

Robert Krzyżek

Wykorzystanie palmtopów do pomiarów szczegółów sytuacyjnych technologią RTK GPS

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 23, 73-82

2006

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

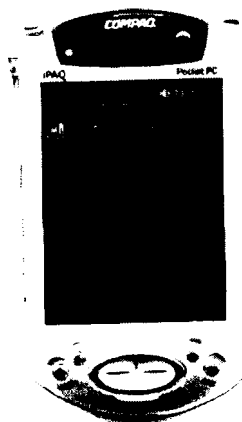
Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Robert Krzyżek

WYKORZYSTANIE PALMTOPÓW DO POMIARÓW SZCZEGÓŁÓW SYTUACYJNYCH TECHNOLOGIĄ RTK GPS

1. Opis przyrządu

Każda praca geodezyjno - kartograficzna jest wykonywana zawsze w dwóch etapach. Pierwszy etap – prace terenowe – są niewątpliwie nie tylko ważną i odpowiedzialną za końcową jakość robotą geodezyjną, ale także mają znaczny wpływ na prace kameralne, a ściślej mówiąc na czas ich trwania. Różnego rodzaju błędy pomiarowe powstałe w terenie wykrywane są dopiero podczas opracowywania wyników pomiaru. Wówczas niejednokrotnie pojawiają się niezgodności między wynikami pomiaru a stanem faktycznym w terenie np. skartowany słup znajduje się na środku drogi. W zaistniałych sytuacjach kolejny raz pomiarowy zespół geodezyjny zmuszony jest do wyjazdu w teren w celu zweryfikowania powstałych błędów i usunięcia ich niezgodności. W rezultacie następuje wzrost kosztów i opóźnienia robót geodezyjnych. Naprzeciw tym problemom wyszła dynamicznie rozwijająca się technologia w zakresie rejestracji i graficznego opracowania wyników pomiarów w terenie. Powstały nowe urządzenia, które skracają czas pracy geodetów w terenie, redukują prace kameralne do minimum zapewniając jednocześnie bieżącą kontrolę wykonywanych pomiarów w terenie. Przykładem takiego rozwiązania może być palmtop lub PEN Komputer. Stanowią one podręczne, przenośne biuro podczas pracy w terenie. Na rys. 1 przedstawiono palmtop iPAQ H 3850 firmy Compaq, który może być wykorzystywany przy pomiarach szczegółów sytuacyjnych z zastosowaniem technologii RTK GPS.



Rys. 1. Palmtop iPAQ H 3850 firmy Compaq [1].

Parametry techniczne zilustrowanego powyżej palmtopa przedstawiono w tabeli:

Procesor	206 MHz Strong Arm
Wyświetlacz	240x320 kolorowy, dotykowy
Pamięć	32/64 MB
Wprowadzanie danych	Wirtualna klawiatura, rozpoznawanie pisma odręcznego, dyktafon
Porty komunikacji	RS232, IrDa
Karty rozszerzeń	CF
Dźwięk	Wbudowany głośnik, gniazdo słuchawek
Alarmy	6 ustawień
Wymiary	130x83,5x15,9 mm
Waga	190 gram

Jest to przyrząd służący do rejestracji danych i wspomagania prac polowych. Jego największą zaletą jest połączenie rejestracji danych i ich natychmiastowej wizualizacji na tle istniejącej sytuacji: osnowy, mapy rastrowej lub wektorowej. W taki sposób możemy bezpośrednio w terenie tworzyć mapę numeryczną i korygować ewentualne błędy bez

konieczności powtarzania pomiaru. Palmtop jest wyposażony w oprogramowanie TerMap. Oprogramowanie to pozwala na wczytywanie i wyświetlanie map oraz odczytywanie, przeliczanie i wyświetlanie pomiarów bezpośrednio z instrumentu (tachimetru lub odbiornika GPS). Oprogramowanie pełni wiele funkcji, m. in.: rejestratora danych, edytora map, programu obliczeniowego, szkicownika i przenośnego biura [1].

Funkcja rejestratora danych pozwala na bieżącą rejestrację danych z tachimetru bądź odbiorników GPS. Poza tym wyniki pomiaru można edytować w dzienniku pomiarowym palmtopa.

Dzięki edytorowi map możemy tworzyć i edytować elementy liniowe, symbole i teksty. Wszystkie w/w szczegóły można w trakcie pomiaru wstawiać na odpowiednich warstwach tematycznych.

Program obliczeniowy pozwala na wykorzystanie w trakcie pomiaru takich funkcji jak: pomiary ortogonalne, biegunowe, wcięcia liniowe, katowe, przecięcia prostych, rzutowanie na prostą, tyczenie, obliczanie odległości, azymutu i kąta, a także pola powierzchni. Istotnym czynnikiem jest także możliwość tworzenia i obliczania poligonu w terenie.

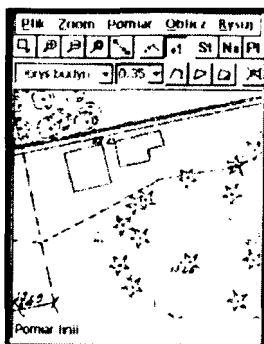
Funkcja szkicownika zastępuje zarówno prowadzenie klasycznego dziennika pomiarowego w terenie jak i tworzenie szkicu polowego. Dzięki oprogramowaniu TerMap zainstalowanego w palmtopie można praktycznie bezpośrednio tworzyć mapę w terenie.

Funkcja przenośnego biura polega w głównej mierze na połączeniu wszystkich w/w aplikacji i wykorzystania ich do zminimalizowania prac kameralnych. Omawiany graficzny rejestrator polowy zawiera także inne bardzo przydatne w pracach geodezyjnych funkcje, jak na przykład dyktafon, kalkulator, notes, kalendarz, przeglądarka internetowa, poczta elektroniczna.

2. Przygotowanie danych do pomiarów terenowych z zastosowaniem technologii RTK GPS.

Oprogramowanie TerMap jest „pochodną” programu MikroMap dobrze znanego większości geodetów. Pliki zapisywane w MikroMapie mają standardowy format (*.mmp), który bez przeszkód można eksportować do TerMap. W programie MikroMap zostają przygotowane dane kartograficzne do opracowania mapy wielkoskalowej. Sposób

przygotowania podkładu mapowego do pomiaru może być dwojaki. Po otrzymaniu mapy przeznaczonej do aktualizacji należy ją zeskanować i zapisać w formacie *.tif lub *.bmp. Następnie po wczytaniu rysunku zeskanowanej mapy do programu MikroMap należy wykonać kalibrację bazującą na transformacji Helmerta. Należy również wybrać odpowiedni układ współrzędnych (np. „1965”) oraz podać godło mapy. Wówczas współrzędne naroży ramki sekcyjnej zostaną automatycznie wyliczone. Tak przygotowaną mapę w formie rastra (zapisaną w formacie *.mmp) można wczytać do iPAQ-a za pomocą oprogramowania *ActiveSync* zapewniającego komunikację między komputerem PC a palmtopem. W ten sposób mamy przygotowany podkład mapowy – rys. 2 - na którym możemy wykonywać bezpośrednio pomiary w terenie techniką satelitarną RTK GPS [1].



Rys. 2. Podkład rastrowy zeskanowanej mapy [1].

Przygotowanie podkładu mapowego w formie samego rastra i wczytanie go do rejestratora polowego musi jednak spełniać pewne wymogi co do parametrów technicznych palmtopa. Ważnym czynnikiem wpływającym na czas pracy geodety w terenie z przygotowanym podkładem mapowym w formie skalibrowanego rastra jest pamięć wewnętrzną palmtopa RAM oraz procesor. W przypadku gdy parametry te będą zbyt niskie mogą wystąpić w terenie problemy z prędkością wykonywania niektórych poleceń w programie TerMap. W rejestratorach graficznych o dobrych parametrach technicznych kłopot taki zazwyczaj nie występuje. Wiąże się to jednak z większym wydatkiem finansowym.

Innym sposobem przygotowania danych do prac w terenie jest wczytanie do iPAQ-a samej ramki sekcyjnej aktualizowanej mapy bez rastra. Wówczas taki plik ma niewielki rozmiar. Co prawda oszczędzamy czas na przygotowanie materiałów do pomiaru ale jest to tylko pozorne.

W trakcie pomiaru nie mamy punktu odniesienia między terenem gdzie się znajdujemy, a mapą. Brak również bieżącej kontroli poprawnego usytuowania pomierzonych pikiet względem istniejących szczegółów terenowych. Ponadto dochodzą prace kameralne po wykonaniu pomiarów w terenie. Musimy wykonać te czynności, które zaniechaliśmy przed wyjściem w teren. Tak więc, jeśli chodzi o przygotowanie podkładu mapowego do pomiaru, to najlepiej gdy skalibrowaną, zwektoryzowaną i opisaną mapę wczytamy do palmtopa [1].

Przebieg pomiaru szczegółów sytuacyjnych w terenie z zastosowaniem technologii RTK GPS przedstawia się następująco. Po zdefiniowaniu stacji bazowej i zlokalizowaniu pierwszej pikiety terenowej przez odbiornik ruchomy (*rover*), geodeta ustawia tyczkę pomiarową w punkcie centralnym szczegółu terenowego. Następnie z bazy symboli palmtopa (biblioteka danych według instrukcji K-1) wybiera kod lub nazwę mierzonego symbolu i wyzwala pomiar odpowiednim przyciskiem. Wówczas w obrębie arkusza mapy (widocznego na ekranie palmtopa) zostanie wstawiony zdefiniowany szczegół terenowy. Taki sposób pomiaru pozwala na równoczesną, przybliżoną kontrolę poprawności wyniku pomiaru np. czy pomierzona latarnia znajduje się po właściwej stronie krawężnika drogi oraz ogranicza do minimum prace kameralne.

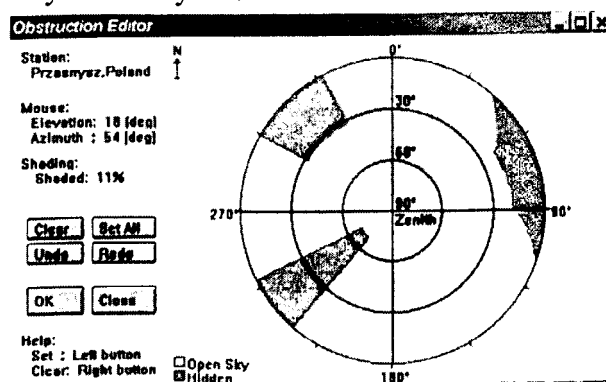
Oprócz danych kartograficznych zespół musi dysponować lokalizacją osnowy geodezyjnej na obiekcie opracowania. Po określeniu wybranych punktów osnowy przeznaczonych na stanowiska stacji referencyjnej należy wyznaczyć współrzędne tych punktów w układzie globalnym WGS-84 (GRS-80). Dzięki zastosowaniu iPAQ-a 3850 nie ma konieczności wyznaczania i pomiaru punktów do transformacji na układ lokalny. Palmtop posiada wewnętrzne oprogramowanie dokonujące automatycznego przeliczania współrzędnych kartezjańskich z układu geocentrycznego na wybrany układ lokalny np. „1965”. Oprócz układu „1965” do wyboru pozostają jeszcze układy „1992” i „2000” (wprowadzone w 2000 roku)[1].

Technologia pomiarowa RTK GPS, ze względu na obiektywne trudności rejestracji sygnałów satelitarnych, nie zawsze może być stosowana w każdym miejscu i o każdym czasie. Istnieją jednak aplikacje, dzięki którym można w pewnym stopniu ułatwić sobie prace nawet w nie do końca sprzyjających warunkach terenowych. Jedną z takich aplikacji jest program AOSS (*Ashtech Office Suite for Survey*).

Znając w przybliżeniu współrzędne geograficzne mierzonego obszaru możemy zaplanować tak pomiar aby przebywać w terenie w okresie gdy nad horyzontem będzie przynajmniej wystarczająca liczba satelitów. Wiadomo, że dokładność wyników pomiaru technologią RTK GPS zależy m. in. od liczby i konstelacji satelitów nad horyzontem. Wykorzystując moduł *Vis-A-Vis* oprogramowania AOSS możemy wybrać najkorzystniejszy czas obserwacji i zminimalizować koszty pracy. Po wywołaniu programu należy wprowadzić dane stanowiska pomiarowego (rys. 3), przy czym współrzędne tego stanowiska mogą być podane w przybliżeniu [2].

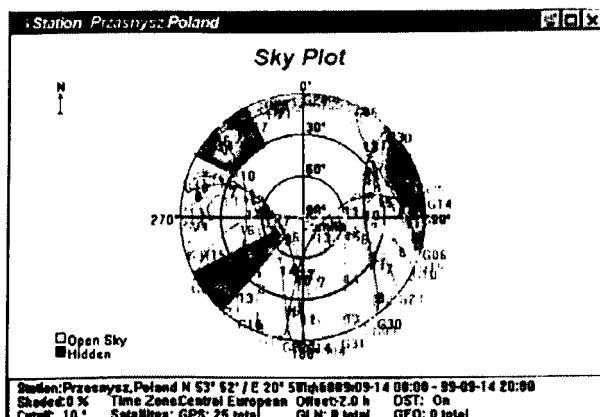
Rys. 3. Dane dotyczące stanowiska pomiarowego [2].

Wybierając teraz opcję „Obstacles” prześledzimy na wykresie widoczność horyzontu – rys. 4.

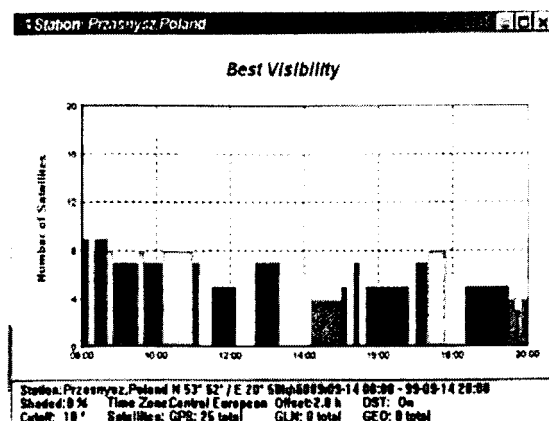


Rys. 4. Szkic widoczności horyzontu [2].

Innymi funkcjami graficznymi programu znacznie ułatwiającymi prace w terenie z zastosowaniem technologii RTK GPS są: widoczność i konstelacja satelitów – rys.5 oraz najlepsza widoczność satelitów GPS w zależności od przedziału czasowego (funkcja *Number of Satellites*) – rys. 6.



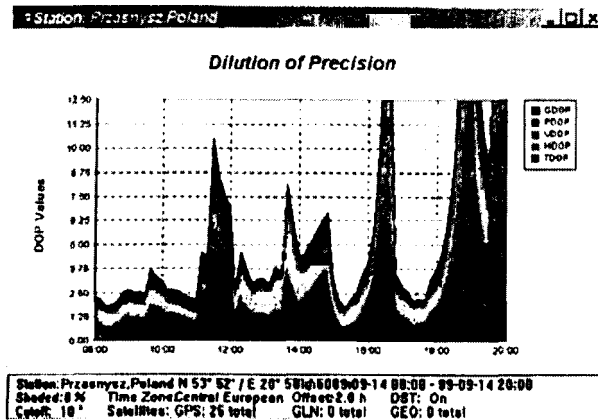
Rys. 5. Wykres konfiguracji satelitów [2].



Rys. 6. Widoczność satelitów w przedziale czasowym [2].

Innym bardzo ważnym czynnikiem wpływającym na dokładność wyznaczenia pozycji technologią RTK GPS jest geometryczna

konstelacja satelitów. Można ją zilustrować za pomocą funkcji *Dilution of Precision (dokładność pomiaru)* – DOP – rys. 7.

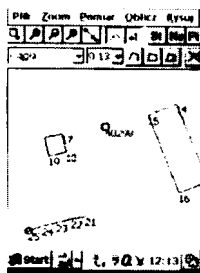


Rys. 7. Dokładność wyznaczenia pozycji za pomocą współczynników DOP [2].

Po wykonaniu wszystkich zestawień graficznych można wydrukować raport pomocny przy planowaniu obserwacji satelitarnych na danym terenie w określonym czasie.

3. Rejestracja i wizualizacja wyników pomiaru.

Jak już wcześniej wspomniano każda pomierzona pikietą terenowa jest automatycznie widoczna na odpowiednio przygotowanym podkładzie mapowym. Tą wizualizację oprogramowania TerMap we współpracy z odbiornikiem GPS osiągnięto przez zastosowanie formatu NMEA. Odbiornik GPS (np. Z-Surveyor firmy Ashtech) po obliczeniu współrzędnych B, L, H w układzie WGS – 84 wysyła dane do portu wyjściowego właśnie w takim formacie. Format NMEA jest przyjmowany przez oprogramowanie TerMap, które dokonuje transformacji współrzędnych z układu globalnego na zdefiniowany wcześniej układ lokalny. Obliczone współrzędne w układzie lokalnym w postaci wybranego symbolu są wstawiane automatycznie po wybraniu przycisku *pomierz* i widoczne w zdefiniowanym arkuszu ramki sekcyjnej – rys. 8 [1].



Rys. 8. Obraz ekranu palmtopa z oprogramowaniem TerMap w trakcie pomiaru.

Każda pomierzona pikieta terenowa posiada swój kod i jest rejestrowana w bazie danych, którą można w każdej chwili edytować. Pomiar każdej pikiety jest wyzwalany odpowiednim przyciskiem. Jednak w zależności od potrzeb wyzwolenie pomiaru można ustawić względem określonego interwału czasowego lub liniowego.

4. *Proces opracowania mapy.*

Po zakończeniu pomiarów w terenie należy wykonać drugi etap prac geodezyjnych, czyli prace kameralne. Dzięki wykorzystaniu opisywanej technologii można w zasadzie przystąpić do wyplotowania rysunku mapy w odpowiedniej skali. Rysunek ten został początkowo zdefiniowany w postaci rastra, następnie zwektoryzowany i uzupełniony wynikami pomiaru terenowego. W tym celu ponownie komunikujemy graficzny rejestrator polowy z komputerem PC za pomocą oprogramowania *ActiveSync*. Następnie kopiujemy plik zdefiniowany przez nasz obiekt z palmtopa do programu MikroMap. Jeśli zdarzy się, że pomiary terenowe są obarczone pewnymi błędami, które można było określić w notesie iPAQ-a, należy je skorygować w biurze i wyplotować rysunek mapy. Reasumując można stwierdzić, że końcowy efekt opracowania mapy w formie graficznej może mieć różne etapy przejściowe w zależności od potrzeb i możliwości wykonawcy pomiarów.

5. *Wnioski*

Po zakończeniu pomiarów w terenie należy wykonać drugi etap prac geodezyjnych, czyli prace kameralne. Dzięki wykorzystaniu opisywanej technologii można w zasadzie przystąpić do wyplotowania rysunku mapy w odpowiedniej skali. Rysunek ten został początkowo zdefiniowany w postaci rastra, następnie zwektoryzowany i uzupełniony wynikami pomiaru terenowego. W tym celu ponownie komunikujemy graficzny rejestrator polowy z komputerem PC za pomocą oprogramowania *ActiveSync*. Następnie kopiujemy plik zdefiniowany przez nasz obiekt z palmtopa do programu MikroMap. Jeśli zdarzy się, że pomiary terenowe są obarczone pewnymi błędami, które można było określić w notesie iPAQ-a, należy je skorygować w biurze i wyplotować rysunek mapy. Reasumując można stwierdzić, że końcowy efekt opracowania mapy w formie graficznej może mieć różne etapy przejściowe w zależności od potrzeb i możliwości wykonawcy pomiarów.

Literatura:

- [1] Robert Krzyżek „*Zastosowanie RTK GPS do pomiarów wykonywanych w celu opracowania map wielkoskalowych*” – Praca doktorska Akademia Górniczo – Hutnicza, Kraków 2004
- [2] Jacek Lamparski „*Navstar GPS od teorii do praktyki*” – Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego, Olsztyn 2001