

WSPÓŁCZESNE MOŻLIWOŚCI POMIARU SZCZEGÓŁÓW SYTUACYJNYCH W PRZESTRZENI LEŚNEJ

CONTEMPORARY SURVEYING CAPABILITY IN FORESTRY ENVIRONMENT

Michał Brach

Wydział Leśny, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

Słowa kluczowe: GPS, DGPS, geodezja leśna, tachimetr elektroniczny
Key words: GPS, DGPS, forestry surveying, total station

Wstęp

Jubileusz dziesięciolecia Leśnej Mapy Numerycznej jest znakomitą okazją do głębszej analizy metod jej aktualizacji, ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów naziemnych. Opracowanie mapy w formie wektorowego modelu danych przestrzennych (*ESRI Shape file*) pozwoliło na wierne przechowywanie informacji geograficznej z taką dokładnością, z jaką została ona wprowadzona. Mając na uwadze Standard Leśnej Mapy Numerycznej, który w sposób wyraźny obliguje do aktualizacji mapy opartej na ... *wiarygodnych danych uzyskanych z pomiarów terenowych, pomiarów GPS...* warto przyjrzeć się, jak dokładnie interpretowane jest to stwierdzenie (Standard, 2005). Wydaje się, że rozwój technologii pomiarowych stosowanych w leśnictwie jest niekiedy wprowadzany zbyt radykalnie, deprecjonując tym samym sprawdzone i dokładne metody zbierania danych. Zagadnienia z zakresu geodezji leśnej łączą w sobie różnorodne rozwiązania mogące znacząco usprawnić i poprawić jakość prac pomiarowych, realizowanych na potrzeby aktualizacji Leśnej Mapy Numerycznej.

Pojęcie szczegółu sytuacyjnego w przypadku LMN może być szeroko interpretowane. Złożoność struktury podziału powierzchniowego oraz różnorodność działań gospodarczych prowadzonych na terenie lasu niejednokrotnie wymaga wiedzy na temat metod dokumentacji dokładnego położenia obiektu. Szczegółem sytuacyjnym może zatem być nie tylko załamanie linii rozgraniczającej drzewostany o różnych charakterystykach, ale także zapis lokalizacji pułapek feromonowych, mrowisk, czy drzew pomnikowych. Standard LMN nie definiuje dopuszczalnych dokładności wyznaczania położenia tych obiektów, pozostawiając tym samym dowolność w stosowaniu technik pomiarowych. Tworzy to duże niebezpieczeństwo dla utrzymania poprawności geometrycznej mapy leśnej oraz jej zgodności z rzeczywistością. Warto zwrócić uwagę, że model wektorowy przechowuje wszystkie wprowadzone

dane w sposób niezmienny, umożliwiając równocześnie porównywanie posiadanych danych z innymi, niejednokrotnie dokładniejszymi zbiorami informacji przestrzennej.

Dostępne obecnie środki techniczne stosowane do naziemnych pomiarów terenowych możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- 1) systemy nawigacji satelitarnej, opartej o segment amerykański GPS Navstar oraz segment rosyjski GLONASS; mogą być one wspomagane rozbudowanymi rozwiązaniami poprawiającymi dokładność pomiarową (SBAS, ASG-EUPOS);
- 2) klasyczne pomiary geodezyjne wykorzystujące nowoczesne tachimetry elektroniczne oraz punkty referencyjne zgromadzone w państwowych zbiorach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej.

Odbiorniki do nawigacji satelitarnej w środowisku leśnym

Szeroki dostęp do stosunkowo tanich odbiorników do nawigacji satelitarnej, łatwość ich obsługi oraz wysoki stopień zaawansowania technicznego w sposób naturalny zyskał duże zainteresowanie osób odpowiedzialnych za pomiary terenowe w lasach. Wśród użytkowników tego rodzaju urządzeń panuje niejednokrotnie mylne przekonanie o ich faktycznej dokładności. Na taki stan rzeczy wpływ ma wiele czynników, takich jak: błędne zinterpretowanie charakterystyki odbiornika podawanej przez producenta, nie przeprowadzenie testów urządzenia w oparciu o poprawnie wyznaczone punkty referencyjne, nie wykonywanie korekcy różnicowej, nie stosowanie się do podstawowych zasad pracy z odbiornikiem i wreszcie mylne odczytywanie wartości wyświetlanych na ekranie urządzenia.

Przed podjęciem decyzji o wykonaniu pomiarów odbiornikiem do nawigacji satelitarnej należy ponad wszystko wziąć pod uwagę, że możliwa do uzyskania dokładność w terenie otwartym w trybie autonomicznym wynosi od 5 do 15 metrów (Kennedy, 2002). Jest to związane ze specyfiką sygnału satelitarnego oraz wieloma czynnikami, jakie wpływają na jego degradację, takimi jak między innymi: błędy efemeryd, opóźnienie sygnału w jonosferze i troposferze, błędy zegara satelitarnego czy zjawisko odbicia sygnału. Tego rodzaju niedokładności w autonomicznym trybie pomiaru dotyczą wszystkie odbiorniki niezależnie od ich ceny i stopnia zaawansowania technologicznego.

Zjawiskiem występującym powszechnie w drzewostanach, powodującym znaczące obniżenie dokładności pomiarowej odbiorników do nawigacji satelitarnej, jest odbicie sygnału satelitarnego. Jest to czynnik, który sprawia, że wynik pomiaru staje się całkowicie nieprzewidywalny. Doświadczenie wykonane w okresie letnim z wykorzystaniem drogiego odbiornika przeznaczonego do pomiarów w lesie, daje bardzo złe wyniki (rys. 1). Błędy pomiarowe przekraczają niejednokrotnie kilkanaście metrów, tworząc dane trudne do jakiegokolwiek interpretacji. Zdarza się również, że odbiór sygnału satelitarnego w ogóle nie jest możliwy.

Problemy tego typu można rozwiązywać pośrednio zwracając uwagę na kilka podstawowych wskazówek sformułowanych m.in. przez Wężyka (2004):

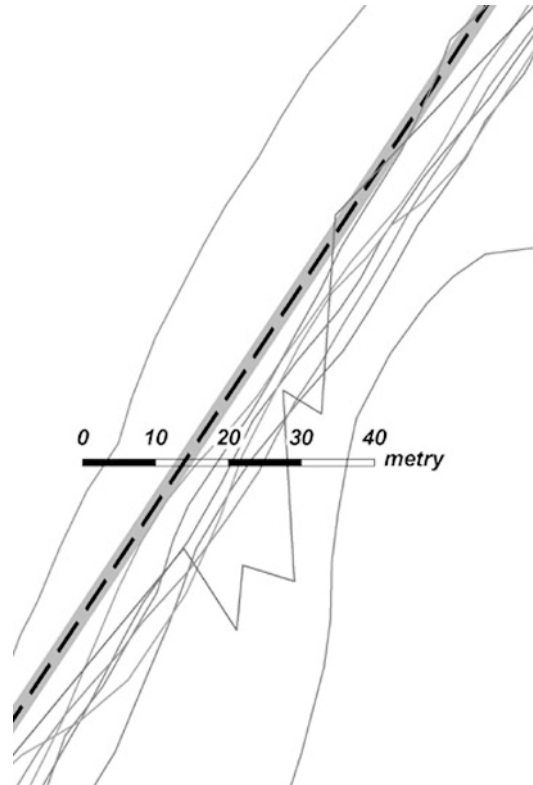
- ilość światła docierającego do dna lasu jest wprost proporcjonalna do siły sygnału GPS,
- zarejestrowanie sygnału GPS jest pięć razy bardziej energochłonne niż faktyczny pomiar, warto zatem rozpoczynać pracę w miejscach o odsłoniętym horyzoncie,
- wykonywanie pomiarów w okresie wegetacji wpływa negatywnie na siłę odbieranego sygnału GPS,

- w czasie wietrznych dni pomiary GPS mogą być utrudnione,
- duża wilgotność i deszcz zwiększają zjawisko sygnału wielotorowego,
- liście mogą kompletnie uniemożliwić odbiór sygnału GPS,
- znacznie większy wpływ na siłę sygnału GPS ma czynnik zadrzewienia niż wysokość drzewostanu,
- ważnym elementem jest planowanie sesji pomiarowej,
- minimalna liczba epok, jakie należy zarejestrować na pojedynczym punkcie to 120 – wartość ta jest podstawą do uśrednienia rzeczywistej pozycji.

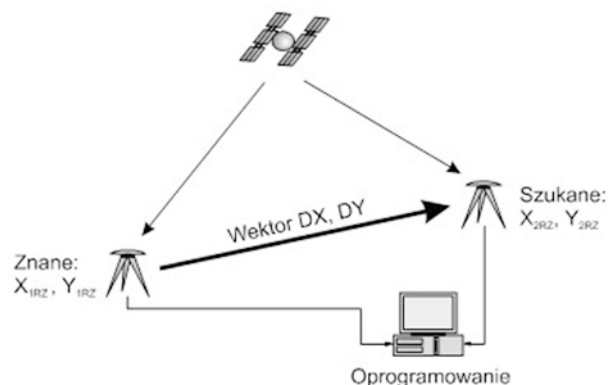
Niezwykle ważnym czynnikiem, często pomijanym przy pomiarach z wykorzystaniem odbiorników GPS jest wykonywanie korekcji różnicowej (DGPS). Zasada działania tej metody opiera się na założeniu, że błędy jakimi obciążone są dwa odbiorniki rejestrujące dane na tym samym obszarze (około 150 km), są takie same. Ustawiając jedno z urządzeń na punkcie o znanych współrzędnych możliwe jest wyliczenie poprawki dla punktu mierzonego drugim odbiornikiem (rys. 2). Efekty jakie można uzyskać stosując metodę DGPS są następujące:

- redukcja błędów spowodowanych zmiennością opóźnień: jonosferycznego i troposferycznego, niedokładności efemeryd oraz błędów zegara satelity,
- lepsze wpasowanie pomiaru w docelowy układ współrzędnych,
- redukcja błędu wyznaczania pozycji od kilkunastu centymetrów do kilku metrów (Frączyk, Figurski, Modliński, Rzepiecka, Tyranowska, 1998).

Dość powszechną metodą korekcji różnicowej jest wykorzystanie europejskiego systemu EGNOS, będącego częścią budowanego systemu nawigacji satelitarnej Galileo. EGNOS opiera się na trzech satelitach geostacjonarnych, widocznych dość nisko nad horyzontem, co tym samym całkowicie eliminuje jego użyteczność na obszarach leśnych.



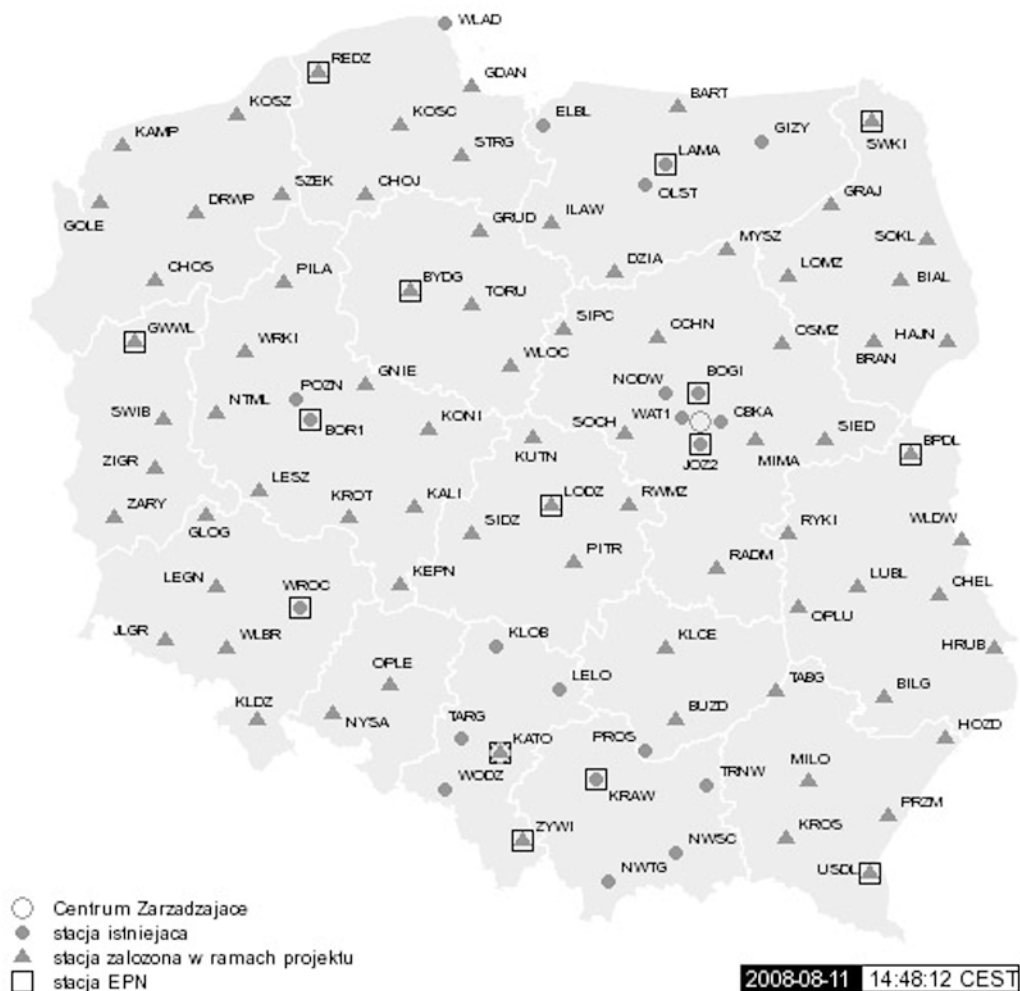
Rys. 1. Błędy pomiarów realizowanych za pomocą odbiorników do nawigacji satelitarnej na terenie leśnym (linia przerywana – faktyczny przebieg linii oddziałowej)



Rys. 2. Zasada działania korekcji różnicowej DGPS

Zdecydowanie pewniejszą metodą pozyskania danych do korekcji różnicowej jest wykorzystanie działającej sieci stacji referencyjnych ASG-EUPOS. System ten został zbudowany przy wykorzystaniu środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Dzięki zaawansowanej technologii obliczeniowej oraz zastosowaniu nowoczesnych odbiorników sygnałów GPS i GLONASS możliwe jest pobieranie poprawek za pomocą specjalnie przygotowanego serwisu internetowego. W chwili obecnej dostęp jest darmowy, a optymalne rozmieszczenie 98 funkcjonujących stacji referencyjnych daje stuprocentową przydatność do wszystkich prac realizowanych z pomocą odbiorników do nawigacji satelitarnej na terenie Polski (rys. 3).

Najbardziej zaawansowaną częścią serwisu ASG-EUPOS jest udostępnianie poprawek w czasie rzeczywistym dla odbiorników klasy geodezyjnej. Zastosowano tu tak zwaną technologię VRS (*Virtual Reference Station*) polegającą na stworzeniu wirtualnej stacji odniesienia. Powstaje ona na podstawie współrzędnych zbieranych przez stacje referencyjne otaczające



Rys. 3. Rozmieszczenie stacji referencyjnych sieci ASG-EUPOS (źródło: <http://www.asgeupos.pl>)

miejsce bieżącego pomiaru. W ten sposób utworzona nowa (wirtualna) stacja referencyjna znajduje się tuż obok miejsca pomiaru. Wektor odległości między odbiornikiem GPS a stacją jest więc bardzo krótki (ok. 2 metrów), co znacząco poprawia jakość uzyskiwanych wyników (El-Rabbany, 2002). Proces ten realizowany jest w czasie rzeczywistym za pomocą połączenia GPRS. W zależności od zastosowanego sprzętu system ASG-EUPOS pozwala prowadzić pomiary z dokładnością położenia punktu lepszą niż $\pm 0,03$ m w poziomie i $\pm 0,05$ m w pionie (URL1, 2008).

Wykorzystując wysokiej klasy dwuczęstotliwościowy odbiornik GPS (*Topcon Hiper-Pro*) przeprowadzono badania przydatności stosowania sieci stacji referencyjnych ASG-EUPOS na terenie leśnictwa Głuchów. Pomiar wykonano na powierzchniach doświadczalnych rozmieszczonych w różnorodnych drzewostanach. Współrzędne środków powierzchni, będących źródłem odniesienia dla badań, uzyskano na podstawie naziemnych pomiarów geodezyjnych. Podstawą uzyskania wysokich dokładności określania współrzędnych jest wykorzystanie pomiaru fazowego (pomiar pełnych cykli odtworzonej fali nośnej), który pod drzewostanem jest bardzo trudny do uzyskania (Lamparski, 2003). W praktyce odbiornik w tych warunkach rejestruje jedynie przybliżoną liczbę cykli fali, co znacząco obniża precyzję pomiaru. Ostatecznie udało się uzyskać wyniki lepsze niż ± 2 m przy zastosowaniu technologii VRS w czasie rzeczywistym i antenie znajdującej się na wysokości 2 m nad ziemią. Stwierdzono ponadto brak powtarzalności uzyskiwanych obserwacji dla tego samego punktu. Wydaje się jednak, że pomiar z wykorzystaniem sieci ASG-EUPOS daje ogólnie lepsze wyniki w granicach wcześniej określonego błędu maksymalnego, niż ma to miejsce przy pomiarach bez korekcji różnicowej.

Współczesna geodezja leśna w praktyce

Mimo zastosowania zaawansowanych rozwiązań w odbiornikach do nawigacji satelitarnej, granica centymetrowej dokładności określania szczegółu sytuacyjnego na obszarach leśnych możliwa jest do osiągnięcia jedynie przy zastosowaniu klasycznych pomiarów geodezyjnych. Nowoczesne tachimetry elektroniczne wyposażone w dalmierz laserowy, pozwalające na elektroniczny pomiar kąta i zapis danych w postaci cyfrowej, są łatwe w obsłudze i w pełni pozwalają wykorzystać technologię geodezji w praktyce leśnej. O wysokiej jakości pomiarowej tachymetrów elektronicznych świadczą badania przeprowadzone przez Toruńskiego (2000) dla blisko 135 typów urządzeń oraz 874 egzemplarzy. Wyniki przedstawione w tabeli pozwalają wyciągnąć wnioski dotyczące skali możliwych błędów dla pomiaru odległości, zrealizowanego na państwowej bazie komparacyjnej.

Wykorzystanie tak precyzyjnych tachymetrów elektronicznych ściśle wiąże się z koniecznością dowiązania pomiarów do istniejących osnów geodezyjnych. Praktyka pokazuje, że realizowane po II wojnie światowej pomiary geodezyjne na terenach leśnych (Łabęcki, 1978), z upływem czasu straciły swoją wartość na skutek braku stosownych działań mających chronić i konserwować punkty graniczne oraz znaki geodezyjne. Można przyjąć, że wykorzystanie istniejących osnów leśnych dla potrzeb wykorzystywania lub aktualizacji leśnej mapy numerycznej jest często bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe. Chcąc uzyskać wewnątrz kompleksu leśnego sieć punktów o znanych współrzędnych, określonych z wysoką dokładnością, konieczne jest wyznaczenie własnych źródeł danych referencyjnych (punktów osnowy).

Przykład tego rodzaju rozwiązania zrealizowano na terenie leśnictwa Strzelna, należącego do LZD Rogów, dla którego opracowano układ czterech boków odniesienia (rys. 4). Lokalizacja nowych punktów podyktowana była kilkoma względami:

- najkorzystniejszym układem boków nawiązania dla przeprowadzenia ciągów pomiarowych, obejmujących swym zasięgiem badane kompleksy leśne,
- zapewnieniem widoczności pomiędzy parą punktów tworzących bok odniesienia,
- trwałością lokalizacji punktów i ich stabilizacją, co gwarantuje możliwość szybkiego ich odnalezienia,
- dokładnością określania położenia punktów lepszą niż 10 cm,
- zagwarantowaną widocznością niebosłonu dla kąta powyżej 15° nad horyzontem.

Tabela. Charakterystyka błędu standardowego oraz błędu średniego dla wybranych tachimetrów elektronicznych

| Firma | m_s | m_0 | m_0/m_s |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Geotronics | 6,20 | 2,91 | 0,50 |
| Kern | 5,67 | 5,67 | 0,94 |
| Leica | 4,14 | 0,98 | 0,27 |
| Nikon | 5,77 | 1,04 | 0,20 |
| Pentax | 4,87 | 1,23 | 0,27 |
| Sokkia | 6,12 | 1,83 | 0,31 |
| Topcon | 5,05 | 1,51 | 0,32 |
| Wild | 6,64 | 2,92 | 0,45 |
| Zeiss-Jena | 6,87 | 4,90 | 0,73 |
| Zeiss-Opton | 5,85 | 3,13 | 0,54 |
| ŚREDNIA | 5,72 | 2,61 | 0,45 |

gdzie:

m_s – błąd standardowy dalmierza określony przez producenta (mm),

m_0 – błędy średnie pojedynczego pomiaru (mm),

m_0/m_s – stosunek błędu pojedynczego pomiaru do błędu standardowego.

wierzchniach doświadczalnych. Zastosowano w tym przypadku metodę z ekscentrem kierunku, polegającą na pomiarze odległości na pryzmat ustawiony z boku drzewa, a następnie przeniesienie osi celowej na jego środek (rys. 5). Zainstalowane w tachimetrze elektronicznym oprogramowanie wspomaga wykonywanie tego rodzaju pomiarów, czyniąc cały proces pozyskania danych łatwym i szybkim do realizacji. Tą metodą określono położenie drzewa z dokładnością $\pm 0,08$ m.

Warto jednak pamiętać, że na obszarze całego kraju funkcjonuje duża liczba państwowych osnów geodezyjnych, których współrzędne można z powodzeniem wykorzystywać (Wilkowski, 1981). Sięganie po takie źródło odniesienia jest w pełni uzasadnione z następujących powodów:

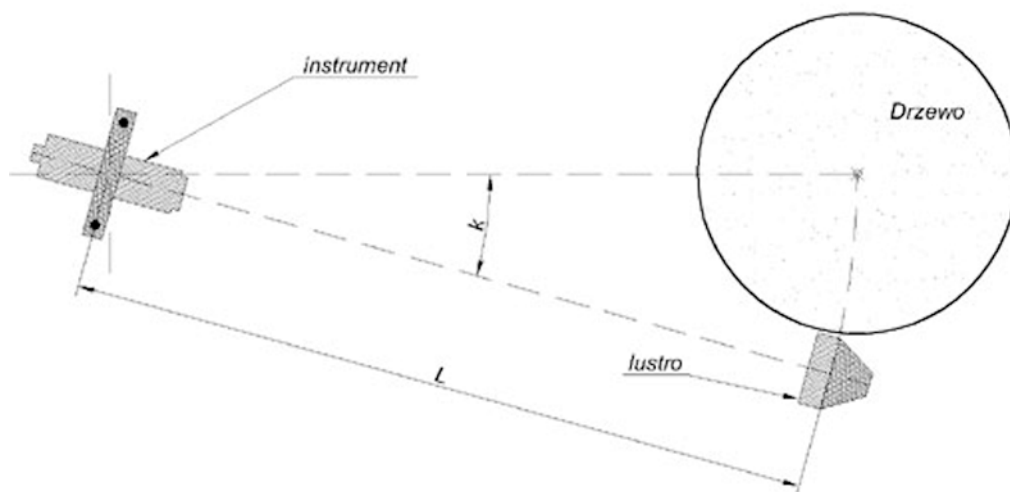
- zyskuje się czas, jaki trzeba poświęcić na tworzenie własnych punktów odniesienia,

Pomiar współrzędnych ośmiu punktów z oczekiwaną dokładnością można wyznaczyć z wykorzystaniem sieci ASG-EUPOS i odbiornika GPS klasy geodezyjnej. Plan boków nawiązania, założonych na obrzeżach kompleksu leśnego, pozostaje w ścisłej łączności z koncepcją budowy sieci ciągów poligonowych. Głównym założeniem było opracowanie stosunkowo prostej struktury geometrycznej, którą w toku dalszych opracowań można było rozbudowywać, umacniając tym samym wewnętrzną stabilność wszystkich elementów sieci. Układ głównych ciągów łączy się ze sobą w kilku punktach węzłowych. Jest to szczególnie ważne dla wyrównywania współrzędnych w obrębie całej sieci. Dla sześciu głównych ciągów poligonowych o łącznej długości 15939,66 m uzyskano odchyłki liniowe od $\pm 0,05$ m do $\pm 0,28$ m. Staranna stabilizacja pomierzonych punktów jest gwarantem, że czas poświęcony na prace terenowe nie będzie zmarnowany. Utworzona w ten sposób sieć ciągów poligonowych wewnątrz kompleksu leśnego jest znakomitym materiałem do prowadzenia dalszych prac pomiarowych w zależności od potrzeb (rys. 4).

Przykładem wykorzystania sieci geodezyjnych w lesie może być pomiar położenia środka drzewa, który wykonano w leśnictwie Strzelna na po-



Rys. 4. Szkic sytuacyjny boków referencyjnych (baza) oraz ciągów poligonowych wraz z punktami węzłowymi na terenie Leśnictwa Strzelna



Rys. 5. Metoda pomiaru położenia środka drzewa z ekscentrem kierunku
 L – długość rzeczywista, k – ekscentr kąta

- wykorzystuje się dobrze zastabilizowane i opisane punkty o znanej dokładności położenia,
- koszty zakupu współrzędnych wyrażonych w państwowych układach odniesienia są niewielkie,
- potrzebne punkty nawiązania, należące do sieci osnów państwowych, mogą znajdować się stosunkowo blisko obiektu objętego pomiarem.

Rozmieszczenie punktów o znanych współrzędnych można otrzymać w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej na terenie całego kraju.

Praktyczne wykorzystanie tego typu danych znalazło zastosowanie przy okazji inwentaryzacji środków powierzchni doświadczalnych na terenie Nadleśnictwa Milicz. Dokładna lokalizacja wyznaczonych punktów na obszarze leśnym wymagana była na potrzeby prowadzonych prac badawczych z zakresu opracowań fotogrametrycznych oraz skanowania laserowego realizowanego na obszarze leśnym. Obiekty, będące przedmiotem opracowania, znajdowały się w dwóch różnych częściach zwartej kompleksu leśnego.

W pierwszym przypadku inwentaryzacją objęto sześć powierzchni zlokalizowanych w trzech oddziałach leśnych. Teren ma dość dużą deniwelację, a co za tym idzie skomplikowany układ komunikacyjny. Mimo to, ze względu na stosunkowo rzadki drzewostan bukowy, celowanie na większe odległości nie było utrudnione. Przebiegająca nieopodal droga publiczna okazała się również miejscem, wzdłuż którego przebiega osnowa państwowa trzeciej klasy dokładności (Instrukcja, 1986). Dla 6 powierzchni zmierzono i wyrównano ciąg poligonowy dwustronnie nawiązany do państwowej osnowy geodezyjnej III rzędu o długości 3 km (rys. 6). Odchyłka liniowa wyniosła ± 7 cm.

Pozostałe 30 powierzchni doświadczalnych położone było wzdłuż linii oddziałowej na odcinku około trzech kilometrów. Obszar objęty pomiarem stanowi zwarty kompleks leśny położony z dala od jakichkolwiek osad czy dróg. Podstawowym problemem stało się zatem znalezienie dokładnych punktów odniesienia. Analizując dokumentację w ośrodku dokumentacji geodezyjnej udało się odnaleźć na tym terenie kilka punktów triangulacyjnych drugiej



Rys. 6. Szkic sytuacyjny ciągu poligonowego opartego o osnowę III rzędu w Nadleśnictwie Milicz

klasy dokładności. Pomierzony ciąg poligonowy o długości 7 km przetransformowano na osnowę z dokładnością ± 27 cm.

Dokładności wyznaczenia położenia punktów przy wykorzystaniu państwowych osnow geodezyjnych można uznać za wysokie. Przy poprawnej identyfikacji punktów oraz dobrym zaplanowaniu ciągów poligonowych możliwe jest założenie dokładnej sieci odniesienia nawet w trudnych warunkach leśnych. Podstawą przygotowania tego typu pomiarów jest wnikliwa analiza materiałów dostępnych w ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej z uwzględnieniem lokalizacji punktów osnow państwowych. Przydatne są również materiały zawierające plan sieci komunikacyjnej i strukturę wysokościową opracowywanego obszaru. Ułatwia to planowanie pomiarów, a także skraca czas potrzebny na prace terenowe.

Wnioski

- Wybór odbiornika do nawigacji satelitarnej powinien być poprzedzony wnikliwą analizą jego parametrów technicznych oraz praktycznym testem działania na punkcie o znanych współrzędnych, zlokalizowanym na obszarze leśnym.
- Dokładność odbiornika do nawigacji satelitarnej, rejestrującego dane w trybie autonomicznym na terenie leśnym znacząco odbiega od ogólnie przyjętych dokładności pomiarowych dla leśnej mapy numerycznej.
- Stosowanie korekcji różnicowej w pomiarach z odbiornikami do nawigacji satelitarnej powinno być obligatoryjne.
- Sieć ASG-EUPOS daje duże możliwości w zakresie dokładnych pomiarów naziemnych i jest cennym źródłem danych do korekcji różnicowej.
- Uzyskanie wysokiej dokładności pomiarowej na terenach zadrzewionych możliwe jest jedynie dzięki łączeniu ze sobą różnych metod pomiarowych.
- Budowa sieci punktów pomiarowych z wykorzystaniem tachimetru elektronicznego daje wysokie dokładności i jest stosunkowo prosta i szybka do realizacji.
- Cyfrowa rejestracja obserwacji w sposób istotny wpływa na szybkość opracowywania danych i znacznie upraszcza metody obliczeń.
- Jakość pomiarów wykonywanych za pomocą tachimetru elektronicznego na terenach leśnych przewyższa aktualnie dokładności uznane za oczekiwane.

Literatura

- El-Rabbany A., 2002: Introduction to GPS: The Global Positioning System. Wydawnictwo Artech Mouse.
- Frączyk P., Figurski M., Modliński G., Rzepecka Z., Tyranowska A., 1998: Podstawy Technologii Satelitarnych Systemów Lokalizacyjnych GPS, GLONASS. NAVI sp. z o.o., <http://www.navi.pl/>.
- Standard Leśnej Mapy Numerycznej. 2005: Opracowany na podstawie Zarządzenia nr 74 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 23 sierpnia 2001 r.
- Instrukcja techniczna G-1. 1986: Praca zbiorowa. Wydawnictwo Głównego Urzędu, Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Kennedy M., 2002: The Global Positioning System and GIS: An Introduction. CRC Press.
- Lamparski J., 2003: GPS w geodezji. Wydawnictwo Gall.
- Wężyk P., 2004: Mity i fakty dotyczące stosowania GPS w leśnictwie. *Roczniki Geomatyki* 2004, t. II, z. 4, PTIP, Warszawa, s. 19-32.

- Wilkowski W., 1981: Możliwości wykorzystania istniejących osnów w procesie modernizacji mapy zasadniczej na obszarze państwowego gospodarstwa leśnego. *Przegląd Geodezyjny* 11.
- Rycroft M., 2003: *Satellite Navigation Systems: Policy, Commercial and Technical Interaction*. Wydawnictwo Springer.
- Toruński A., 2000: Ocena jakości dalmierzy elektrooptycznych w świetle wyników ich komparacji. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii. Tom XLVII, Warszawa.
- URL 1. <http://www.asgeupos.pl>, 2007. Wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania satelitarne-go.

Abstract

Digital forestry maps should be updated with the use of reliable methods. GPS navigation technology created a new quality in data capture methods in forestry environment. On the other hand, we have a big problem with accurate data capture under tree canopy using such equipment. Reduction of errors in GPS measurement is possible by using differential correction and strictly complying with some basic rules. Polish network of reference stations (ASG-EUPOS) are the best non-profit sources of differential corrections. Even though there are several sophisticated measurements methods, every GPS and Glonass receiver may cause some errors. Tests were carried out at Gluchów forestry district using precise surveying receiver and ASG-EUPOS network. The accuracy of measurements under tree canopy was about two meters.

We witness abandoning the classical geodetic surveying measurement method for updating digital forestry maps. However, in spite of the workload this has been the most accurate data capture method until now. New total stations have several innovative solutions and are easy to use even by nonprofessional users. Nowadays, to start surveying measurements we can easily get precise reference points from Geodesy and Cartography Centers or using GPS signals and ASG-EUPOS network independently. The classical surveying method performs very well in difficult forestry conditions. It allows to capture precise and reliable coordinates.

dr inż. Michał Brach
Michal.Brach@wl.sggw.pl
tel. +4822 593 82 13