuszenie wyświetlania etykiet bez względu na ich kolizje i nakładanie;
 - MAXLENGTH [integer] – maksymalna długość pojedynczej linii napisu;
 - MAXSIZE [double] – maksymalny rozmiar czcionki napisu;
 - MINDISTANCE [integer] – minimalny odstęp między powtórzonymi etykietami w pikselach;
 - MINFEATURESIZE [integer|auto] – minimalny rozmiar obiektu, dla którego wyświetlana jest etykieta;
 - MINSIZE [double] - minimalny rozmiar czcionki napisu;
 - OFFSET [x][y] – przesunięcie napisu względem obiektu;
 - OUTLINECOLOR [r] [g] [b] | [attribute] – kolor obrysu;
 - OUTLINEWIDTH [integer] – szerokość obrysu;
 - PARTIALS [true|false] – wyświetlanie uciętych etykiet na brzegu mapy;

- POSITION [ul|uc|ur|cl|cc|cr|ll|lc|lr|auto] – położenie napisu względem obiektu;
- PRIORITY [integer][item_name][attribute] – priorytet wyświetlania etykiet;
- REPEATDISTANCE [integer];
- SHADOWCOLOR [r] [g] [b] – kolor cienia pod napisem;
- SHADOWSIZE [x][y] – rozmiar cienia;
- SIZE [double][tiny|small|medium|large|giant][attribute] – wielkość czcionki;
- TYPE [bitmap|truetype] – typ czcionki;
- WRAP [character] – znak nowej linii.

Aby możliwe było korzystanie z danych w różnych układach oraz wykonywanie pomiędzy nimi transformacji konieczne jest zdefiniowanie źródłowego układu w sekcji *PROJECTION*. Sekcja ta może być umieszczona w sekcji MAP (wspólny układ dla wszystkich warstw) lub LAYER (różne układy dla różnych warstw). Istnieją dwa sposoby ustawienia układu:

poprzez podanie kodu EPSG:

```
PROJECTION
  "init=epsg:26915"
END
```

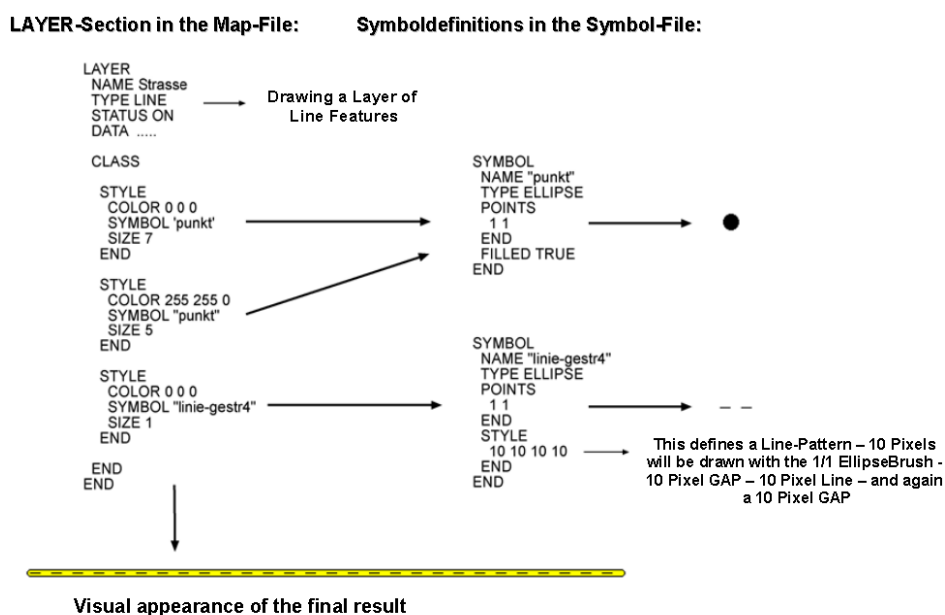
poprzez podanie pełnej definicji:

```
PROJECTION
  "proj=utm"
  "ellps=GRS80"
  "datum=NAD83"
  "zone=15"
  "units=m"
  "north"
  "no_defs"
END
```

Kod EPSG jest wygodniejszy i zmniejsza możliwość pomyłek podczas tworzenia pliku Map, ale w pewnych przypadkach (plik z dużą liczbą warstw) sposób ten może być mało wydajny, bowiem wymaga on odwołania się przez

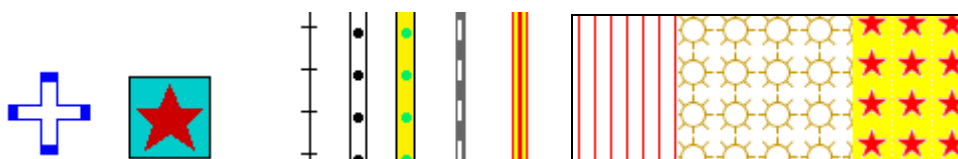
Mapserver do zewnętrznego pliku z pełnymi definicjami EPSG i wyszukania odpowiedniego wpisu, co zabiera niewielką ilość czasu.

Możliwości Mapservera w aspekcie prezentacji danych wektorowych są bardzo rozbudowane. Obiekty na mapie mogą być wyświetlane przy pomocy wielu metod: od prostych symboli powierzchniowych, liniowych i punktowych po skomplikowane sygnatury, wzory i wypełnienia. Co więcej, pojedyncze proste elementy graficzne mogą być grupowane i łączone ze sobą, dzięki czemu możliwe jest wykonanie złożonych form kartograficznych. Niezwykle ważne jest to, że wszystkie symbole (ich kształt, kolor, wielkość, położenie itp.) mogą być automatycznie zmieniane w zależności od skali oraz atrybutów obiektów, co pozwala na pełną kontrolę nad sposobem wyświetlania mapy tak, aby zawsze była nie tylko czytelna, ale również i estetyczna.



Rys. 38. Przykład konstruowania złożonych symboli w pliku MAP.

Źródło: <http://mapserver.org/mapfile/symbology/construction.html>



Rys. 39. Przykłady złożonych symboli punktowych, liniowych i powierzchniowych.

Źródło: <http://mapserver.org>

5.4.8 Mapserver i PostGIS

Korzystanie z danych umieszczonych w bazie PostGIS jest bardzo łatwe i praktycznie nie różni się od przypadku z plikami typu *Shapefile* umieszczonymi bezpośrednio na dysku. Najważniejsze są 3 parametry w sekcji LAYER w pliku MAP, dotyczące połączenia z odpowiednią tabelą w bazie, możliwe jest też zastosowanie opcjonalnego warunku FILTER:

```
LAYER
...
CONNECTIONTYPE POSTGIS
CONNECTION "host=adres_bazy dbname=nazwa_bazy user=uzytownik password=haslo
port=port"
DATA "geometria from tabela"
FILTER "atrybut1 = 'wartosc1' and atrybut2 >= wartosc2"
...
END
```

Wszystkie pozostałe elementy (np. style wyświetlania) w konfiguracji warstwy pozostają wspólne.

Wyrażenia w polu DATA i FILTER to fragmenty zapytania SQL wysyłanego do serwera PostGIS, automatycznie uzupełnianego przez Mapserver do pełnej postaci:

```
SELECT geometria from tabela WHERE geometria &&
'BOX3D(1423141 1512324 1513214 1652151)::box3d AND atrybut1 =
'wartosc1' and atrybut2 >= wartosc2
```

Warunek WHERE służy do wybrania jedynie tych obiektów z bazy, które znajdują się na wybranym przez użytkownika obszarze (wewnątrz prostokąta ograniczającego). Wyniki zapytania są wysyłane następnie do Mapservera.

Na powyższym przykładzie widać, że komunikacja i wymiana danych pomiędzy PostGISem a Mapserverem odbywa się za pomocą standardowych metod. Z tego powodu wszystkie sposoby optymalizacji zapytań odnoszą się również do tego przypadku. Najważniejsze jest założenie indeksów przestrzennych w bazie (omówione w poprzednim podrozdziale), pozwalające na znaczne skrócenie generowania odpowiedzi przez PostGIS. Od strony Mapservera nie jest konieczna żadna modyfikacja w plikach konfiguracyjnych, aby skorzystać

z indeksów przestrzennych. Możliwe jest natomiast wpisanie dodatkowych parametrów w polu DATA:

```
DATA " geometria from tabela USING UNIQUE id USING SRID=4326"
```

USING UNIQUE [nazwa kolumny] informuje Mapserver o tym, która kolumna w tabeli jest unikalna i może być traktowana jako klucz główny, natomiast USING SRID=[kod EPSG] wskazuje na układ współrzędnych danych znajdujących się w bazie. Bez podania tych informacji Mapserver musi wykonać kilka zapytań do bazy, aby ustalić wartości wspomnianych parametrów. Zapytania te wysyłane byłyby przy każdym żądaniu wygenerowania mapy ze strony użytkownika, co przy wielu użytkownikach przekładałoby się na zwiększone obciążenie i dłuższy czas odpowiedzi serwera.

Wielką zaletą przechowywania danych w bazie zamiast w plikach jest możliwość łączenia obiektów z różnych tabel lub też selekcja jedynie wybranych, a następnie użycia ich jako źródła warstwy w Mapserverze. Pole DATA pozwala na wpisywanie nawet bardzo skomplikowanych poleceń SELECT – poniżej przedstawiono przykład połączenia danych z dwóch oddzielnych tabel.

```
DATA " geometria FROM (SELECT t1.geometria, t2.geometria FROM tabela1 t1, tabela t2) AS  
SUBQUERY"
```

5.4.9 Obsługa WMS i WFS

Mapserver może działać jako serwer usług OGC (WMS, WFS i WCS), a także ich klient (tylko WMS i WFS). W trybie serwera udostępnia on dane użytkownikom, natomiast w trybie klienta sam potrafi łączyć się z innymi serwerami, by pobrać z nich dane i udostępnić je dalej. Dzięki takiemu podwójnemu trybowi działania możliwe jest zbudowanie tzw. serwera kaskadowego. Umożliwia on łączenie i transformację danych z wielu źródeł (serwerów), a następnie stworzenie jednej spójnej mapy.

Włączenie obsługi standardów OGC odbywa się dwuetapowo:

- odpowiednia konfiguracja programu na etapie instalacji/kompilacji oraz istnienie wymaganych bibliotek dodatkowych w systemie,

- dodanie odpowiednich wpisów w pliku map.

WMS

WMS wymaga dodania następujących elementów:

- w sekcji MAP:

- NAME – nazwa głównej warstwy w *GetCapabilities*;
- PROJECTION – źródłowy układ współrzędnych;
- WEB (Metadata):

wms_title – tytuł głównej warstwy w *GetCapabilities*;

wms_onlineresource – adres URL usługi;

wms_srs – układy współrzędnych w jakich udostępniane są dane;

- w sekcji LAYER:

- NAME – nazwa danej warstwy w *GetCapabilities*;
- PROJECTION – źródłowy układ współrzędnych warstwy;
- METADATA:

wms_title – tytuł danej warstwy w *GetCapabilities*;

wms_srs - układy współrzędnych w jakich udostępniane są dane z warstwy;

- STATUS;
- TEMPLATE - szablon (wymagany przez zapytania *GetFeatureInfo*);
- DUMP TRUE (wymagany przez zapytania *GetFeatureInfo* w formacie GML).

Poniżej przykład pliku map dla WMS¹⁴:

```
NAME "WMS-test"
STATUS ON
```

¹⁴ http://mapserver.org/ogc/wms_server.html

```

SIZE 400 300
SYMBOLSET ../etc/symbols.sym
EXTENT -2200000 -712631 3072800 3840000
UNITS METERS
SHAPEPATH "../data"
IMAGECOLOR 255 255 255
FONTSET ../etc/fonts.txt

WEB
IMAGEPATH "/ms4w/tmp/ms_tmp/"
IMAGEURL "/ms_tmp/"
METADATA
"wms_title" "WMS Demo Server" ##required
"wms_onlineresource" "http://yourpath/cgi-bin/mapserv.exe?" ##adres naszego serwera WMS
"wms_srs" "EPSG:42304 EPSG:42101 EPSG:4269 EPSG:4326" ##recommended
END
END

PROJECTION
"init=epsg:42304" ##required
END

LAYER #warstwa wektorowa z pliku SHP
NAME "park"
METADATA
"wms_title" "Parks" ##required
END
TYPE POLYGON
STATUS OFF
DATA park
PROJECTION
"init=epsg:42304" ##recommended
END
CLASS
NAME "Parks"
STYLE
COLOR 200 255 0
OUTLINECOLOR 120 120 120
END
END
END # Layer

LAYER #warstwa korzystająca z danych na innym serwerze WMS
NAME "prov_bound"
TYPE RASTER
STATUS ON
CONNECTION "http://www2.dmsolutions.ca/cgi-bin/mswms_gmap?" #adres źródłowego serwera
WMS
CONNECTIONTYPE WMS
METADATA
"wms_srs" "EPSG:42304"
"wms_name" "prov_bound"
"wms_server_version" "1.1.1"
"wms_format" "image/gif"
END
END
END # Map File

```

Sprawdzenie działania usługi można wykonać poprzez zapytanie GetCapabilities – wyróżnić w nim można 3 elementy: adres serwera

internetowego wraz ze ścieżką dostępu do aplikacji mapserv, parametr z lokalizacją pliku konfiguracyjnego map oraz parametry wymagane przez standard WMS.

```
http://my.host.com/cgi-  
bin/mapserv?map=mywms.map&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetCapabilities
```

Odpowiedzią na zapytanie powinien być plik XML zawierający listę warstw i ich metadane.

Kolejnym zapytaniem jest GetMap:

```
http://my.host.com/cgi-  
bin/mapserv?map=mywms.map&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetMap&LAYERS=prov_bound&STYLES=&SRS=EPSG:4326&BBOX=-173.537,35.8775,-81.9603,83.8009&WIDTH=400&HEIGHT=300&FORMAT=image/png
```

Wymagane parametry to:

- VERSION – wersja standardu (1.0.0, 1.1.0, 1.1.1, 1.3.0);
- REQUEST=GetMap;
- LAYERS – lista warstw oddzielona przecinkami;
- STYLES – lista stylów;
- SRS – układ współrzędnych (kod EPSG);
- BBOX=minx,miny,maxx,maxy – zakres przestrzenny widoku mapy;
- WIDTH – szerokość obrazka w pikselach;
- HEIGHT – wysokość obrazka w pikselach;
- FORMAT – format pliku graficznego (image/png, image/jpeg itp.).

Odpowiedzią na zapytanie jest plik graficzny z widokiem mapy.

Powyższe dwa zapytania muszą być koniecznie obsługiwane przez każdy serwer WMS. Dodatkowo istnieją zapytania opcjonalne – *GetFeatureInfo*,

GetLegendGraphic i *DescribeLayer* – decyzja o ich włączeniu zależy jedynie od administratora danego serwisu.

Polecenie *GetFeatureInfo* służy do identyfikacji obiektu (lub obiektów), znajdujących się na mapie w określonym punkcie. Po pobraniu mapy (*GetMap*) użytkownik może zapytać o wybrany piksel otrzymanego obrazka. W odpowiedzi serwer (w zależności od ustawień) dla danych wektorowych wysyła tabelę atrybutów obiektu znajdującego się w danym miejscu, a dla danych rastrowych np. wartości składowych RGB.

Przykład zapytania:

```
http://my.host.com/cgi-bin/mapserv?map=mywms.map&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&REQUEST=GetFeatureInfo&LAYERS=prov_bound&STYLES=&SRS=EPSG:4326&BBOX=-173.537,35.8775,-81.9603,83.8009&WIDTH=400&HEIGHT=300&FORMAT=image/png&QUERY_LAYERS=popplace&x=305&y=200&INFO_FORMAT=text/html
```

GetFeatureInfo ma podobną postać do *GetMap*, różni się jedynie 4 dodatkowymi parametrami:

- QUERY_LAYERS – listwa warstw, których dotyczy zapytanie;
- X, Y – współrzędne wybranego punktu (są to współrzędne ekranowe obrazka wyrażone w pikselach, a nie współrzędne geograficzne);
- INFO_FORMAT – format odpowiedzi (plik tekstowy, strona HTML, plik GML).

Do działania *GetFeatureInfo* w Mapserverze konieczne jest umieszczenie w pliku Map pola TEMPLATE w sekcji LAYER. Dla formatu odpowiedzi HTML należy dodać również HEADER i FOOTER, a dla GML ustawić DUMP true. Szablon (TEMPLATE) to oddzielny plik, w którym można ustalić formę i treść odpowiedzi (np. wybrane atrybuty/kolumny).

LAYER	NAME las TEMPLATE „template_las.html” ...	<!-- MapServer Template --> Lasy: <table border=1> <tr> <th width=100>lesnictwo</th><th
END		

```

width=100>obreb</th><th
width=100>oddzial</th>
</tr>
<tr>
<td>[lesnictwo]</td>
<td>[obreb]</td>
<td>[item name="oddz" precision="0"
commify="2" format="$value"]</td>
</tr>
</table>

```

Lasy:		
lesnictwo	obreb	oddzial
4	0	199

Rys. 40. Fragment pliku map, szablon pliku odpowiedzi oraz gotowa odpowiedź *GetFeatureInfo*.

Źródło: opracowanie własne.

WFS

Włączenie usługi WFS odbywa się w podobny sposób, co w przypadku WMS. Wymagane jest spełnienie następujących warunków:

- Źródłem danych jest plik wektorowy (SHP) lub baza (PostGIS);
- Warstwa ma ustawioną nazwę (LAYER – NAME);
- Warstwa jest typu punktowego, liniowego lub powierzchniowego (LAYER – TYPE: POINT, LINE, POLYGON);
- Pole DUMP ma ustawioną wartość *true*;
- Ustawiony jest tytuł serwisu (parametr „wfs_title” w sekcji MAP – WEB – METADATA) oraz tytuły poszczególnych warstw;
- Ustawione jest pole służące jako identyfikator („gml_featureid” w LAYER - METADATA).

Poniżej fragment przykładowego pliku Map z włączoną usługą WFS:

```

LAYER
NAME "province"
METADATA
"wfs_title" "Provinces" ## REQUIRED
"gml_featureid" "ID" ## REQUIRED
"gml_include_items" "all" ## Optional (serves all attributes for layer)
END
TYPE POLYGON
STATUS ON
DATA province
PROJECTION
"init=epsg:42304"
END

```

```
DUMP TRUE    ## REQUIRED
...
END
```

Podobnie jak w WMS także WFS posiada żądanie *GetCapabilities*, różni się ono jedynie parametrem SERVICE:

```
http://my.host.com/cgi-
bin/mapserv?map=mywms.map&SERVICE=WFS&VERSION=1.0.0&REQUEST=
getcapabilities
```

Odpowiednikiem *GetMap* jest *GetFeature*. Oprócz typowych zapytań o obiekty znajdujące się wewnątrz wybranego prostokąta ograniczającego:

```
...&service=wfs&version=1.1.0&request=getfeature&typename=dzialki
&bbox=586983.8,272526.2,587983.8,272626.2&srs=EPSG:2180
```

pozwała ono na pobranie wszystkich danych znajdujących się w warstwie (bez podawania jakichkolwiek współrzędnych):

```
...&service=wfs&version=1.1.0&request=getfeature&typename=dzialki
```

lub jedynie obiektów o określonych wartościach atrybutów:

```
...&service=wfs&version=1.1.0&request=getfeature&typename=dzialki
&Filter=<Filter><And><PropertyIsEqualTo><PropertyName>numer</Property
Name><Literal>'23/1'</Literal></PropertyIsEqualTo><PropertyIsEqualTo><Pro
pertyName>obreb</PropertyName><Literal>'320302_4.0004'</Literal></Propert
yIsEqualTo></And></Filter>
```

Jako filtr mogą służyć również operatory przestrzenne takie jak zawieranie się, przecinanie się, odległość od obiektu itp.

Wyjątkowym dla WFS żądaniem jest *DescribeFeatureType*, zwracającym w ramach odpowiedzi strukturę danych w postaci listy kolumn wraz z ich nazwami i typami (tekst, liczba):

```
...?REQUEST=describeFeatureType&SERVICE=WFS
```


5.6 OpenLayers

OpenLayers to biblioteka JavaScript, służąca do wyświetlania map i różnego rodzaju danych przestrzennych w przeglądarce internetowej. Udostępnia ona twórcom stron WWW zestaw funkcji, dzięki którym możliwe jest zbudowanie interaktywnych interfejsów mapowych.

Oprogramowanie zostało opracowane przez amerykańską firmę MetaCarta w 2006 jako *open-source*'owy odpowiednik komercyjnego rozwiązania Google Maps API¹⁵. Obecnie firma ta nadal uczestniczy w pracach nad projektem, jednak główny nadzór nad rozwojem OpenLayers ma fundacja OSGeo.

Biblioteka pozwala w łatwy sposób na dodanie do każdej strony internetowej okna z mapą i narzędziami do nawigacji. Możliwe jest prezentowanie danych lokalnych oraz pochodzących z usług sieciowych, zarówno rastrowych, jak i wektorowych.

W poniższej tabeli przedstawiono obsługiwane formaty i protokoły.

raster	wektor
ArcIMS, ArcGIS Rest	
Google Maps	
KaMap	
MapGuide	GeoRSS
Mapserver	GML
OpenStreetMap	GPX
Tilecache, TMS, WMTS	KML
WMS	GeoJSON
Virtual Earth (Bing Maps)	OSM
WorldWind	WKT
Zoomify	WFS
Yahoo! Maps	
Pliki JPEG, PNG, GIF, BMP	

OpenLayers pozwala na użycie danych w różnych odwzorowaniach, a w przypadku danych wektorowych istnieje możliwość ich transformacji w czasie rzeczywistym (ang. *on-the-fly*), możliwe jest również łączenie wielu źródeł mapowych na jednej stronie.

¹⁵ <http://trac.openlayers.org/wiki/History>

Wśród narzędzi wchodzących w skład biblioteki znaleźć można:

- Przyciski przesuwania mapy, pasek przybliżania;
- Wyświetlanie skali i podziałki;
- Wyświetlanie listy warstw;
- Wyświetlanie współrzędnych, siatki geograficznej/kartograficznej;
- Pomiar odległości i powierzchni na mapie;
- Rysowanie nowych obiektów: punktów, linii, poligonów.

Wymienione funkcjonalności mogą być dodawane do strony z mapą w zależności od potrzeb. Pozwala to na budowanie geoportalu niejako „z klocków”, dokładając nowe elementy do istniejącej konstrukcji. Z narzędziem rysowania wiąże się jeszcze jedna, bardzo ważna funkcja – OpenLayers pozwala nie tylko na oglądanie mapy, ale również w pewnym stopniu na jej edycję i tworzenie. Możliwe jest bowiem wysłanie narysowanego na stronie obiektu do serwera i umieszczenie go w bazie danych.

5.6.1 GeoExt

Przy budowie geoportalu dla BPN obok samej biblioteki OpenLayers wykorzystano również rozszerzenie GeoExt. Jest to zbiór pomocniczych bibliotek oraz tzw. widżetów, pozwalających na tworzenie rozbudowanych pod względem technicznym i wizualnym stron WWW. GeoExt używa funkcji OpenLayers w celach pobierania i przetwarzania danych przestrzennych (treść strony z mapą), natomiast cały interfejs użytkownika w postaci okien dialogowych, przycisków itp. (forma strony) jest realizowany przy pomocy biblioteki ExtJS.

Wszystkie opisane rozwiązania (OpenLayers, GeoExt, ExtJS) są dostępne bezpłatnie i na licencji typu *open source*.

5.6.2 HTML, JavaScript i AJAX

HTML czyli *HyperText Markup Language* (język znaczników hipertekstu) to język służący do tworzenia stron internetowych. Pozwala on na zaprezentowanie dokumentów tekstowych w odpowiednim układzie i formatowaniu (wielkość i krój czcionki, nagłówki, akapity, listy itp.), umożliwiając jednocześnie osadzenie w strukturze dokumentu dodatkowych obiektów, takich jak: obrazki, animacje i formularze. Do interpretacji kodu służą odpowiednie programy, czyli przeglądarki internetowe.

Należy podkreślić, że HTML nie jest językiem programowania – nie istnieją w nim funkcje czy operatory matematyczne – jest to język znacznikowy, a więc opisujący dany dokument za pomocą dodatkowych informacji - znaczników (tzw. *tagów*). Znaczniki te pozwalają określić wygląd lub znaczenie opisanego nimi fragmentu tekstu. W przypadku HTML znaczniki opatrzone są nawiasami ostrymi:

`tekst pogrubiony` `<u>tekst podkreślony</u>` `<title>Tytuł</title>`

W dokumencie HTML możliwe jest natomiast umieszczanie (w tagu `<script></script>`) kodu JavaScript. JavaScript to skryptowy język oprogramowania, służący głównie do wzbogacania treści stron internetowych i umożliwiający dynamiczne reagowanie na działania użytkownika. Kod jest interpretowany przez przeglądarkę – JavaScript może kontrolować jej zachowanie (w ograniczonym stopniu), może też niemal dowolnie zmieniać treść strony HTML, z poziomu której jest wywoływany.

AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*, asynchroniczny JavaScript i XML) to technika służąca do komunikacji pomiędzy stroną HTML (klient) a serwerem w sposób asynchroniczny, tj. bez konieczności ponownego załadowywania/ wczytania całej strony. W tradycyjnym sposobie każde żądanie pobrania nowych danych z serwera wymaga ponownego wczytania kompletnego dokumentu HTML, pomimo że zmianie mógł ulec tylko mały jej fragment. Zastosowanie AJAX pozwala uniknąć niepotrzebnego przesyłania danych i odświeżania strony. Za pomocą JavaScript możliwe jest pobranie z serwera żądanych informacji (zazwyczaj w formacie XML, ale również zwykły tekst), a następnie wstawienie ich w odpowiednim miejscu dokumentu.

Obecnie, wiele popularnych serwisów internetowych (jak np. Google Mail) wykorzystuje AJAX do swojego działania. Największą jednak popularność technika ta zyskała wśród wszelkich portali mapowych (Google Maps, Bing Maps). Wcześniejsze rozwiązania ograniczone były do statycznych map, a wszelka nawigacja (przesunięcie, zbliżenie/oddalenie) wiązała się z wczytywaniem nowych stron. Dzięki AJAX stronę wystarczy pobrać tylko raz – zmieniane jest jedynie samo okno z mapą, do którego doczytywane są nowe obrazki.

5.6.3 Użycie OpenLayers na stronie

Biblioteka OpenLayers jest napisana w języku JavaScript, z tego powodu nie wymaga instalowania żadnego dodatkowego oprogramowania na serwerze ani na komputerze użytkownika. Kod JavaScript umieszcza się w ciele strony HTML i jest on wykonywany przez przeglądarkę internetową. Możliwe jest zatem tworzenie i testowanie geoportalu na zwykłym komputerze lokalnym, bez potrzeby wysyłania plików na serwer WWW. Nie jest wymagana żadna instalacja biblioteki, wystarczy pobrać archiwum, a następnie skopiować z niego pliki i umieścić je w jednym katalogu z plikiem HTML.

Najprostsza wersja strony wyświetlającej mapy wymaga napisania jedynie kilku linijek:

```
<html>
<head>
<script src="openlayers/lib/OpenLayers.js"></script>
<script type="text/javascript">

    var map;
    function init() {
        map = new OpenLayers.Map('map'); //utworzenie nowego obiektu – okna z mapą

        var wms = new OpenLayers.Layer.WMS( //utworzenie obiektu – warstwy WMS
            "Blue Marble",
            "http://localhost/geoserver/wms",
            {layers: 'world'}
        );

        map.addLayers([wms]); //dodanie do mapy utworzonej warstwy
        map.zoomToMaxExtent();
    }
</script>
```

```
</head>

<body onload="init()">
  <div id="map" style="width: 600px; height: 300px"></div>    <!--element, w którym umieszczona
zostanie mapa -->
</body>
</html>
```

Kolorem niebieskim wyróżniono standardowe elementy języka HTML odpowiadające za wygląd strony, na zielono zaznaczono kod JavaScript związany z obsługą mapy.

W linii `<script src..` podana jest ścieżka do pliku `.js` zawierającego wszystkie funkcje OL. W czasie wczytywania strony wywoływana jest funkcja `init()`, tworząca okno z mapą, do którego dodawane są następnie warstwy z danymi.

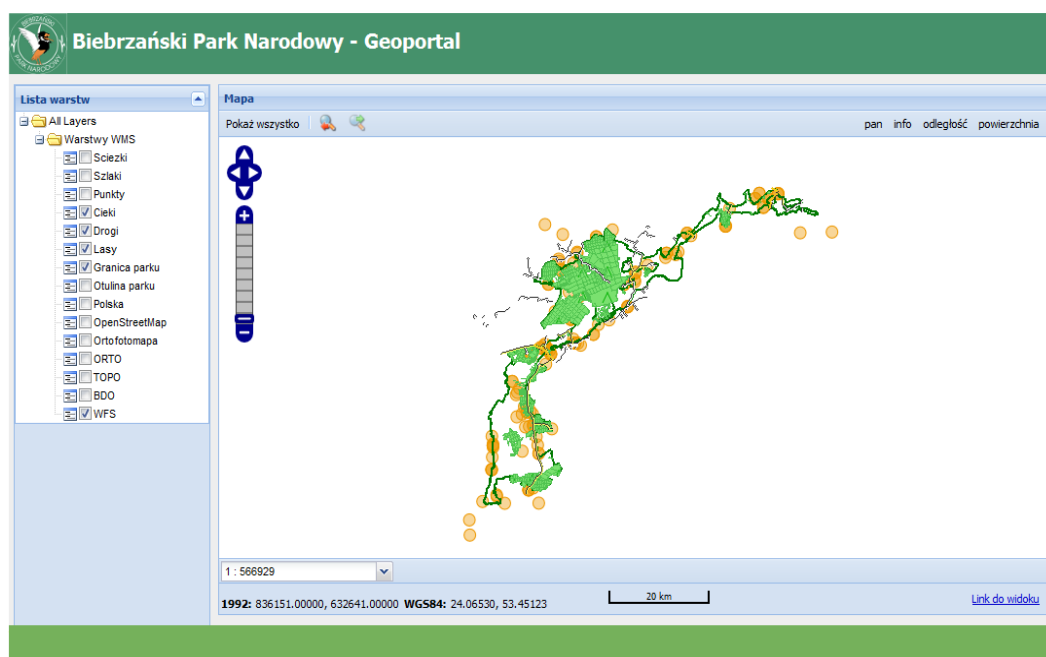
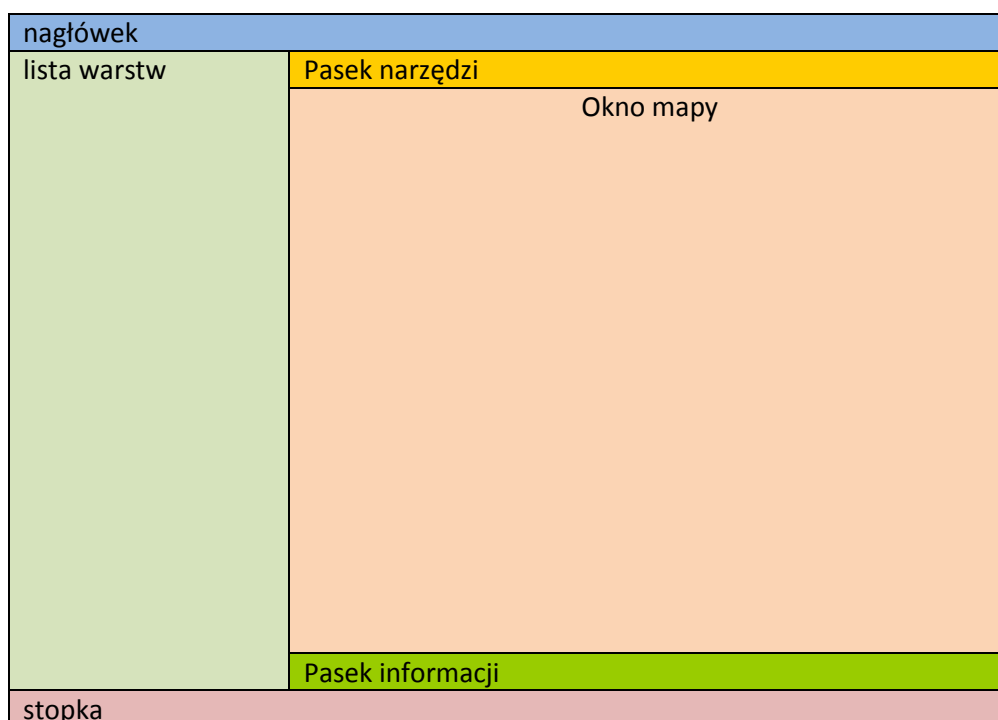
Każda kolejna warstwa umieszczana jest w analogiczny sposób: najpierw utworzenie nowego obiektu (`new OpenLayers.Layer.`), następnie dodanie go do widoku mapy (`map.addLayers()`). Podobnie postępuje się w przypadku narzędzi.

5.6.4 Wygląd strony i funkcjonalność

Stronę Geoportalu BPN podzielono na 6 głównych sekcji:

- Nagłówek – miejsce na umieszczenie loga parku, tytułu strony i grafiki;
- Stopka – informacje o autorach, stronie, odnośnik do strony głównej parku;
- Lista warstw – rozwijalne menu z warstwami danych podzielonymi tematycznie lub ze względu na serwer, legenda;
- Pasek narzędzi – przyciski służące do interakcji użytkownika z mapą (pomiar odległości, powierzchni, identyfikacja obiektów);
- Okno mapy – wyświetlanie warstw tematycznych, przyciski do nawigacji i pasek zoomu;

- Pasek informacji – wyświetlanie wyników pomiaru, wyświetlanie współrzędnych kursora, skala mapy, podziałka, link do bieżącego widoku.



Rys. 41. Wygląd strony z geoportalem BPN (bnp.e-mapa.net).

Źródło: opracowanie własne.

5.6.4.1 Warstwy tematyczne

Na stronie geoportalu znajdują się warstwy własne pozyskane podczas wektoryzacji, udostępniane poprzez WMS i przechowywane w bazie danych PostGIS. Możliwe jest również podłączenie tych warstw z wykorzystaniem wektorowego standardu WFS. Oprócz nich włączono także dane z zewnętrznych serwerów WMS:

- Geoportal:
 - Ortofotomapa;
 - Ewidencja (działki);
 - Mapy topograficzne;
 - Nazwy geograficzne;
- OpenStreetMap;
- GDOŚ (Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska);
- WMS z RDLP Białostok.

Możliwe jest również wykorzystanie serwisów ARS Geoportalu, oferujących większą wydajność niż zwykle warstwy WMS.

Wszystkie warstwy wyświetlane na mapie są w układzie PUWG 1992.

5.6.4.2 Narzędzia

Pasek narzędzi daje dostęp do następujących funkcji:

- *Pokaż wszystko* – ustawia początkowy widok mapy (pełen zakres, największe oddalenie);
- *Poprzedni i następny* – przechodzi do poprzedniego/następnego widoku (zbliżenia);
- *Przesuwanie* – uaktywnia przesuwanie mapy przy pomocy myszy („przeciągnij i upuść”);

- *Info* – identyfikacja obiektu, kliknięcie myszą na mapie spowoduje wysłanie zapytania *GetFeatureInfo* do serwera i wyświetlenie odpowiedzi w okienku;
- *Odległość* – uaktywnia pomiar odległości, klikanie myszą na mapie powoduje rysowanie łamanej, której długość wyświetlana jest w pasku informacji pod mapą;
- *Powierzchnia* – pomiar powierzchni (analogicznie jak odległość);
- *Szukaj* – otwiera okno umożliwiające wyszukiwanie obiektów z bazy wg atrybutów

5.6.4.3 Mapa

Nawigacja w oknie mapy odbywa się w standardowy sposób. Za pomocą myszy można przesuwać mapę w dowolnym kierunku, kręcenie rolką powoduje oddalanie/przybliżanie widoku. Wciśnięcie klawisza Shift na klawiaturze umożliwia narysowanie prostokąta, wskazującego obszar do powiększenia. W lewym górnym rogu znajdują się 4 dodatkowe przyciski, pozwalające na przesunięcie mapy na wschód, zachód, północ lub południe oraz pasek *zoom*, za pomocą którego można zmienić poziom zbliżenia.

5.6.4.4 Pasek informacji

W górnej części paska umieszczone jest pole z przybliżoną skalą aktualnie wyświetlanej mapy. Kliknięcie na przycisku umożliwia wybranie jednego z dostępnych przedziałów skalowych i automatyczne przejście do wybranego powiększenia.

Na dole wyświetlane są współrzędne punktu wskazywanego przez kursor myszy. Widoczne są zarówno współrzędne płaskie w układzie 1992, jak i geograficzne na elipsoidzie WGS 84. Tuż obok znajduje się podziałka, automatycznie dostosowująca się do wybranego powiększenia. W przypadku włączenia pomiaru odległości lub powierzchni na pasku, wyświetlany jest wynik pomiaru. Po prawej stronie umieszczony jest odnośnik do aktualnego widoku mapy (tzw. *permalink*), który może być skopiowany i zachowany. Link

przechowuje nie tylko informacje o położeniu i przybliżeniu, ale również o widocznych warstwach.

6. Podsumowanie

Geoportale są nowoczesnym i wygodnym środkiem dostępu do danych przestrzennych. Pomimo wszystkich tych zalet oraz korzyści jakie wynikają z ich stosowania, popularność portali mapowych jest wciąż zbyt mała. Wynika to przede wszystkim z braku środków finansowych i technicznych na budowę geoportali. Wiele instytucji publicznych, posiadających dane przestrzenne, które można by udostępnić przez Internet, obawia się często kosztów związanych z realizacją takiego przedsięwzięcia. Niniejsza praca udowadnia, że obawy te nie zawsze muszą okazać się słuszne, a skromne zasoby nie muszą uniemożliwiać stworzenia geoportalu, służącego zarówno pracownikom jak i reszcie społeczeństwa.

Zbudowany na potrzeby pracy geoportal Biebrzańskiego Parku Narodowego oparty jest w całości na dostępnym bezpłatnie oprogramowaniu *open-source*. Z jednej strony umożliwia to znaczne ograniczenie kosztów, a z drugiej wykorzystanie istniejących programów ułatwia i przyspiesza proces tworzenia. Geoportal BPN umożliwia przeglądanie danych rastrowych i wektorowych, pozwala na ich wyszukiwanie, udostępnia proste narzędzia do pomiaru odległości i powierzchni. Niezwykle ważną cechą jest oparcie geoportalu o infrastrukturę danych przestrzennych, dzięki czemu możliwe jest jego wzbogacenie o treści pochodzące z innych serwisów (np. krajowych), a jednocześnie wykorzystanie danych pochodzących z BPN w zewnętrznych aplikacjach, oferujących bardziej zaawansowane funkcje analiz.

Obecnie geoportal BPN umożliwia jedynie podgląd danych umieszczonych w bazie. Istnieje możliwość dalszej rozbudowy, dzięki której możliwe będzie również edytowanie i dodawanie nowych danych bezpośrednio ze

strony www, co w znacznym stopniu ułatwiłoby pracę pracownikom Biebrzańskiego Parku Narodowego i pozwoliłoby zrezygnować z oprogramowania instalowanego na komputerach znajdujących się w Parku. Rozbudowie mogą również ulec funkcje pozwalające na wykonywanie zapytań i analiz przestrzennych.

Wszystkie te elementy pozwolą na jeszcze lepsze poznanie Parku – turystom, planującym wycieczkę; pracownikom, chcącym chronić florę i faunę na jego terenie; wszystkim obywatelom – z każdego miejsca na świecie, o każdej porze, bez jakichkolwiek ograniczeń.

7. Źródła

7.1 Literatura:

1. [J. Gaździcki, 1990] „Systemy informacji przestrzennej”, Państwowe przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, Warszawa 1990.
2. [J. Gaździcki, 2004] „Leksykon geomatyczny”, Wydawnictwo Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, Warszawa 2004.
3. [Grzegorz Kwiatkowski, 2008] „Technologie GIS fundamentem procesów decyzyjnych” 2008 - prezentacja multimedialna. Zasób danych Biebrzańskiego Parku Narodowego.
4. [Adam Sieńko, Andrzej Grygoruk, 2003] „Biebrzański Park Narodowy”, Wydawnictwo BPN.
5. [Piotr Tokarz, 2007] - praca magisterska „UMN MAPSERVER jako platforma WebGIS na przykładzie RZGW w Krakowie”, KRAKÓW 2007.
6. [“Understanding GIS”, 1990]: The ARC/INFO Method/Redlands, CA: Environmental System Research Institute, 1990.
7. INSPIRE - DYREKTYWA 2007/2/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 14 marca 2007 r., Rozdział IV, artykuł 11.
8. Materiały informacyjne uzyskane z Biebrzańskiego Parku Narodowego - dzięki współpracy i zaufaniu Zespołu Zagospodarowania Przestrzennego i SIP.

7.2 Internet:

1. www.biebrza.org.pl
2. <http://mapserver.org/about.html>
3. <http://mapserver.org/introduction.html>
4. <http://mapserver.org/mapfile/symbology/construction.html>
5. <http://trac.osgeo.org/mapserver/wiki/MapServerHistory>
6. http://www.gdal.org/ogr/ogr_formats.html
7. <http://www.postgresql.org/about/history>
8. <http://www.postgresql.org/about/licence>
9. <http://www.postgresql.org/about/>
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/File:R-tree.svg>
11. <http://faq.geo-system.com.pl>
12. www.gis.tpn.pl
13. www.geoportaltatry.pl
14. <http://zk.gik.pw.edu.pl/Website/JKrupa/viewer.htm>
15. <http://wielkopolskipn.pl/mapywpn/>
16. www.szkola.interklasa.pl
17. www.swiatkwiatow.pl
18. www.msw-pttk.org.pl
19. www.pawelwacławik.pl
20. http://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdza_Osowiec
21. http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82_Augustowski
22. www.dziedzictwo.ekai.pl

23. <http://www.polskiekrajobrazy.pl>
24. <http://www.osgeo.org/>
25. <http://www.opengeospatial.or>
26. <http://www.openstreetmap.org/>
27. <http://www.iso.org>
28. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
29. <http://geoportal.gov.pl/>

8. Spis rysunków

Rys. 1. Mapa kategorii ochronności w BPN.

Rys. 2. Lokalizacja Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Rys. 3. Płożenie Biebrzańskiego Parku Narodowego na tle podziału administracyjnego.

Rys. 4. Stan posiadania Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Rys. 5. Pory roku w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Rys. 6. Rzeka Biebrza.

Rys. 7. Szachownica kostkowata.

Rys.8. Nornik północny.

Rys. 9. Łoś.

Rys.10. Batalion.

Rys. 11. Fort I. Brama wjazdowa do Twierdzy Osowiec - tunel zachodni.

Rys. 12. Kanał Augustowski - Śluza Perkuć.

Rys. 13. Kościół w Wiźnie.

Rys. 14. Wiatrak holenderski w Zabieli.

Rys. 15. Wizualizacja warstwy tematycznej szlaków turystycznych w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Rys. 16. Wizualizacja warstwy tematycznej ścieżek edukacyjnych w Biebrzańskim Parku Narodowym.

Rys.17. Schemat Systemu Informacji Przestrzennej dla Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Rys. 18. Schemat funkcjonalny GIS-BPN.

-
- Rys. 19.** Schemat etapów pozyskiwania danych dla tworzonego SIP BPN.
- Rys. 20.** Etapy korekcji geometrycznej.
- Rys. 21.** Przykład wykonania wektoryzacji obiektu liniowego- rzeki (górny rysunek) oraz obiektu punktowego - parking (dolny rysunek).
- Rys. 22.** Widok okna z mapą w popularnych portalach: Google Maps, Geoportal.gov.pl, Bing Maps.
- Rys. 23.** Wygląd okna programów tzw. wirtualnych globusów (trójwymiarowe przeglądarki danych): Google Earth, NASA World Wind.
- Rys. 24.** Zasada działania WMS.
- Rys. 25.** Przykład łączenia danych pochodzących z różnych serwerów WMS.
- Rys. 26.** Zasada działania funkcji GetFeatureInfo.
- Rys. 27.** Aplikacja podglądu danych ISDP.
- Rys. 28.** GeoPortal Tatry.
- Rys. 29.** Serwis kartograficzny BdPN autorstwa Joanny Krupy.
- Rys. 30.** Interaktywna mapa WPN.
- Rys. 31.** Schemat architektury 3-warstwowej.
- Rys. 32.** Schemat budowy geoportalu dla Biebrzańskiego Parku Narodowego.
- Rys. 33.** R-drzewo, w którym przestrzeń podzielona jest na mniejsze prostokątne fragmenty.
- Rys. 34.** Przykład obiektu liniowego oraz powierzchniowego wraz z prostokątami ograniczającymi.
- Rys. 35.** Przypadek ogólny przecinania się prostokątów ograniczających (przecinają się również obiekty) oraz przypadek szczególny (obiekty nie przecinają się, choć istnieje wspólna część prostokątów).
- Rys. 36.** Schemat działania Mapservera.
- Rys. 37.** Struktura pliku MAP.
- Rys. 38.** Przykład konstruowania złożonych symboli w pliku MAP.
- Rys. 39.** Przykłady złożonych symboli punktowych, liniowych i powierzchniowych.

Rys. 40. *Fragment pliku map, szablon pliku odpowiedzi oraz gotowa odpowiedź
GetFeatureInfo.*

Rys. 41. *Wygląd strony z geoportalem BPN (bpn.e-mapa.net).*

9. Spis tabel

Tab. 1. Zestawienie powierzchni powiatów i gmin znajdujących się w granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Tab. 2. Struktura kategorii użytkowania gruntów oraz struktura własności Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Tab. 3. Tabela atrybutów szlaków istniejących na terenie Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Tab. 4. Zestawianie rozwiązań prezentacji danych przestrzennych na stronach internetowych parków narodowych w Polsce.

Tab. 5. Zestawianie rozwiązań prezentacji danych przestrzennych na stronach internetowych parków narodowych w Polsce.

Tab. 6. Zestawienie adresów WMS dla TPN.

Tab. 7. Rodzaj ograniczenia PostgreSQL.

Tab. 8. Porównanie szybkości wykonywania zapytań bez i z zastosowaniem indeksów przestrzennych.

Tab. 9. Obsługiwane przez Mapserver 5.6 formaty danych.