

System Informacji Przestrzennej dla Pienińskiego Parku Narodowego

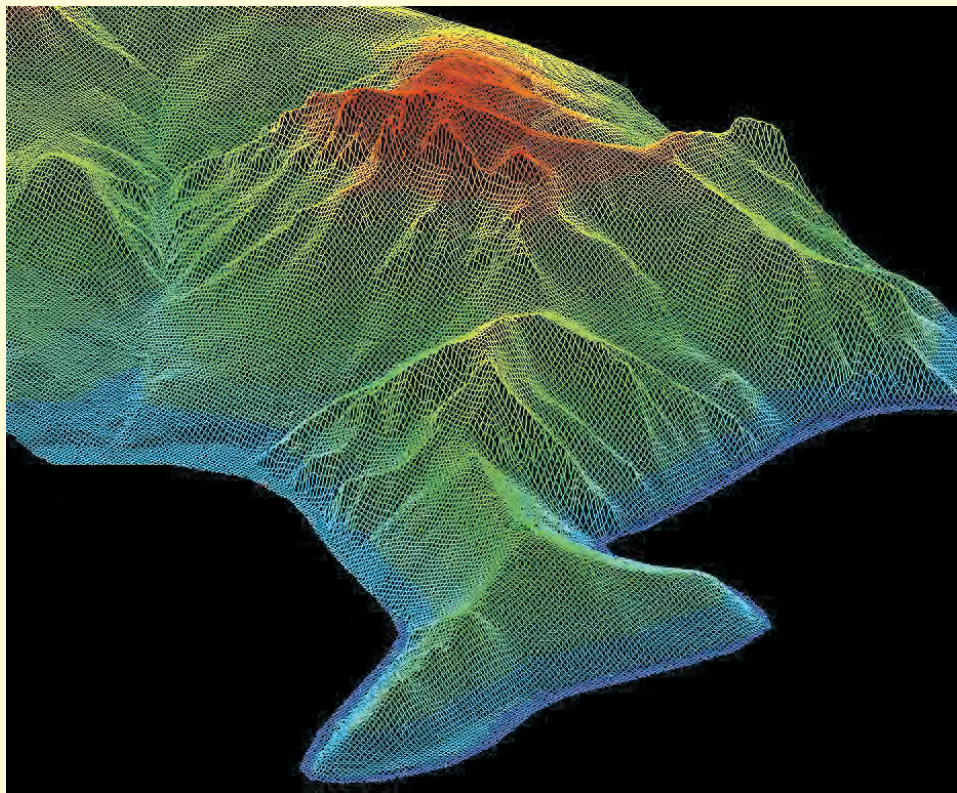
Trzy Korony w komputerze

KRYSTIAN PYKA, LUDWIK WALUŚ

Informatyzacja przestrzeni Pienińskiego Parku Narodowego (PPN) jest poważnym wyzwaniem chociażby dlatego, że mamy do czynienia z jednym z najpiękniejszych zakątków Polski, w którym kumulują się specyficzne problemy własnościowe i administracyjne o złożonej genezie historycznej.

Celem opracowania zrealizowanego dla Pienińskiego Parku Narodowego było stworzenie kompleksowego systemu informacji przestrzennej jako podstawy do opracowania planu ochrony parku. Realizacja obejmowała m.in.:

- pozyskanie danych numerycznych – pomiar terenowy (w tym techniką GPS), obliczenia, przetwarzanie danych wektorowych i rastrowych, pomiar stereoskopowy;
- wygenerowanie Numerycznego Modelu Terenu i przetworzenie zdjęć lotniczych do ortofotomapy z wykorzystaniem fotogrametrycznej technologii cyfrowej firmy Intergraph;
- opracowanie numerycznej mapy sytuacyjno-wysokościowej;
- przetworzenie do formy numerycznej ewidencji gruntów;
- przetworzenie do postaci numerycznej szeregu map tematycznych;
- stworzenie i wdrożenie projektu GIS dla



Widok na masyw Pienin od strony południowej wygenerowany na podstawie Numerycznego Modelu Terenu. Na pierwszym planie Facimiech, na dalszym – Trzy Korony

Pienińskiego Parku Narodowego w środowisku MGE firmy Intergraph.

Informatyzacja przestrzeni Pienińskiego Parku Narodowego (PPN) jest poważnym wyzwaniem chociażby dlatego, że mamy do czynienia z jednym z najpiękniejszych zakątków Polski, w którym kumulują się specyficzne problemy własnościowe i administracyjne o złożonej genezie historycznej. Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Informatyczne COMPASS S.A. z siedzibą w Krakowie w 1997 r. podjęło się realizacji projektu „Budowa numerycznej mapy zasadniczej Pienińskiego Parku Narodowego”.

Pomijając dyskusję nad kontrowersyjnym sformułowaniem „mapa numeryczna”, stwierdzić należy, że celem projektu było zbudowanie fundamentów systemu informacji przestrzennej, który ma służyć opracowaniu planu ochrony parku.

Opracowywany dla PPN system wyróżnia się na tle innych projektów GIS-owych kompleksowością i wszechstronnością. Z oczywistych względów obejmuje treść mapy zasadniczej włącznie z warstwą ewidencyjną. Treść mapy zasadniczej jest jednak niezwykle uboga w porównaniu z rzeczywistością. Szybko jednak zyskuje, gdy przedstawiona

jest na tle barwnej ortofotomapy i uzupełniona o Numeryczny Model Terenu. Naturalnym dopełnieniem tego zestawu informacji są różnorodne mapy tematyczne.

Obszar opracowania

Mapa numeryczna obejmuje obszar PPN o powierzchni ok. 2350 ha, natomiast cyfrowa ortofotomapa obejmuje teren PPN wraz z jego otuliną, czyli łącznie obszar o powierzchni ok. 5000 ha. Warto przypomnieć, że teren PPN jest w znacznej części zalesiony, a niektóre jego fragmenty są całkowicie niedostępne do pomiaru. Dodatkowo trudność stanowią również duże przewyższenia – od 400 do 1000 m n.p.m. Tych kilka faktów daje ogólny obraz problemów, jakie napotymano w trakcie realizacji projektu, zarówno od strony pomiarów bezpośrednich, jak i opracowań kameralnych.

Cel opracowania

Celem opracowania jest budowa numerycznej mapy zasadniczej PPN o dokładności odpowiadającej mapie analogowej w skali 1:2000 oraz implementacja w parku systemu mapy numerycznej, umożliwiającego wykonanie dalszych prac inwentaryzacyjno-planistycznych dla potrzeb planu ochrony PPN oraz prowadzenie bieżącej aktualizacji treści mapy. Innymi słowy, chodzi o stworzenie jednolitego systemu informacyjnego, który będzie umożliwiał gromadzenie, aktualizację i łatwy dostęp do wszelkich danych geodezyjnych i różnorodnych danych tematycznych w jednolitym środowisku. Jak wspomniano, system ten ma stanowić podstawę do tworzenia planu ochrony parku. Założono, że będzie on umożliwiał:

- wprowadzanie i aktualizację danych geometrycznych i opisowych;
- wydruk na drukarce lub ploterze map tematycznych;
- tworzenie nowych warstw informacyjnych na podstawie danych podstawowych;
- wspólne przetwarzanie danych wektorowych i rastrowych (skanowanych map, numerycznej ortofotomapy);
- wprowadzanie własnych warstw tematycznych;
- pracę na ortofotomapie i numerycznym modelu terenu (NMT).

Zakres prac obejmował wykonanie bądź przetworzenie do postaci cyfrowej m.in.:

- numerycznej mapy sytuacyjno-wysokościowej;
- Numerycznego Modelu Terenu (NMT);
- cyfrowej ortofotomapy;
- mapy ewidencji gruntów wraz z mapą granic gruntów skarbu państwa w zarządzie PPN;



Konfrontacja granic własności z aktualnymi granicami użytków widocznymi na ortofotomapie

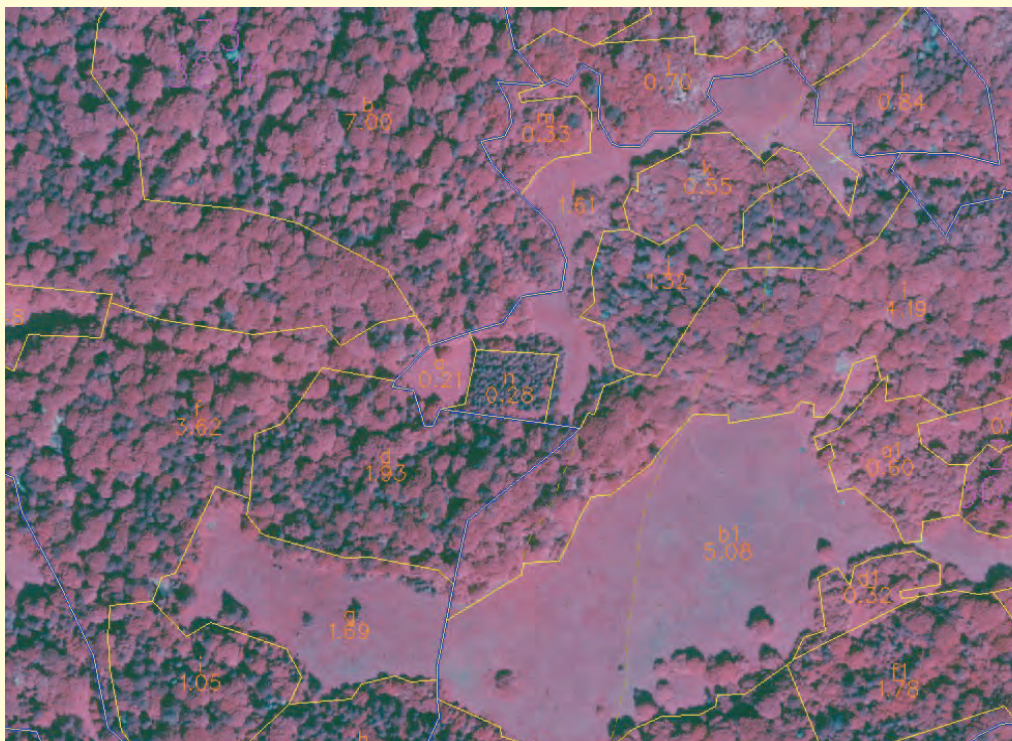
- projektu podziału gospodarczego PPN;
- map tematycznych: mapy glebowej, mapy geologicznej, mapy roślinności aktualnej, mapy roślinności potencjalnej;
- opracowanie baz danych opisowych;
- wykonanie szeregu wysokiej jakości wyplotów zarówno map klasycznych (mapa sytuacyjno-wysokościowa, mapa ewidencyjna itp.), jak i barwnej ortofotomapy oraz szeregu barwnych map tematycznych (mapa glebowa, mapa geologiczna itp.).

Środowisko

sprzętowo-programowe

Jako platformę sprzętowo-programową wybrano środowisko MGE firmy Intergraph, uznając, że jego specyfika (możliwość stopniowego rozszerzania funkcjonalności systemu przez dokładanie kolejnych modułów) umożliwi pełną realizację zadania. Za punkt wyjścia obrano pakiet Mapping Office (w składzie: MGE PC 2.0, I/Geovec,

Gospodarcza mapa leśna przedstawiona na tle ortofotomapy; znakomity materiał do analizy poprawności wydziałów drzewostanu



I/RasC, I/RasB), uzupełniony o platformę graficzną, czyli MicroStation '95. Podstawową bazą danych stało się oprogramowanie Oracle Workgroup Server uzupełnione o RIS Oracle Data Server. Całość oprogramowania funkcjonuje w środowisku Windows NT.

Zakłada się, że system będzie docelowo ewoluował w kierunku tzw. dużego MGE, a stopniowo uzupełnianie o kolejne moduły pozwoli na wykonywanie bardziej zaawansowanych operacji. W tworzonym systemie przewidziano, w miarę rozszerzania się bazy sprzętowo-programowej oraz ewentualnego udostępniania zgromadzonych danych szerszym kręgom odbiorców, wykorzystanie prostych przeglądarek danych GIS – pakietu VistaMap firmy Intergraph, a w przyszłości także nowego programu o nazwie GeoMedia.

Realizacja projektu

Z uwagi na przyjęte założenia, według których dane zgromadzone w systemie mają być precyzyjnymi danymi geodezyjnymi, konieczne było wykonanie szeregu pomiarów bezpośrednich. Całość opracowania poprzedzono założeniem i pomiarem precyzyjnej osnowy geodezyjnej i sieci fotopunktów niezbędnych dla procesu wykonania ortofotomapy.

Pomiar osnowy polowej został wykonany z wykorzystaniem techniki GPS. Założona osnowa posłuży w przyszłości jako podstawa do innych prac pomiarowych realizowanych na terenie parku.

W trakcie całego opracowania w terenie metodami bezpośrednimi pomierzono ok. 16 000 pikiet sytuacyjno-wysokościowych. Pomiarowi podlegały m.in. kołowe powierzchnie próbne, potoki, drogi, ścieżki, szlaki turystyczne, miejsca spoczynkowe, źródła itp. Generalnie kierowano się zasadą pomiaru w terenie wszystkich tych elementów, które były niemożliwe do odczytania na podstawie obserwacji stereoskopowej ze zdjęć lotniczych. Liczba elementów mierzonych w terenie była bardzo duża z uwagi na znaczny procent zalesienia terenu parku.

Ortofotomapa i NMT

Materiałem źródłowym do opracowania ortofotomapy były spektrostrefowe zdjęcia lotnicze w skali 1:10 000. Zdjęcia te, po zeskanowaniu, zostały przetworzone na cyfrowe ortofotomapy. Wykorzystano do tego celu fotogrametryczną stację cyfrową ImageStation Z610. Proces przetwarzania objął następujące etapy:

- identyfikację i pomiar polowej osnowy fotogrametrycznej;
- kameralne zagęszczenie osnowy na drodze aerotriangulacji;

- automatyczne generowanie siatki wysokościowej;
- uzupełnienie siatki elementami strukturalnymi identyfikowanymi na stereomodelu wraz z korektą siatki;
- generowanie ortofotoobrazów;
- łączenie ortofotoobrazów i kadrowanie cyfrowych ortofotomap jako arkuszy w kroju 1:2000, w układzie „65”;
- kompilację cyfrowych ortofotomap w skalach 1:5000 i 1:10000.

Ortofotomapy przygotowano tak, aby stanowiły jedną z warstw informacyjnych systemu. Każdy plik cyfrowej ortofotomapy zaopatrzono w serię pomniejszeń (tzw. overview), co skutkuje bardzo szybką wizualizacją ekranową. Zastosowano format RGB (w standardzie Intergraph), jako najsprawniej obsługiwany przez program I/RASC. Poszczególne arkusze pogrupowano w bloki i zapisano na płytach CD (średnio 6 ortofotomap na jednej płycie).

Ortofotomapa wyświetlona jako tło mapy gospodarczej pozwala znakomicie zweryfikować poprawność wydzielenia drzewostanu. Stanowiąc więc będzie podstawowe odniesienie topograficzno-przyrodnicze dla tworzonych w PPN planu ochrony parku.

Warto dodać, że ortofotomapa (jeszcze w wersji roboczej, jako seria ortoobrazów) została wykorzystana do analizy map ewidencyjnych. Taki materiał porównawczy pozwolił na wykrycie wielu błędów, tkwiących w samych mapach. Pomógł też w dokonaniu ujednoczenia map posiadających różne odwzorowania, skalę i aktualność.

W trakcie realizacji opisanego powyżej etapu opracowania wykorzystano oprogramowanie fotogrametryczne firmy Intergraph (MicroStation Feature Collection, ImageStation Stereo Display, ImageStation Photogrammetric Manager, Base Rectifier, ImageStation DTM Collection, ImageStation Match-T).

Opracowanie NMT odbywało się w kilku etapach. Pierwszym przybliżeniem modelu było opracowanie fotogrametryczne obejmujące siatkę o interwale 9 m oraz liniowe elementy strukturalne definiowane na drodze obserwacji stereoskopowej. Model ten obejmował powierzchnię terenu odkrytego oraz powierzchnię utworzoną przez korony drzew dla obszarów leśnych. W drugim etapie dane uzupełniono o wyniki bezpośredniego pomiaru terenowego. W kolejnym – włączono informacje wysokościowe z map topograficznych 1:10 000. Kompilacja danych z trzech źródeł, tj. z pomiaru fotogrametrycznego, bezpośredniego i uzyskanych z map, wymagała uwzględnienia ich specyfiki (tj. dokładności i gęstości powierzchniowej). Zadanie to zrealizowano w kilku fazach za po-

mocą pakietu MGE Modeler. Problemy wynikające z niejednorodności danych wyjaśniono na drodze wizualizacji NMT na tle fotogrametrycznego modelu stereoskopowego. Problem ten dotyczył głównie danych wysokościowych z map, które pozyskano tylko w miejscach aktualnie niedostępnych do pomiaru bezpośredniego.

W rezultacie uzyskano NMT w postaci TIN, który następnie przekształcono do postaci GRID o kilku wariantowych interwałach węzłów: 2,5 m, 5 m i 10 m. NMT w postaci GRID pozwala m.in. na generowanie takich rysunków perspektywicznych, jak ten na stronie 14.

Mapa ewidencji gruntów

Numeryczne opracowanie map ewidencji gruntów na terenie PPN polegało na ujednoczeniu istniejących w różnych układach („65”, katastralny węgierski, „KUL”, lokalny) map ewidencyjnych poprzez transformację do układu „65” i przyjęciu skali opracowania 1:2000.

W opracowaniu przyjęto technologię opartą na:

- skanowaniu istniejących map ewidencyjnych;
- kalibracji zeskanowanych map w oparciu o punkty charakterystyczne pomierzone w terenie, współrzędne osnowy i punktów granicznych z operatów geodezyjnych (prze-transformowane do układu „65”), punkty pozyskane z opracowanej we wcześniejszym etapie ortofotomapy;
- wektoryzacji tych granic działek ewidencyjnych, dla których brak współrzędnych punktów granicznych w operatach pomiarowych;
- doprowadzeniu do poprawności topologicznej cyfrowej mapy ewidencyjnej;
- wykonaniu porównania części graficznej ewidencji gruntów z jej częścią opisową (MSEG);
- przeniesieniu części opisowej ewidencji gruntów (MSEG) do bazy danych Oracle. Na tym etapie wykorzystano własną aplikację do obsługi części opisowej ewidencji gruntów o nazwie VEGA. Jest to aplikacja osadzona w relacyjnej bazie danych Oracle. W wyniku opracowania sporządzono również mapę rozbieżności granic pomiędzy działkami ewidencyjnymi a obszarem będącym w zarządzie PPN, wyznaczonym na podstawie map gospodarczych PPN wraz z zestawieniem różnic powierzchni.

Mapa sytuacyjno-wysokościowa

Opracowanie cyfrowej mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:2000 wykonano w oparciu o:

- pomiar bezpośredni w terenie;

- pomiar stereoskopowy i wektoryzację ortofotomapy;
- wektoryzację rastrów istniejącej mapy zasadniczej w skali 1:2000.

Opracowanie wykonane zgodnie z obowiązującymi instrukcjami geodezyjnymi stanowić będzie istotny element tworzonego systemu.

Mapy tematyczne

Jedną z integralnych części opracowania staną się mapy tematyczne, będące wyciągiem tematycznym z uprzednio opisanych warstw (tak jak mapa zagospodarowania turystycznego, tj. szlaki turystyczne, miejsca spoczynkowe itp.; mapa sieci wodnej; mapa sieci drogowej czy mapa kołowych powierzchni próbnych uzupełnione o odpowiednie informacje opisowe) albo mapy typu: geologiczna, roślinności aktualnej i potencjalnej czy glebowa.

Podsumowanie

Tak jak powiedziano na wstępie, całość informacji numerycznych i opisowych zgromadzonych w systemie ma stanowić precyzyjną podstawę dla dalszych prac prowadzonych w parku, przede wszystkim dla opracowania planu ochrony. Podkreślić należy fakt, że zgromadzone dane numeryczne są danymi wysokiej

dokładności, w większości pochodzącymi z pomiarów terenowych. Dane te, oglądane na tle cyfrowej ortofotomapy, dają kompleksowy obraz rzeczywistości. Opracowanie zrealizowane dla Pienińskiego Parku Narodowego jest przykładem integracji różnych źródeł danych i różnych technologii przetwarzania. A znakomitą klamrą spinającą różnorodne komponenty są właśnie Systemy Informacji Przestrzennej.

Autorzy są pracownikami Przedsiębiorstwa Geodezyjno-Informatycznego „Compass” S.A. w Krakowie. Opracowanie było zlecone przez dyrekcję Pienińskiego Parku Narodowego, a współfinansowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa.

Słownik terminologiczny:

ortofotomapa: mapa przedstawiająca użytkowanie terenu w sposób zbliżony do zdjęcia lotniczego; przetworzenie zdjęcia na ortofotomapę polega na usunięciu wszystkich zniekształceń geometrycznych, w efekcie czego uzyskuje się produkt kartometryczny (zapewniający odpowiednią dla skali dokładność wyznaczenia współrzędnych, długości czy innych miar).

NMT: Numeryczny Model Terenu to zarówno uporządkowane dane wysokościowe (np. pikiety), określony sposób definiowania wysokości w dowolnym punkcie terenu, jak i program komputerowy potrafiący przedstawić rzeźbę terenu w postaci warstw, spadków, prze-

krojów, rzutów. Najczęściej program do NMT przelicza dane wejściowe na regularny układ punktów, czyli buduje tzw. siatkę wysokościową (GRID). Bardziej zaawansowane systemy rozpinają na danych wejściowych siatkę trójkątów (tzw. TIN) lub opisują te dane w postaci funkcji matematycznej (np. wielomiany sklejane).

fotopunkt: punkt o znanych współrzędnych terenowych, dobrze identyfikowalny na zdjęciu; fotopunkty pełnią rolę punktów oporowych, pozwalających określić położenie zdjęć w stosunku do terenu.

aerotriangulacja: proces obliczeniowy zmierzający do precyzyjnego określenia położenia wykonanych zdjęć lotniczych w przestrzeni; „przy okazji” określane są współrzędne dużej ilości punktów terenowych, przez co aerotriangulację określa się także jako kameralne zagęszczenie osnowy.

zdjęcia spektrostrefowe: zdjęcia wykonane na specjalnej emulsji fotograficznej, której jedna warstwa jest uczulona na promieniowanie podczerwone; charakteryzują się inną od naturalnej skalą barw, przydatne są dla analiz roślinności, a zwłaszcza dla oceny kondycji drzewostanu.

ImageStation Z610: fotogrametryczna stacja robocza, umożliwiająca wykonanie wszystkich etapów technologii fotogrametrycznej (poza skanowaniem). IS Z610 jest pierwszym rozwiązaniem opartym na procesorach INTEL i systemie Windows NT. Jedną z jej funkcji jest budowanie ze zdjęć lotniczych modelu przestrzennego, pozwalającego na prowadzenie pomiarów (tzw. obserwacja stereoskopowa).



Sprzęt geodezyjny firm: NIKON, TOPCON, SOKKIA, BERGER, BHI i innych



Sprzęt kreślarski firm: STANDARDGRAPH-MECANORMA, KIN, ROTRING, STAEDTLER



Światłokopiarki firm: REGMA, NEOLT

Materiały eksploatacyjne firm: REGMA, RENKER



Materiały do ploterów – papiery, folie, kalki
Folie kserograficzne



Pomocniczy sprzęt geodezyjny: ruletki, piony, węgielnice, łaty, tyczki, lustra, statywy



GEOZET S.C.

01-018 Warszawa, ul. Wolność 2a, tel./faks 838-41-83