

GPS W ZARZĄDZANIU INFORMACJĄ O ŚRODOWISKU

GPS AS ENVIRONMENT MANAGEMENT TOOL

Maciej Antosiewicz¹, Piotr Wężyk²

¹ Geodeta Województwa Małopolskiego

Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego

² Laboratorium GIS i Teledetekcji, Katedra Ekologii Lasu,

Wydział Leśny Akademii Rolniczej w Krakowie

Słowa kluczowe: NAVSTAR-GPS, baza danych, GIS, Lasy Państwowe, Parki Narodowe, Natura 2000

Keywords: NAVSTAR-GPS, database, GIS, Polish State Forest, National Parks, Network Natura 2000

Wprowadzenie i cel pracy

Badania przyrodnicze nad środowiskiem, w jakim żyjemy prowadzone są już od dziesiątków a nieraz i od setek lat. Problem obecnego wykorzystania wyników tych badań najczęściej sprowadza się do braku możliwości precyzyjnego odtworzenia lokalizacji miejsca pomiaru bądź opisu jakiegoś zjawiska dokonanego przez badacza-przyrodnika z poprzedniej epoki. Brzeg morski czy granica lasu, choć wydają nam się niemal niezmiennie, tak naprawdę charakteryzują się jednak własną dynamiką zmiany charakteru i lokalizacji w przestrzeni geograficznej.

Zarządzanie środowiskiem naturalnym coraz częściej dotyczy aspektu pozyskiwania, gromadzenia, analizowania, przetwarzania i raportowania danych o charakterze informacji przestrzennej. Technologie geoinformatyczne takie jak: systemy informacji przestrzennej (SIP), obrazowania ziemi (EO; w tym: teledetekcji lotniczej i satelitarnej), Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS – *Global Positioning System*), baz danych czy telekomunikacji (Internet, GPRS – *General Packet Radio Service* – technologia transmisji danych metodą pakietową, etc.) są coraz częściej wykorzystywane w badaniach przyrodniczych czy codziennej pracy osób odpowiedzialnych za stan środowiska naturalnego (Lefsky 2002; Wężyk, Guzik 2004; Zawila-Niedźwiecki 2001). Jedną z ww. technologii jest system NAVSTAR GPS, składający się z trzech zintegrowanych ze sobą segmentów, tj.: kosmicznego, kontroli oraz użytkownika. Segment kosmiczny stanowią 24 aktywne satelity (oraz 5 dodatkowych zapasowych satelitów) umieszczone na 6 orbitach kołowych (po cztery aktywne oraz jeden zapasowy satelita na orbicie) w odległość około 20 200 km od Ziemi, z których minimum 4 satelity powinny być widoczne nad horyzontem (5°) z każdego punktu Ziemi z prawdopodobieństwem 0,9996. Nad sprawnym funkcjonowaniem systemu czuwa segment kontroli czyli: naziemne stacje śledzące oraz główna stacja nadzoru MCS (*Master Control Station, Co-*

lorado Springs). Segment użytkownika w zasadzie podzielony jest na sektor wojskowy (auryzowani użytkownicy; kod P – *Precise*) oraz cywilny, którego użytkownik ma dostęp do kodu C/A (*Coarse Acquisition*). Przed 1 maja 2000 roku istniały poważne ograniczenia dla użytkowników cywilnych (SA – *Selective Availability*), co skutkowało obniżoną dokładnością wyznaczenia pozycji przy pomocy pojedynczego odbiornika, wahającą się $\pm 100\text{m}$ (XY). Obecnie GPS gwarantuje odbiór nie gorszy niż ± 22 metry, choć w większości przypadków dzisiejszych odbiorników (12 kanałowe, opcja uśredniania pomiaru) błąd ten to zaledwie kilka metrów na terenie otwartym (Frączyk i in. 1996; Narkiewicz 2003).

Wykorzystanie odbiorników GPS w badaniach przyrodniczych, wiąże się przede wszystkim z możliwością określania pozycji (współrzędnych XY oraz Z) obiektów czy zjawisk o charakterze:

- punktowym (np. gniazd ptaków, stanowisk roślin chronionych, miejsc punktów poboru wody do analiz, punktów załamania granicy pododdziału leśnego, itp.),
- linowym (np. tropów wilka, przebiegu szlaku turystycznego, itp.), bądź
- poligonowym (np. terenów gradacji owadów, pożarów, występowania zbiorowisk roślinnych, terenów zdegradowanych przez przemysł, erozji gleby, itp.).

Celem pracy było zaprezentowanie możliwości wykorzystania odbiorników GPS w procesie zasilania i weryfikacji geometrycznych i atrybutowych baz danych GIS w aspekcie zarządzania przestrzenią przyrodniczą.

Teren badań

Tematyka prowadzonych projektów badawczych i wdrożeniowych realizowanych w Laboratorium GIS i Teledetekcji Katedry Ekologii Lasu Wydziału Leśnego Akademii Rolniczej w Krakowie (LGiT AR) dotyczyła możliwości wykorzystania odbiorników GPS do zasilania geometrycznych i opisowych baz danych, a także nawigacji do obiektów posiadających wcześniej już określone współrzędne terenowe. Projekty realizowano głównie w obszarach: podlegających administracji Lasów Państwowych (PGLP), parków narodowych, parków krajobrazowych, czy też w rezerwach, parkach i zieleni miejskiej bądź w terenach podlegających rekultywacji (np. tereny przemysłowe). I tak testy jakości odbioru sygnału i dokładności wyznaczenia pozycji technologią pomiaru DGPS w procesie: wyznaczania sieci powierzchni monitoringowych, nawigacji do obiektów oraz kalibracji materiałów kartograficznych (sceny satelitarne, mapy topograficzne) dokonywano najczęściej na obszarze Puszczy Niepołomickiej, w ramach projektu FOREMMS (*Forest Environmental Monitoring and Management System* – 5FP IST UE; Wężyk 2004a; Wężyk i in. 2001).

Inne projekty badawcze lokalizowane były w bardzo zmiennych warunkach odbioru sygnału GPS, jak choćby w drzewostanach Tatr Wysokich (Wężyk i Guzik 2004), w paśmie Babiej Góry (BgPN) czy też w Gorcach (GPN). Tereny leśne Nadleśnictwa Staszów (RDLP Radom), Puławy (RDLP Lublin) oraz Świerklaniec (RDLP Katowice) w latach 2003-2004 były przedmiotem badań z wykorzystaniem technologii NAVSTAR GPS i obrazów Quick-Bird do prac z zakresu inwentaryzacji zasobów leśnych. Na obszarze aglomeracji Krakowa realizowany jest obecnie projekt kartowania metodą DGPS (*Differential GPS*) kasztanowców uszkodzonych przez szrotówka kasztanowcowiaczka (Seksja Geoinformatyki Koła Naukowego Leśników Akademii Rolniczej w Krakowie; <http://argis.les.ar.krakow.pl/seksja/index.html>).

Metodyka

Dokładność wyznaczenia pozycji zależy od bardzo wielu czynników, ale w pierwszej mierze, od jakości odbiornika GPS (i anteny) oraz warunków samego pomiaru (otwartość horyzontu, brak czynników wpływających na obniżenie jakości odbioru sygnału).

W zależności od specyfiki realizowanych badań przyrodniczych czy prac związanych z tworzeniem lub zasilaniem baz danych wspomagających zarządzanie przestrzenią przyrodniczą, pomiary GPS prowadzi się zazwyczaj w trybach:

- autonomicznym (np. nawigacja do: powierzchni obserwacyjnej, miejsca poboru próby do analiz, wstępne pomiary lokalizacyjne);
- różnicowym – w opcjach: DGPS, RTK (ang. *Real Time Kinematic*), a także pomiaru fazowego (ang. *carrier phase*).

Wykonywanie pomiarów DGPS w trybie *post-processing* wymaga użycia tzw. pliku korekcyjnego rejestrowanego przez stację bazową GPS (stację referencyjną; ang. *base station*) w tym samym czasie, co obserwacje dokonywane w terenie przez odbiornik ruchomy (tzw. *rover station* – ang). Stacje referencyjne stają się obecnie coraz częściej spotykanym elementem naszej infrastruktury technicznej. Akademia Rolnicza w Krakowie posiada np. własną stację bazową (Trimble), której antena zamontowana jest na dachu budynku Wydziału Leśnego (WGS84: 50°04'59,07405" N; 19° 57'02,39439" E; 255,47 m n.p.m.). Poza poprawkami z tej stacji często w projektach LGiT AR wykorzystywane są dane ze stacji Zakopane (dzięki uprzejmości Tatrzńskiego Parku Narodowego) oraz IUNG w Puławach (stacja komercyjna). Utworzona w 2003 roku Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL stworzyła sieć stacji referencyjnych, do których dostęp przez Internet jest możliwy 24 godziny na dobę. Poprzez stronę WWW systemu (<http://www.asg-pl.pl>) można pobierać dane obserwacyjne ze stacji ASG-PL w województwie śląskim oraz ze stacji naukowych zlokalizowanych na terenie Polski m.in. w Krakowie (Akademia Górniczo-Hutnicza), w Warszawie (Politechniki Warszawskiej, Centrum Badań Kosmicznych PAN), we Wrocławiu (Akademii Rolniczej). Dodatkowym elementem sprzyjającym wykonywaniu pomiarów w czasie rzeczywistym jest uruchomiony testowo od sierpnia 2004 roku na stacjach śląskich oraz stacji AGH regionalny system pozycjonowania precyzyjnego w technologii VRS (*Virtual Reference Station*) firmy Trimble Terrsat GmbH, pozwalający na całodobowy dostęp do korekt RTK/DGPS w tych rejonach. System udostępnia korekty nie tylko z pojedynczej stacji referencyjnej, ale także korekty generowane na podstawie obserwacji ze wszystkich stacji działających w sieci. Wpływa to w znaczący sposób na podniesienie dokładności oraz pewności określenia pozycji obserwowanego punktu w terenie.

Specyfika niektórych pomiarów GPS wymaga stosowania trybu DGPS w czasie rzeczywistym i w takich sytuacjach sygnał poprawki może być dystrybuowany między innymi poprzez:

- fale radiowe (trudne w warunkach leśnych i wysokogórskich; dodatkowo wymaga uzyskania odpowiedniego zezwolenia na nadajnik);
- radiolatarnie Dziwnów bądź Rozewie o zasięgu około 150 km w głąb lądu (interesujące dla użytkowników w Wolińskim i Słowińskim PN oraz w niektórych parkach krajobrazowych, a także licznych nadleśnictwach LP);
- stacje telefonii komórkowej GSM – *Global System for Mobile communications* (połączenia wdzwaniane oraz GPRS);
- internet;
- transmisję satelitarną (z orbity geostacjonarnej: np. satelita LandStar, OmniStar, itp.).

W zależności od charakteru samych obiektów pomiarowych, wyróżniamy tryby pomiaru GPS:

- statyczny (np. dla pomiaru współrzędnych drzew pomnikowych, fotopunktów naturalnych bądź sygnalizowanych);
- dynamiczny (kinematyczny) odbiornika ruchowego (przy określaniu zasięgów bytowania zwierząt, przebiegu granic zasięgów zjawisk przyrodniczych, itp).

Poza precyzyjnym określeniem współrzędnych terenowych odbiornikiem kartograficznym GPS np. Pathfinder ProXRS (Trimble), wyposażonym w rejestrator polowy (TSC1), ważne jest także pozyskiwanie atrybutów (cech mierzonych obiektów) wg zaprojektowanych formularzy czyli tzw. słowników (*dictionary*). Dzięki temu rozwiązaniu, po przeprowadzeniu korekcji różnicowej i transformacjach geodezyjnych (np. z układu WGS84 do P UWG 1992), geodane mogą być wyeksportowane (np. w formacie SHAPE ESRI) do stosowanego przez użytkownika systemu GIS/SIP, zasilając jego bazę geometryczną (np. Leśną Mapę Numeryczną) i opisową (np. modułu LAS bazy SILP). Możliwość zapisu atrybutów obiektów wraz z określeniem ich pozycji w przestrzeni geograficznej (BLH) pozwala na zaoszczędzenie czasu przeznaczonego na przepisywanie analogowych raportarzy terenowych, a przede wszystkim zapewnia integralność danych, zwiększa ich poprawność, szczególnie precyzję lokalizacji.

Niezmiernie istotne w prowadzeniu pomiarów w trudnych warunkach środowiska (np. w głębokich dolinach górskich czy pod koronami drzew) jest odpowiednie planowanie misji pomiarowej przy użyciu aktualnego pliku almanach i znajomości przysłonięcia horyzontu miejsca pomiarów (w pionie i poziomie). Pozwala to uniknąć wielu niepowodzeń i tym samym zapewnia dużą oszczędność czasu.

Wyniki i dyskusja

Wykorzystanie odbiorników GPS w obszarach o różnym statusie ochrony bądź też w lasach gospodarowanych przez PG LP ma również swoje słabsze strony związane z niezbyt wysoką dokładnością pomiaru wynikającą ze stosowanych do tych pomiaru urządzeń. Uwaga ta dotyczy prostych i niedrogich odbiorników GPS (zwanymi popularnie turystycznymi), których najczęściej nie da się wykorzystać w metodzie DGPS (*post-processing*). O ile można się zgodzić z kilkunastometrowym błędem określenia pozycji tropów wilka to już pomiar granicy rezerwatu czy stanowiska rośliny z tzw. czerwonej listy, wymaga zastosowania pomiaru różnicowego (DGPS). Niestety jego realizacja nie zawsze jest możliwa ze względu na sam odbiornik (nie posiada takiej funkcji) lub też sam użytkownik nie wie o możliwościach poprawy określenia pozycji.

W Lasach Państwowych gospodarujących na 25% powierzchni kraju, Zarządzeniem nr 74 z 2001 roku (DGLP 2003) definiującym Standard Leśnej Mapy Numerycznej (SLMN), dopuszczono stosowanie odbiornika GPS w pracach z zakresu urządzania lasu. Wykorzystanie odbiorników przewidziane jest w pierwszej kolejności w procesie aktualizacji Leśnej Mapy Numerycznej (LMN) tj. bazy geometrycznej. Wprowadzone w ostatnich latach przeglądarki LMN oraz programy do jej aktualizacji pozwalają już na wykorzystywanie danych z odbiornika GPS. Nie ma też specjalnych przeciwwskazań, aby wspomagać prace maszyn leśnych (użytkowanie lasu) czy też zabiegi ochronne (opryski z samolotu czy akcje gaśnicze) odbiornikami GPS. Zastosowanie GPS w nawigacji i wsparcie ze strony oprogramowania typu *MobileGIS* pozwala na znaczące oszczędności w kosztach transportu leśnego i

optymalizacji dojazdu do składnic drewna, czy też punktów czerpania wody (Wężyk 2004b). Integracja stosowanego w Lasach Państwowych rejestratora terenowego PSION (obecnie używanych jest ponad 5000 szt.) z odbiornikiem GPS w postaci nasadki jest możliwa i znajduje się w ofercie firm handlowych.

W aspekcie przyjętego przez polski rząd Planu Zwiększania Lesistości Kraju czy też wdrażanego systemu IACS (LPIS), użycie odbiornika GPS do nawigacji terenowej i pomiaru dokonanych zalesień, czy też lokalizacji obszarów sukcesji roślinności o charakterze leśnym na gruntach rolnych i porolnych, nabiera zupełnie nowego wymiaru.

Wdrożenie odbiorników GPS w polskich parkach narodowych (PN) czy krajobrazowych jest bardzo zróżnicowane i uzależnione od istnienia: źródeł finansowania ich zakupu, systemów GIS/SIP i najczęściej podejścia dyrekcji do technologii geoinformatycznych. Dla przykładu w Tatrzańskim PN każdy leśniczy obwodu ochronnego wyposażony jest w odbiornik Geoexplorer3 (Trimble), a dokonanie pomiaru równoznaczne jest sporządzeniu notatki służbowej. O ile w TPN znajduje się w tej chwili kilkanaście odbiorników DGPS oraz stacja referencyjna, to są parki narodowe, w których do niedawna nie było tego typu urządzeń.

W ramach Projektu Bliźniaczego Phare 2001 wszystkie podmioty odpowiedzialne za zarządzanie obszarami Sieci Natura 2000 w Polsce zostały wyposażone w odbiornik GPS firmy MLR23. Jak się dopiero okazało w procedurze przetargowej, w Europie nie produkuje się innych odbiorników poza ww., co znacznie ograniczyło możliwości wyboru odpowiedniego modelu dla celów programu Natura 2000. Niestety odbiornik ten nie posiada zadawającego wyświetlacza graficznego (jedynie jego symulację na panelu tekstowym) jakimi mogą pochwalić się choćby produkty firmy GARMIN (np. eMap, eTrex) ani też wielu podstawowych funkcji. Niedoskonałości tego odbiornika klasy turystycznej (dokładności w zakresie kilku metrów na terenie otwartym) są w pewnej mierze rekompensowane dostarczeniem w ostatnim czasie do beneficjentów projektu, aplikacji ułatwiającej transfer danych z odbiornika GPS do oprogramowania GIS (Geomedia Intergraph) jakie jednocześnie zostało przekazane w ramach projektu. Dokładności wyznaczenia pozycji w przypadku posługiwania się odbiornikami „bardziej profesjonalnymi” do jakich użytkownicy zaliczają produkty np. firm: CMT (np. PCL5, MARCH) czy Trimble (np. Geoexplorer3 lub Pathfinder PoXRS), zależy od warunków odbioru sygnału NAVSTAR GPS oraz metody stosowanej poprawki różnicowej. Dla przykładu antena Pathfinder ProXRS ma zintegrowane moduły odbioru sygnału korekcyjnego od satelity LandStar i OmniStar i potrafi również odbierać sygnał korekcyjny EGNOS (propagowany nad Europą z 2 satelitów Inmarsat i Artemis-ESA) oraz radiolatarni morskich (Beacon). W realizowanych przez LGiT AR projektach, dokładność określania pozycji odbiornikami Pathfinder ProXRS w czasie rzeczywistym przy wykorzystaniu poprawki z satelity OmniStar oscylowała na poziomie $\pm 20,50\text{cm}$ (współrzędna X,Y; teren otwarty, maska horyzontu 10 stopni, PDOP<4). O ile wartości te określano w punktach osnowy wysokościowej, to dla terenów o utrudnionej penetracji sygnału GPS (odbior pod okapem drzewostanu) zwykle brak odpowiednio dobrych punktów referencyjnych, na których można by zweryfikować jakość pomiaru (Wężyk i in. 2001, Wężyk 2004b). W Polsce wyjątek stanowi poligon pomiarowy GPS założony w ramach FOREMMS w Puszczy Niepołomickiej. Wyniki jakie zbierano podczas 12 miesięcy obserwacji wskazują na konieczność stosowania korekcji różnicowej w pomiarach pod okapem drzewostanu i zalecają pomiary trwające minimum 120 epok najlepiej poza okresem wegetacji (ograniczenie wpływu liści w koronach drzew). Poszczególne typy drzewostanów (iglaste, liściaste i mieszane) w zależ-

ności od klasy wieku i struktury przestrzennej (np. rozmieszczenia drzew, układu pięter koron) cechują się odmiennym wpływem na jakość odbioru sygnału GPS. Średni błąd liniiowy (RMS) współrzędnych płaskich (XY) kształtował się pod koronami drzew na poziomie: od 1,58 m w drzewostanach liściastych przez 1,71 m w drzewostanach iglastych do 1,98 m w drzewostanach mieszanych. W okresie spoczynkowym (I-III oraz X-XII) wartości te były niższe i kształtowały się na poziomie analogicznie: 0,94, 1,30, 1,58 m. Należy nadmienić, iż stacja korekcyjna znajdowała się w odległości nie większej niż 27,5 km a czas trwania pomiaru wynosił 120 epok (Szczygielski 2003, Węzyk 2004b).

W czerwcu 2004 w Miasteczku Śląskim w ramach projektu dotyczącego wykorzystania wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych QuickBird do wyznaczenia stref uszkodzeń przemysłowych w lasach, przeprowadzono testy z użyciem poprawki DGPS otrzymanej z działającego testowo w Aktywnej Sieci Geodezyjnej ASG-PL systemu pozycjonowania precyzyjnego opartego o technologię VRS (*Virtual Reference Station*).

Testy wykazały, że w przypadku stosowania odbiornika Pathfinder ProXRS (Trimble), błąd określenia pozycji nie przekroczył ± 30 cm (X,Y) w czasie rzeczywistym (pomiar na punkcie osnowy wysokościowej na terenie zabudowanym; 300 epok, maska horyzontalna 10 stopni). Otrzymane wartości potwierdzają słuszność przyjętych założeń w sieci ASG-PL zmierzających do budowy regionalnych systemów generowania poprawek RTK/DGPS. Propagacja poprawek została zrealizowana za pomocą telefonii komórkowej (Plus GSM) oraz Internetu (GPRS).

Niski koszt pakietowego przesyłania danych GPRS (około 2,0 PLN/1 godz. pomiaru) zachęca do wykorzystywania sieci ASG-PL i tego typu rozwiązania przesyłania korekcji w sytuacji precyzyjnej nawigacji czy kartowania szaty roślinnej. Dokładności te są najczęściej wystarczające dla zastosowań z zakresu leśnictwa czy ochrony środowiska, gdzie najczęściej wykorzystywane są mapy w skalach 1:10 000, na których grubość najcieńszej linii wielokrotnie przekracza wartość błędu pomiaru DGPS.

Wnioski

Technologie geoinformatyczne stały się w szybkim czasie narzędziami codziennej pracy przyrodników, leśników lub też personelu parków narodowych i innych instytucji odpowiedzialnych za monitorowanie i zarządzanie zasobami przyrodniczymi naszego kraju. Wyniki własnych projektów oraz przykłady praktyki krajowej i zagranicznej wskazują na to, iż odbiorniki GPS z powodzeniem mogą być wykorzystywane jako narzędzie w procesie zasilania baz danych (geometrycznych i opisowych), a także nawigacji, w pracach z zakresu:

- pomiarów współrzędnych GCP dla fotogrametrycznych opracowań archiwalnych zdjęć lotniczych czy punktów dostosowania, (np. graniczniki, punkty charakterystyczne) niezbędnych dla kalibracji i transformacji map tematycznych, topograficznych, obrazów satelitarnych, itp.;
- tworzenia klucza fotointerpretacyjnego oraz wytyczania w terenie nowego podziału powierzchniowego (LMN) na podstawie opracowania fotogrametrycznego;
- generowania NMT terenów trudno dostępnych, o dużej dynamice zmian rzeźby (osuwiska, zwałowiska) bądź niełatwych w interpretacji zdjęć lotniczych (np. obszary doliny Narwi);
- wytyczania w terenie sieci stałych powierzchni kontrolnych, monitoringowych, urzędniowych, ATPOL, inwentaryzacja nielegalnej wycinki drzew, itp.;

- kartowania gniazd kornikowych, zbiorowisk roślinnych, drewna martwego, uszkodzeń gleby i szaty roślinnej, tras narciarskiego użytkowania, sukcesji roślinnej na obszarach rolniczych (dla kontroli w IACS) bądź terenach rekultywowanych, inwentaryzacji tropów zwierząt, ich terytoriów (np. strefy wokół gniazd), zasięgów, pomiarów inwentaryzacyjnych drzew pomnikowych, lokalizacji zwierząt zagrożonych (obroże z odbiornikami GPS i nadajnikami GPRS), itp.;
- pozyskiwania współrzędnych terenowych (BLH) jako metadanych wykonywanych zdjęć cyfrowych, geopozycjonowania dokumentów (przypisania raportu, wyników analiz fizykochemicznych do konkretnego miejsc poboru próbki wody bądź gleby);
- analiz sieciowych (*GIS network analysis*) polegających na optymalizacji dojazdu do powierzchni monitoringowych, czy określanie obszarów działania służb ratowniczych w określonym czasie (np. gaszenie pożaru lasu, nawigacja GPS na terenach pokłeskowych, opryski lasu przeciw szkodnikom), skażenia zlewni czy sieci rzecznej, oraz wielu innych, uzależnionych od charakteru badanego obiektu.

Realizacja niektórych dyrektyw (np. 2003/4/EC; 90/313) i konwencji (np. z Aarhus) UE dotyczących zagwarantowania obywatelowi dostępu do informacji o środowisku, może być oparta m.in. na udostępnianiu danych o lokalizacji: miejsc monitoringu czystości wód, gleb czy powietrza jak również rezerwatów, drzew pomnikowych i innych obiektów chronionych. Coraz częściej informacja podąży za turystą poprzez telefony komórkowe, w których zaczyna się na szerszą skalę implementować moduły odbiorników GPS. Należy jednak z wielką rozważą upubliczniać geodane o lokalizacji rzadkich, chronionych bądź zagrożonych wyginięciem stanowisk roślin i zwierząt. Odbiornik GPS wykorzystywany, na co dzień przez zbieracza grzybów czy wędkarza, może w niesprzyjających okolicznościach stać się prawdziwą zmurą dla instytucji odpowiedzialnych z ochronę przyrody.

W przypadku pomiarów GPS sprawdza się również reguła, iż apetyt rośnie w miarę jedzenia. Kilka lat temu zadawaliśmy się podaniem przez autora nazwy geograficznej góry lub doliny rzeki gdzie dokonywał swoich odkryć, i to, co najwyżej z niedoskonałą lokalizacją sięgającą może kilku minut długości i szerokości geograficznej, (jeśli w ogóle posiadał dostęp do odpowiednich map). Dziś oczekujemy publikowania wysokiej precyzji pomiaru i zapisu współrzędnych miejsc badań i nie do końca zadawała nas dokładność nawet kilkanaście metrów. Termin precyzyjne rolnictwo (też wykorzystujące technologie GPS) czy precyzyjne leśnictwo przenosi się powoli na określenie „precyzyjne środowisko przyrodnicze”. O ile dziś nie widzimy większego sensu w wyznaczaniu przebiegu trasy wędrowki wilka z dokładnością większą niż 5 metrów, to może za kilkanaście lat będzie to niezmiernie ważne z powodów nam jeszcze nieznanych.

Zapowiadane przez Komisję Europejską uruchomienie systemu GALILEO oraz sprawne funkcjonowanie systemu propagacji poprawki EGNOS niewątpliwie przyczyni się do masowego stosowania odbiorników GPS w określaniu lokalizacji obiektów czy nawigacji do nich. Niebawem też będziemy używać określenia Systemy zamiast System Globalnego Pozycjonowania (dziś poza systemem NAVSTAR GPS istnieje też GLONASS, choć ze względu na ograniczone nakłady finansowe ze strony rosyjskiej, praktyczne możliwości wykorzystania tego systemu są bardzo ograniczone).

Współrzędne BLH określane przez odbiorniki satelitarne będą stanowić jedną z podstawowych metadanych, przez co przyczynią się do stworzenia europejskiej referencyjnej bazy danych opartej na jednolitych standardach i specyfikacjach, co w końcu jest przecież podstawowym założeniem projektu dyrektywy INSPIRE.

Literatura

- DGLP, 2003: Instrukcja Urządzania Lasu. Część 1. Instrukcja sporządzania planu urządzania lasu dla nadleśnictwa. Załącznik do Zarządzenia nr 43 DGLP z dn. 18.04.2003.
- Frączyk, P. Lamparski J., Modliński G., 1996: Podstawy działania systemu GPS, Materiały I Krajowej Konferencji Zastosowania satelitarnego systemu lokalizacyjnego GPS. s. 1-33.
- Lefsky M.A., Cohen W.B., Parker G.G., Harding D.J., 2002: Lidar remote sensing for ecosystem studies. *BioScience*, 52(1), ss. 19-30.
- Narkiewicz J., 2003: GPS. Globalny System Pozycyjny. Budowa, działanie, zastosowanie. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
- Szczygielski K., 2003: Pomiary metodą DGPS w zmieniających się warunkach drzewostanowych. Praca magisterska w Katedrze Ekologii Lasu. Wydział Leśny Akademii Rolniczej w Krakowie.
- Wężyk P., 2004a: Integracja technologii geoinformatycznych w systemie monitoringu i zarządzania ekosystemami leśnym Europy, na przykładzie projektu FOREMMS (5 PR UE). *Teledetekcja Środowiska*. Nr 33. s.75-81.
- Wężyk P., 2004b: GPS w leśnictwie i ochronie przyrody. Mity i fakty. *Roczniki Geomatyki*. Tom II, Zeszyt 4, s.19-32.
- Wężyk P., Guzik M., 2004: The use of „Photogrammetry-GIS” (P-GIS) for the analysis of changes in the Tatra Mountains’ natural environment. In: A message from the Tatra. *Geographical Information Systems and Remote Sensing in Mountain Environmental Research*. Kraków, Poland, Riverside, California, USA, pp. 31-46.
- Wężyk P., Koziół K., Madejczyk A., 2001: Zakładanie sieci powierzchni monitoringowych w terenach leśnych metodą DGPS. W: Materiały Konferencyjne (CD-R): I Krajowa Konferencja „System Informacji Przestrzennej w Lasach Państwowych” – Rogów.
- Zawiła-Niedźwiedzki T., Wiśniewska E., Iracka M., 2001: Zdjęcia lotnicze i satelitarne w leśnictwie. *Mat. XI Konferencji PTIP Systemy Informacji Przestrzennej*, Warszawa, ss. 317-327.

Summary

The use of GPS receivers in scientific research, in the implementation of research results or in the completion of environmental tasks defined in certain EU directives, is becoming increasingly important. The measurement technique and receiver operation have been made simple and user-friendly, meaning that research biologists can often take themselves field measurements that in previous years required the skills of a chartered land surveyor. Geometric and descriptive databases updated on a daily basis are indispensable for the efficient operation of GIS/SIP systems that support decision-making processes and the implementation of protection programmes in national parks and other environmentally sensitive areas. GPS receivers with the option of logging measurement data are becoming the most popular tool used to update databases in an efficient and affordable way.

The need to develop digital maps of protected areas and forested land managed by Regional Forest Enterprises has been emphasised more and more in recent years. In many cases, a DGPS measurement is the only source of information in the process of reviewing existing data (e.g. in the calibration of analogue maps) or measurements of control points on archived aerial photographs. Recent examples of the implementation of GPS technology in environmental research include the development of photo-interpretation models used to obtain remote-sensing pictures (aerial photographs and satellite images), or navigation in training, monitoring and observation areas. A GPS receiver, equipped with a data logging device and software, including a data dictionary, significantly improves the efficiency of field data collection and the transfer of data to geometric and descriptive databases of GIS (SIP) systems.

The scope of use of GPS receivers in Polish national parks (NP) varies according to the financial resources available to purchase the receivers, the GIS systems implemented and the adoption of an open approach to geomatics systems. The National Forest Enterprise (PGL Lasy Państwowe), which

manages 25% of the Polish territory, approved the use of GPS receivers in forest management in 2001. The receivers have principally been used to update the Forest Digital Map, i.e. a geometric database. The map viewers and software necessary to update information, introduced recently, enable managers to make use of data obtained from GPS receivers. The receivers may be useful in the operation of forest machinery (forest utilisation) or in protective action (aerial spraying or fire fighting) - these options have also been implemented in the National Forest Enterprise. The use of GPS in navigation significantly reduces expenditure on transport and optimises journeys to monitoring points. In view of the National Afforestation Programme adopted by the Polish government, the use of GPS receivers in navigating and measuring newly forested areas or wood succession in post-agricultural areas takes on a new dimension. Recently, we have observed a growing interest from biologists and personnel employed in national parks or nature reserves in the integration of GPS receivers with data logging devices equipped with LCD displays, i.e. with hand-held computers. The EU programmes, including Phare, have provided significant support for managers applying the GPS technology in areas included in the "Natura 2000" European ecological network.

Large-scale use of GPS receivers in protected areas with varying status, and even in the National Forest Enterprise, has its disadvantages resulting from the relatively low accuracy of the devices that are actually used. The consequences of a measuring error in the positioning of a wolf track, even by a dozen metres, may be negligible, but measurements of nature reserve boundaries or the location of an endangered plant species require precision - the use of differential measurements (DGPS) is necessary. Unfortunately, this method is not always available due to receiver features; moreover, some users are not aware of the Differential GPS method. In most cases, measurements are corrected with the use of data from base-stations (Tatra NP), radio beacons on the Baltic Sea coast (Woliński NP, Słowiński NP), satellite signals or signals from the generally available Active Geodetic Network (ASG-PL), which were used in the tests performed in Miasteczko Śląskie.

mgr inż. Maciej Antosiewicz
e-mail: mant@malopolska.mw.gov.pl
tel. +4812 6303140; fax. +4812 6303532

dr inż. Piotr Wężyk
e-mail: rlwezyk@cyf-kr.edu.pl
<http://argis.les.ar.krakow.pl>
tel./fax.: +4812 662 50 82