

## Rozdział 3

# Powiązanie pomiędzy geoinformatyką a ekoturystyką

### 3.1. Geoinformatyka

Obecnie stwierdza się, że procedury operacyjne dla modelowania obiektów i zjawisk geograficznych zyskały na znaczeniu i efektywności w kontekście technologii geoinformatycznych (Alvarez C., 1998). Alvarez twierdzi, że technologie geoinformatyczne obejmują: (...) Teledetekcję, digitalizację i skanowanie danych, kartografię automatyczną, korzystanie z globalnego systemu pozycjonowania (GPS) i SIG.

Według innego autora (Fitz P.R., 2008) „nowe technologie związane z takimi dyscyplinami jak nauka o ziemi, przyniosły znaczne postępy w rozwoju badań naukowych, w planowaniu działań, w procesie zarządzania wieloma innymi aspektami związanymi z infrastrukturą danych przestrzennych”.

W niniejszych badaniach zostały zastosowane trzy narzędzia: teledetekcja, GPS i SIG. Są to efekty ogromnego rozwoju geoinformatycznego, w tym zasobów informatycznych dostępności zdjęć satelitarnych i możliwości pozycjonowania za pomocą satelitów.

Wydawało się konieczne określenie tych zasobów, aby ułatwić zrozumienie tego, jak niektóre dane były przetwarzane i produkowane w systemach informacji geograficznej.

#### 3.1.1. Digitalizacja i skanowanie danych

Wprowadzenie danych wejściowych mających cechy przestrzenne i ich odczyt to jeden z etapów pracy, który wymaga szczególnej uwagi ze względu na fakt, że dane powinny być w formacie pozwalającym na ich odczytanie przez odpowiednie oprogramowanie komputerowe, a następnie ich przetwarzanie.

Metoda digitalizacji odnosi się do sposobu, jak dane są konwertowane z postaci analogowej na cyfrową. Można więc korzystać z metody manualnej przy użyciu digimetru, lub instrumentów fotogrametrycznych albo metody automatycznej za pomocą skanera. Właśnie dlatego Robin (1995) wskazuje, że staje się powszechne używanie słowa digitalizacja w odniesieniu do digitalizacji metodą ręczną, podczas gdy słowo „rasteryzacja” często odnosi się do automatycznej digitalizacji.

Jednak ważne jest, aby pamiętać, że skanowanie jest to proces przekształcania danych na formę cyfrową, niezależnie od zastosowanej metody.

Dla metody digitalizacji ręcznej digitizer stołowy jest podłączony do komputera za pomocą oprogramowania. W tym przypadku oprogramowanie działa jako interfejs między blatem a komputerem. Następnie operator przesyła dane ręcznie za pomocą myszki, generując dane w formie punktów, linii i poligonów (Robin M., 1995). W przypadku ręcznej digitalizacji, istnieje możliwość przetworzenia na postać numeryczną na ekran.

Digitalizacja automatyczna lub manualna jest używana do dyskretyzowania map w homogeniczne jednostki (piksele). Dane wynikające z tej analizy są przedstawione w postaci maczy (Girard M.C. & Girard C.M., 2000). Proces skanowania lub rasteryzacji generuje dużą liczbę pikseli, które są następnie wektoryzowane.

Do wektoryzacji danych czyli przetwarzania danych rastrowych na format wektorowy stosuje się najczęściej metody półautomatyczne, to znaczy za pomocą programów obsługujących wektoryzację lub odczytujących jednostki zawarte w plikach pochodzących ze skanowania. Operator kontroluje wybór, wielkość i lokalizację jednostek za pomocą myszki (Robin M., 1999). Używa się automatycznych technik przetwarzania cyfrowego obrazu do rasteryzacji pikseli dostępnych w obrazie binarnym rastrowym i konwertuje się je do postaci wektora. Proces jest wykonywany automatycznie, bez interwencji operatora (Girard M.C. & Girard C.M., 2000). Należy zauważyć, że obie metody mają istotne zalety i wady.

W ramach tej pracy, narzędzia geoinformatyczne zostały wykorzystane w tworzeniu i aktualizacji map tematycznych.

#### 3.1.2. GPS

Jest to system globalnego wyznaczania pozycji i satelitarnego określania prędkości, stworzony przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych (Girard M.C. & Girard C.M., 2000). System składa się z trzech segmentów:

– segment kosmiczny, który odnosi się do systemu NAVSTAR / GPS (system nawigacji używający czas i telemetrię lub Global Positioning System), którego cechy (24 satelitów, na każdej z trzech orbit 8 satelitów na wysokości 24 000 km, kołowa orbita, z czasem obiegu satelity wynoszącym 12 godzin i elipsoidy – GRS-80, system odniesienia WGS-84) pozwala w dowolnym miejscu na powierzchni Ziemi, o każdej porze dnia, określić pozycję określonego punktu pod warunkiem, że zawsze jest widocznych co najmniej sześć satelitów.

Segment naziemny znajduje się w Stanach Zjednoczonych i składa się ze stacji monitorowania wszystkich satelitów GPS, co pozwala na korekty błędów dzięki zegarom atomowym zainstalowanym na satelitach.

Segment użytkownika – obejmuje odbiorniki (GPS) i anteny, które odbierają informacje z satelity i obliczają swoje położenie.

Ustalenie pozycji GPS odbywa się poprzez pomiar odległości od tego punktu do co najmniej czterech satelitów. Odległość między punktem a satelitą jest określona przez pomiar czasu podróży sygnału radiowego z satelity.

Dokładność pozycjonowania GPS jest związana z błędami właściwymi dla tego procesu, a także typami urządzeń używanych do pomiarów. Techniki korekcji różnicowej umożliwiają ustalenie szumu wprowadzonego w sygnale C/A kod (sygnał radiowy), zapewniając dokładność lokalizacji, która waha się od 1 do 15 metrów, w zależności od geometrii satelitów.

Wreszcie, aby obliczyć dokładnie (około 15 m w zależności od materiałów i metod), pozycję geodezyjną dowolnego punktu na powierzchni ziemi, GPS jest tylko narzędziem pomocnym do optymalizacji pracy polegającej na zbieraniu danych terenowych oraz pozwalającym na ich pozycjonowanie.

W kontekście tych badań, to narzędzie geoinformacyjne będzie używane do aktualizacji istniejących map, aby wygenerować mapę dróg, miast, wykorzystania i zagospodarowania terenu.

### 3.1.3. Teledetekcja

Według Girard & Girard (1999), można zdefiniować teledetekcję: (...) jako wykorzystanie wszystkich nowoczesnych czujników, urządzeń przetwarzania danych, sprzętu transmisji danych, samolotów, pojazdów kosmicznych itp. mając na celu badanie środowiska lądowego poprzez rejestrację i analizę interakcji między promieniowaniem elektromagnetycznym a elementami składowymi ziemi w różnych formach.

Obrazy z czujników na pokładach satelitów są otrzymywane poprzez monitorowanie powierzchni ziemi, w którym obiekty odzwierciedlają i stale emitują promieniowanie elektromagnetyczne, a ich głównym źródłem jest słońce i Ziemia. Według Robina (1995), promieniowanie elektromagnetyczne (REM) jest definiowane jako forma energii, która porusza się z prędkością światła, w postaci fal elektromagnetycznych lub

cząstek, i które nie wymagają nakładów materialnych do rozprzestrzeniania się.

Istnieją dwa modele pozwalające wyjaśnić naturę promieniowania: falowa teoria światła i teoria korpuskularna. Pierwszy model jest najbardziej rozpowszechniony i występuje we wszystkich książkach i czasopismach, które zajmują się tematem teledetekcji.

W elektromagnetycznym promieniowaniu słonecznym energia rozchodzi się w linii prostej przez pole w postaci fal elektromagnetycznych (fale), z taką samą prędkością jak światło w próżni. Prędkość jest mierzona w zakresie prędkości (300.000 km/s), częstotliwości (w jednostkach Hz – Hz) i długości fali (w jednostkach m –  $\lambda$ ). Częstotliwość oznacza ilość powtórzeń fali w jednostce czasu, długość fali to odległość między dwoma kolejnymi szczytami fali i spektrum elektromagnetycznym, przedstawia rozkład promieniowania elektromagnetycznego według zakresów, w zależności od długości fali i częstotliwości.

Po interakcji z obiektami naziemnymi radiacja (promieniowanie) jest wykrywane przez czujniki (sensory) na pokładach satelitów. „Czujniki w teledetekcji to urządzenia, które wykrywają i zapisują energię odbitą lub emitowaną przez elementy (obiekty) na powierzchni Ziemi” (Girard M.C. & Girard C.M., 1999). System czujnika obrazu tworzy cyfrowy obraz w dwóch wymiarach, które można uznać za tablicę, gdzie każda komórka (piksel) w tej macierzy ma wartość liczbową odpowiadającą wartości siły światła, proporcjonalnie do odbicia pozycji docelowej i zmienia się z czarnego na biały (skala szarości).

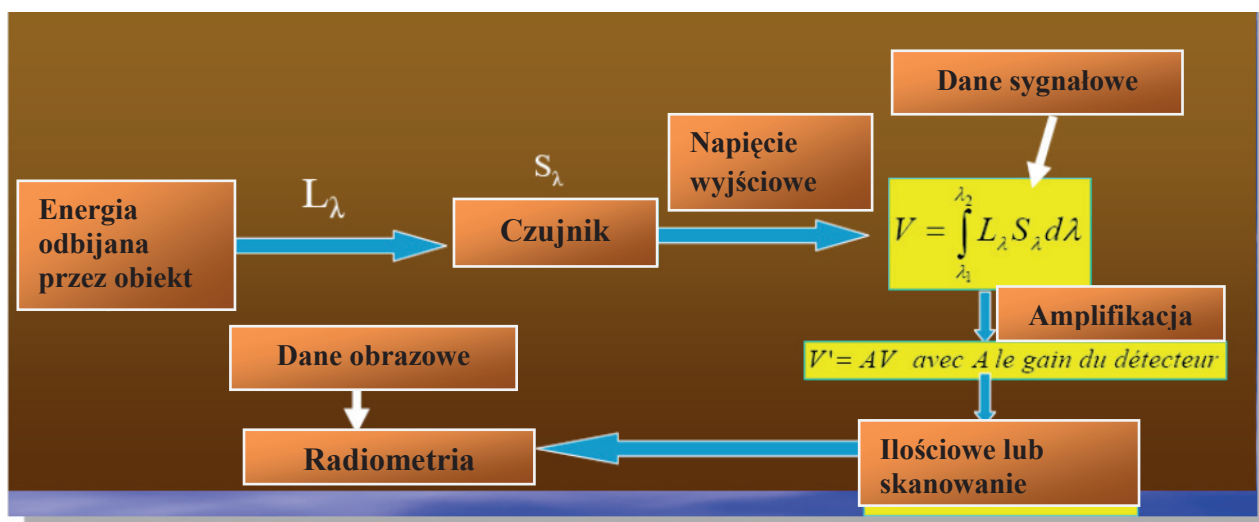
Według Girarda & Girarda (1999), systemy czujników można podzielić na kilka sposobów, a mianowicie w odniesieniu do źródła spektrum energii i regionu, w którym działają oraz do rodzaju transformacji, którą przeszło wykryte promieniowanie.

Jeśli chodzi o źródła energii, mogą one być sklasyfikowane jako naturalne, związane z energetyczną aktywnością słońca lub innych obiektów naturalnych oraz jako sztuczne – wytwarzane przez odpowiednie urządzenia emitujące fale elektromagnetyczne na przykład radary.

W zakresie spektrum elektromagnetycznego, w którym działają czujniki, można znaleźć kilka zakresów, które obejmują optyczny zakres promieniowania, zakres podczerwieni termalny i zakres mikrofalowy.

Zakres między 0,38 i 3,00  $\mu\text{m}$  spektrum elektromagnetycznego jest znany jako odzwierciedlenie części spektrum, w którym czujniki wykryją energię pochodzącą przede wszystkim od odbicia energii słonecznej przez obiekty na powierzchni Ziemi. Jest on podzielony na trzy podzakresy: widzialny (0,38 i 0,72  $\mu\text{m}$ ), w którym oko ludzkie jest w stanie ujrzeć światło, bliska podczerwień (0,72 i 1,3  $\mu\text{m}$ ) i średnia podczerwień (1,3 do 3,0  $\mu\text{m}$ ). W zakresie termalnym, czujniki działają w zakresie od 3,0 do 5,0 mikrometrów zwanej daleką podczerwienią.

<sup>4</sup> Mikrometr: jednostka miary równa 0,000001 m.



Ryc 3. Zasada pobrania obrazu za pomocą czujnika (Robin M., 1995).

Fig. 3. Rule for taking image with sensor (Robin M., 1995).

Jeśli chodzi o rodzaj zapisu promieniowanie urządzenia rejestrującego może być sklasyfikowane jako nie-obrazowe i obrazowe. W odniesieniu do badań przedstawionych w niniejszym opracowaniu interesujące są urządzenia obrazujące, ponieważ ich rezultatem jest obraz powierzchni terenu.

Według J. R. Olędzkiego (1987), rozdzielczość będąca miarą zdolności czujnika do rejestracji danych i charakteru obrazu może być rozumiana jako rozdzielczość: spektralna, przestrzenna, czasowa i radiometryczna.

Olędzki (1987), Robin (1995), Girard & Girard (op. cit.) wyjaśniają rodzaje rozdzielczości w następujący sposób: rozdzielczość spektralna to termin, który odnosi się do wielospektralnych obrazów, określonych przez liczbę kanałów spektralnych, którą posiadają

urządzenia rejestrujące promieniowanie kanału spektralnego, długości fal objętych przez każdy kanał; rozdzielczość przestrzenna to miara najmniejszej odległości kątowej lub liniowej między dwoma obiektami, tj. zdolność rozróżniania obiektów na powierzchni ziemi; rozdzielczość czasowa odnosi się do częstotliwości, z jaką obrazy tego samego obszaru zostały uzyskane; rozdzielczość radiometryczna jest liczbą poziomów jaskrawości możliwych do wyróżnienia na danym obrazie wyrażane liczbą bitów.

W Tabeli 2 przedstawiono charakterystykę czujnika ETM+ satelity Landsat-7, wskazując wszystkie cechy, o których pisano powyżej. Zdjęcia z tego satelity zostaną wykorzystane w badaniach przedstawionych poniżej.

Na podstawie informacji zawartych w podręczniku ArcGIS (ESRI, 2001) oraz Girard M.C. & Girard

Tabela 2. Charakterystyka skanera ETM+ z satelity Landsat-7.

Table 2. Characteristics of the scanner ETM + Landsat-7.

Długość fali	Kanał spektralny	Kanały	Rozdzielczość			Pokrycie
			Przestrzenna (metry)	Czasowa (dni)	Radiometryczna	
0,45 – 0,52	Niebieski	1	30	16	8	185x185
0,53 – 0,61	Zielony	2				
0,63 – 0,69	Czerwony	3				
0,76 – 0,90	Bliska podczerwień	4				
1,55 – 1,75	Średnia podczerwień	5	60	16	8	185x185
10,4 – 12,5	Termalny	6	30			
2,08 – 2,35	Średnia podczerwień	7	15			
0,52 – 0,90	Panchromatyczny – Podczerwony	8 (PAN)	15			

Źródło (After): Girard M.C. & Girard C.M. (1999).

C.M. (1999), techniki przetwarzania obrazu<sup>5</sup> można podzielić na trzy grupy: techniki obróbki wstępnej (przygotowanie zdjęć), techniki poprawy ich jakości i techniki klasyfikacji.

Techniki obróbki wstępnej odnoszą się do programów, które pozwalają na przekształcenie surowych danych cyfrowych na dane cyfrowe poddane poprawkom radiometrycznym i geometrycznym. Rejestracja obrazu polega na transformacji geometrycznej współrzędnych obrazu (wiersz, kolumna) pod względem współrzędnych układu odniesienia (transformacja wielomianowa). Proces korekcji geometrycznej polega na usunięciu zniekształceń systematycznych i geometrycznych obrazu wprowadzonych podczas obrazowania. „Funkcją programów korekty geometrycznej jest zmiana „pikseli obrazu” na dany system odwzorowania” (Robin M., 1989). Wielomian przekształceń tworzy związek między współrzędnymi obrazu a współrzędnymi układu odniesienia poprzez punkty kontrolne (PK). Punkty kontrolne mają cechy obiektów lub elementów możliwych do zidentyfikowania na obrazie i na układzie odniesienia (badania terenowe lub współrzędne GPS uzyskane przy użyciu map topograficznych).

Celem technicznym poprawy jakości obrazu jest podniesienie jego jakości wizualnej. Według Robina M. (1992), jego funkcją jest tylko przedstawienie tych samych informacji zawartych w danych obrazach w sposób bardziej widoczny dla interpretującego.

W korzystaniu z kontrastu, należy najpierw obserwować histogram obrazu we wszystkich pasmach, które je tworzą. Według Girarda M.C. & Girarda C.M. (1999), histogram obrazu przedstawia statystyczny rozkład poziomów szarości w kadrze pod względem częstości występowania dla każdej wartości liczbowej *pikseli* (w zależności od radiometrycznej rozdzielczości).

Istnieje kilka różnych technik obsługi odwrotnej kiedy rozbudowa najczęściej używanych kontrastów liniowych, których pionowe paski tworzą histogram obrazu wyjściowego będzie równomiernie rozłożona. Tak więc, histogram będzie identyczny jak ostateczny format histogramu oryginalnego chyba że przedstawi wartość średnią i różne rozproszenie (Robin M., 1992).

W podręczniku ERDAS (ESRI, 2001), klasyfikacja jest zdefiniowana jako:

(...) Proces pozyskiwania informacji na temat fragmentów obrazów uznawanych za obiekty jednorodne. Efektem końcowym procesu klasyfikacji jest obraz, na którym piksel zawiera informacje z kategorii lub tematu związanego z określonym punktem w kadrze. Te różne wartości kategorii są reprezentowane przez symbole, grafikę i kolory.

Aby przypisać etykiety do skali szarości, musimy korzystać z algorytmów statystycznych dla rozpozna-

wania obrazów spektralnych. Definicja typu klasyfikacji, nadzorowana lub nienadzorowana, podlega wybranemu algorytmowi. Procedura ta składa się z dwóch etapów: pobierania próbek oraz samej klasyfikacji.

W etapie pobierania próbek, badanie sygnatury spektralnej jest wtedy gdy należy zdefiniować każdą klasę w celu odróżnienia na obrazie, wybierając zestaw próbek z tej klasy. Próbki te są używane do określenia parametrów statystycznych (średnia, macierz kowariancji, etc.) używanych w procesie określania klasy przynależności pikseli. Procedura ta jest skuteczna, jeśli zamierza się zastosować klasyfikację nadzorowaną. Dla klasyfikacji nienadzorowanej, użytkownik nie wykonuje powyższej procedury, a to system określa klasy używając algorytmu grupowania w celu ich identyfikacji.

W etapie klasyfikacji, nadzorowanej lub nienadzorowanej, są reguły decyzji niezbędnych, aby klasyfikator zaliczył dany piksel do danej klasy.

Kolejnym etapem jest kartograficzne opracowanie obrazu poklasyfikacyjnego i przekształcenie go w mapę tematyczną. Dla każdej klasy definiowany jest kolor, przypisana nazwa, i opracowana legenda.

Proces wizualnej interpretacji obrazu jest nadal powszechnie używany i odbywa się w oparciu o doświadczenie interpretatora, który na podstawie percepcji wzrokowej, obserwowanego obrazu przekształca go w klasyfikowaną informację. Proces percepcji wzrokowej jest podstawą badań interpretacji obrazów (Girard M.C. & Girard C.M., 1989). Systemy klasyfikacji zorientowane na obiekt pojawiły się niedawno i starają się symulować proces interpretacji wizualnej poprzez modelowanie wiedzy specjalistów geoinformatyki.

Istnieją trzy kluczowe działania podczas wizualnej interpretacji zdjęć: identyfikacja obiektów/zjawisk (barwa, kolor, rozmiar, kształt, tekstura, struktura, wielkość, cień, lokalizacja i kontekst), wykonywanie pomiarów i rozwiązanie problemów praktycznych. Aby pomóc w interpretacji obrazów i wykształcenie ich na mapy tematyczne, NASA<sup>6</sup> poprzez podręcznik online (RST), przedstawia tabele, które zawierają kilka aplikacji w oparciu o kanały spektralne czujnika, który wykorzystuje Landsat ETM + (Tabela 2) i zaleca pewne kombinacje kanałów (Tabela 3). Robin (1995) wskazuje na kolejną możliwość podniesienia jakości.

W ramach tego opracowania, powyższe narzędzie geoinformatyczne było stosowane do opracowania i aktualizacji map tematycznych.

#### 3.1.4. Systemy Informacji Geograficznej

Termin Systemy Informacji Geograficznej (SIG) jest używany do określenia „zestawu narzędzi do zbierania, przechowywania i wyszukiwania informacji, przetwarzania i organizowania danych dla ściśle określonych celów” (Burrough P.A. i McDonnell

<sup>5</sup> Termin przetwarzania obrazu odnosi się do zestawu technik i działań stosowanych do cyfrowego obrazu, w celu ułatwienia identyfikacji i wydobycia z nich informacji i następnie ich interpretację (Girard M.C & Girard C., 1999).

<sup>6</sup> NASA: National Agency for Spatial Analysis a l'adresse [http://rst.gsfc.nasa.gov/Intro/Part2\\_6.html](http://rst.gsfc.nasa.gov/Intro/Part2_6.html)

Tabela 3. Zastosowanie kompozycji wielokanałowych z ETM+.

Table 3. The use of multi-channel composition of ETM +.

KOMPOZYCJE WIELOKANAŁOWE	Możliwości zastosowania. Wkład w interpretację wizualną
Kanały 1, 2 i 3	Zdjęcia w kolorze naturalnym, z dobrą penetracją wody, pokazujące prądy, mętność wody i osady. Fitokrajobraz pojawia się w odcieniach zieleni.
Kanały 2, 3 i 4	Definiuje lepiej granice między glebą a wodą, zachowując pewne szczegóły w wodach głębokich i pokazuje różnice w fitokrajobrazie, który pojawia się w odcieniach czerwieni.
Kanały 3, 4 i 5	Pokazuje wyraźniej granice między glebą a wodą, z fitokrajobrazem lepiej odróżniającym się, pojawiając się w odcieniach zieleni i różowym.
Kanały 2, 4 i 7	Pokazuje roślinność w odcieniach zieleni i pozwala rozróżnić wilgotność, zarówno w roślinności, jak i w glebach.

Źródło (After): [www.cits.rncan.gc.ca](http://www.cits.rncan.gc.ca)

R.A., 1998). Powyższa definicja kładzie nacisk przede wszystkim na narzędzia systemu i jest jedną z najczęściej cytowanych w międzynarodowej literaturze przedmiotu. W Polsce, określenie systemów informacji geograficznej pochodzi z tłumaczenia wyrażenia angielskiego: Geographical Information Systems (GIS).

Aby przeanalizować termin: system informacji geograficznej, Wadsworth R. i Treweek J. (1999) proponują wziąć pod uwagę trzy słowa kluczowe, zaczynając od słowa „geografia”, które odnosi się do jakości „informacji” „rozieszczonych w przestrzeni”, a nie do cech analizy geograficznej. Dlatego też, dane i informacje odnoszą się do danej jednostki przestrzennej (punkt, linia, powierzchnia lub objętość), która musi być zlokalizowana i ma charakter geoprzestrzenny. Dlatego zrozumiałe jest, że systemy informacji są rozproszone w przestrzeni jednostek danych, koncentrując się na zjawiskach zachodzących na powierzchni ziemi i jej elementach.

Obsługa tak wielkiej ilości różnych danych została ułatwiona przez korzystanie z komputera, dzięki rozwojowi w latach 50-tych tak zwanych systemów informacji, w tym przypadku przeznaczonych do przechowywania i zintegrowanej analizy danych. GIS jest przypadkiem szczególnym systemów informacji, których rozwój datuje się na lata 60-te.

Pierwszy system mający cechy GIS pochodzi z Kanady (1964 rok), „Kanadyjski System Informacji Geograficznej” był częścią rządowego programu przeprowadzenia spisu zasobów naturalnych. Wkrótce potem inne systemy zostały opracowane. W 1967 roku, w Nowym Jorku powstał system informacyjny „użytkowania gruntów i zasobów naturalnych oraz w 1969 roku w stanie Minnesota „system informacji na temat zarządzania gruntami”.

Obecnie można zauważyć niezwykle wzrost wykorzystania GIS w sektorze prywatnym i publicznym, wzrost stymulowany przez niższe koszty sprzętu i oprogramowania, choć te ostatnie pozostają wysokie oraz przez opłacalność finansową budowy geograficznych baz danych.

Na podstawie informacji Burrough P.A. (1986) dotyczących GIS uważa się, że ten system ma tak

połączone podmioty (elementy), aby tworzyły zorganizowaną całość i posiadały własne cechy charakterystyczne. Podmioty są to elementy uważane za podstawowe jednostki do zbierania danych. Natomiast dane związane z atrybutami charakteryzują i nadają sens badanym jednostkom. Włączenie nowych podmiotów oraz danych o nowych atrybutach powoduje aktualizację systemu.

W tym kontekście konieczne jest, aby zrozumieć różnicę między danymi a informacjami. Według Wadsworth R. i Treweek J. (1999) „dane to zbiór wartości, cyfrowych lub innych, bez własnego znaczenia, a informacje to wszystkie dane, które mają sens i służą do wykorzystania lub zastosowania”. Ponadto według cytowanych autorów, informacja geograficzna to zebranie wszystkich danych, które mają znaczenie lub charakter przestrzenny. Dane te mogą być przedstawione w formie graficznej (punktów, linii i poligonów), numerycznej i alfanumerycznej.

Informacja geograficzna ma dwojaki charakter: rzeczywistość geograficzną – określa kształt i położenie, oraz atrybuty. Dane mają położenie geograficzne określone bezpośrednio lub pośrednio za pomocą współrzędnych w obszarze geograficznym. Atrybuty opisowe mogą być reprezentowane w konwencjonalnej bazie danych, wszelkie informacje opisowe (nazwiska, numery, wykresy i teksty) wiążą się z jednym obiektem, elementem, podmiotem, grafiką lub całością tych elementów, które charakteryzują dane zjawisko geograficzne (ArcGIS 9, 2005).

### 3.2. Turystyka (ekoturystyka) w epoce GIS

Postęp technologii informatycznej w dziedzinie geografii (geoinformatyka) pozwolił na rozwój systemów informacji geograficznej (GIS), pozwala na przetwarzanie informacji przestrzennych, tj. informacji otrzymanych przez nadajniki, zdjęcia lotnicze, zdjęcia satelitarne, urządzenia GPS i inne, poprzez wprowadzenie układu współrzędnych pozwalające na interaktywność pomiędzy operatorem i informacją, co pozwala na nałożenie wszystkich dostępnych informacji.

Zastosowanie systemów informacji geograficznej w turystyce pozwala na większą efektywność w dostępie do informacji przez turystę, ponieważ pozwala na wyselekcjonowanie dowolnego miejsca na świecie i otrzymanie bardzo dokładnych informacji poprzez dobre multimedia. Za pomocą internetu wyświetlana jest jego lokalizacja geograficzna, cechy geograficzne, meteorologiczne i inne.

Według Arragona J.V. i Wesselsa C. (1994), system informacji geograficznej pokazuje dostępną sieć transportową, aby dotrzeć do wybranych miejsc, a także jego atrakcje turystyczne (przypadek informacji otrzymanych przez satelitę). W przeciwieństwie do metody tradycyjnej (papierowych ulotek reklamowych), system informacji geograficznej wykazuje miejsca atrakcyjnie turystycznie poprzez udostępnienie wszystkich dostępnych informacji, co pozwala na wybranie danego punktu poprzez różnego rodzaju informacje. Stosowanie systemu informacji geograficznej przynosi ogromne korzyści w turystyce, której elementy podlegają ciągłym zmianom.

Aplikując ten system, nie ma zagrożenia, że poszukiwana informacja będzie błędna z powodu braku

bieżących dostępnych danych. Można podać konkretny przykład: turysta odwiedzający nieznanne miejsce jest często zdeterminowany, aby zobaczyć wszystkie atrakcje i szuka informacji w przewodniku. W ten sposób traci dużo czasu odwiedzając miejsca, które nie są interesujące, lub mogą być wykorzystane w inny sposób. Wykorzystując informacje otrzymane za pomocą GIS, turyści mogą zobaczyć miejsca nawet przed ich odwiedzeniem, mają możliwość wizualizacji miejsca, czasu przebycia trasy i jej atrakcji.

Zastosowanie tego typu systemu jest korzystne nie tylko dla turysty, ale także dla władz lokalnych, podmiotów działających na rynku turystycznym jak na przykład biura podróży, hotele, firmy transportowe.

W tym kontekście Bahaire T. i Elliot-White M.E. (1999), podają przykład biura podróży, które organizuje wycieczkę wykorzystując GIS. Za pomocą tego systemu może dobrze zaplanować podróż wybierając najciekawsze miejsca pod względem historycznym, kulturowym, krajobrazowym czy nawet gastronomicznym. Zapewnia to satysfakcję klientów, a tym samym promocję i korzyści ekonomiczne dla lokalnej społeczności.

Tabela 4. Przykłady zastosowań GIS w turystyce.

Table 4. Examples of GIS applications in tourism.

<b>Problemy do rozwiązania</b>	<b>Możliwe rozwiązania przez GIS</b>
Brak wystarczającej informacji do stworzenia zharmonizowanej wizji przez zainteresowane strony.	GIS może być stosowany do systematycznego spisu zasobów turystycznych i analizy tendencji.
Trudność określenia poziomów rozwoju zrównoważonej turystyki ze względu na kompleksowość definicji tego pojęcia.	GIS może być używany do monitorowania i kontrolowania aktywności turystycznych. Integrując dane turystyczne, środowiskowe, kulturowe, socjalno-ekonomiczne; ułatwiają one kontrolę wskaźników zrównoważonego rozwoju.
Trudność w zarządzaniu i kontrolowaniu zrównoważonego rozwoju, biorąc pod uwagę możliwości, praktyki, kompetencje.	GIS może być wykorzystany do zidentyfikowania obszarów wrażliwych i użytecznych oraz sektory konfliktu czy komplementarne.
Wpływ turystyki na otoczenie – niektóre skutki nie są łatwe do naprawienia.	GIS może być użyty do symulacji projektu rozwoju terytorialnego i uświadamiania osób zaangażowanych co do efektów zewnętrznych tych działań.
Turystyka to dynamiczna aktywność powodująca zmiany, które mogą wytwarzać konflikty pomiędzy jej różnymi elementami i tym samym wpływają na ich zasoby.	GIS pozwala na integrację danych działań środowiskowych i społeczno-ekonomicznych danej przestrzeni. GIS odgrywa kluczową rolę w strategii planowania przestrzennego.
Zbyt wysoki poziom zarządzania i kontroli w zakresie rozwoju turystyki prowadzi do nieporozumień.	GIS wspomaga podjęcie decyzji na podstawie pełniejszych informacji, co zwiększa zaangażowanie i skłonność do kompromisu. To wymaga spójnego podejścia do planowania i kontroli.

Źródło (After): Bahaire T. i Elliot-White M.E., 1999), 2010.