

# Robert Krzyżek

---

## Wykorzystanie elektronicznych, graficznych rejestratorów polowych w pracach geodezyjnych z zastosowaniem różnych technologii pomiarowych

---

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 27, 65-70

---

2007

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](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Robert Krzyżek

## **WYKORZYSTANIE ELEKTRONICZNYCH, GRAFICZNYCH REJESTRATORÓW POLOWYCH W PRACACH GEODEZYJNYCH Z ZASTOSOWANIEM RÓŻNYCH TECHNOLOGII POMIAROWYCH**

### **Wstęp**

Rozwój technologii informacyjnej związany z pozyskiwaniem, przetwarzaniem i udostępnianiem danych o terenie jest bardzo dynamicznie rozwijającą się dziedziną naukową w geodezji. Wymierne korzyści z tego tytułu czerpią przede wszystkim geodeci, którym proponuje się co raz to nowsze rozwiązania w realizacji prac geodezyjnych. Przy silnie rozwiniętej konkurencji na rynku jedną z najistotniejszych rzeczy dla geodety jest czas. To on bardzo często decyduje zarówno o jakości wykonanej roboty jak i o kolejnych potencjalnych zleceniach. Dlatego też bardzo ważnym czynnikiem przy wykonywaniu prac geodezyjnych jest nie tylko jakość pracy ale i krótki czas jej realizacji. Producenci sprzętu geodezyjnego prześcigają się w doskonaleniu swojej aparatury, co pozwala znacznie ułatwić i skrócić czas pracy geodety w terenie jak i przy opracowaniach kameralnych. Stosuje się co raz to nowsze rozwiązania w tachimetrach elektronicznych jak i w odbiornikach GPS. Niezależnie jednak od zastosowanej technologii pomiarowej, najbardziej „czytelny” i zapewniającym bezpośrednią kontrolę w terenie, jest wykorzystywanie w pracach geodezyjnych elektronicznych, graficznych rejestratorów polowych – palmtopów.

W niniejszym artykule przedstawiono porównanie wyników pomiaru dwoma technologiami pomiarowymi obiektu terenowego w miejscowości Kozy woj. śląskie na obszarze ok. 20 ha. Do metody klasycznej, tj. tachimetrii wykorzystano tachimetr TC600 firmy Leica, natomiast do technologii satelitarnej wykorzystano odbiornik GPS Z-Surveyor firmy Ashtech z podłączonym palmtopem iPAQ H 3850 firmy Compaq.

Celem tego porównania było przedstawienie nie tylko dokładności wyników pomiarów między obiema metodami ale także komfortu i ekonomii wykonywanej pracy. Artykuł został opracowany na podstawie [1].

### **Realizacja pomiarów geodezyjnych**

Na określonym obszarze opracowania wykonano pomiar szczegółów terenowych metodą biegunową i RTK GPS. Stosując technologię opartą na pomiarze w czasie rzeczywistym wykorzystano zaproponowane w [1] pośrednie metody pomiaru. Pikiety terenowe, które zostały pomierzone z wykorzystaniem obu metod należą do najczęściej spotykanych szczegółów I grupy dokładnościowej. Są to: narożniki budynków mieszkalnych i gospodarczych, schody, ściany oporowe, załamania ogrodzeń, osadniki, słupy energetyczne i telegraficzne, bramy wjazdowe, studnie, krawędzie jezdni asfaltowych. Te ostatnie obiekty zostały pomierzone dwoma technologiami pomiarowymi, nie mniej jednak ze względu na brak jednoznaczności w zakresie lokalizacji tych samych pikiet na krawędzi jezdni, nie podlegały one porównawczej analizie dokładnościowej. Do tej grupy zaliczono także słupy energetyczne i telegraficzne, które zostały pomierzone przez bezpośrednie przyłożenie krawędzi anteny do słupa. Następnie współrzędne X i Y zostały zmienione w edycji palmtopa o przyrosty, których wypadkowa równa jest sumie promienia anteny i słupa. Dodatkowym, nietypowym szczegółem terenowym wyznaczonym przy użyciu obu technologii był zadrzewiony wąwóz, w którym płynął niewielki ciek wodny. Wykonując pomiar tego wąwozu technologią RTK zastosowano pośrednią metodę wyznaczenia trudno dostępnych pikiet terenowych, tzw. *metodę modularną* [1]. Wyniki pomiaru tego wąwozu również nie podlegały wspomnianej analizie z tej samej przyczyny co pikiety wyznaczające krawędzie jezdni asfaltowych. Pomiar takich szczegółów terenowych jak drogi i wąwóz miał więc tylko na celu sprawdzenie z jaką dokładnością pokryją się elementy liniowe powstałe na wskutek połączenia pikiet wyznaczonych technologią RTK GPS i metodą biegunową. W przypadku dróg asfaltowych krawędzie wyznaczone dwoma technologiami pomiarowymi nie pokrywały się wzajemnie zaledwie o kilka centymetrów.

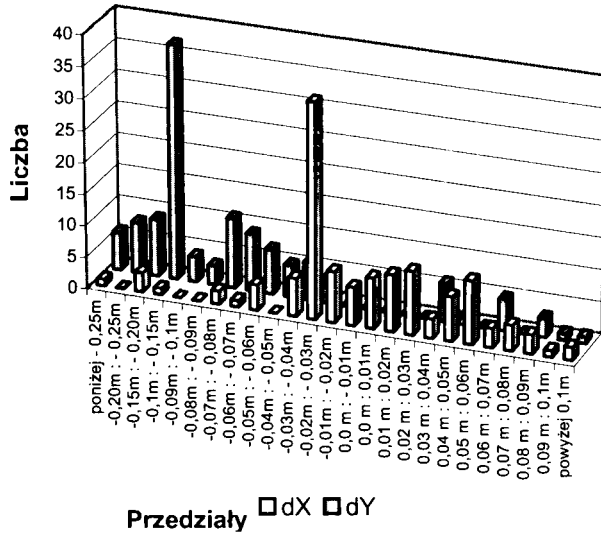
Znacznie gorzej przebiegała identyfikacja tych samych pikiet (w przybliżeniu) między dwoma metodami pomiaru dla wąwozu z rzeczką. Biorąc jednak pod uwagę, że jest to szczegół terenowy zaliczany do III grupy dokładnościowej, wyniki pomiaru technologią RTK GPS okazały się całkowicie zadawalające dla pomiarów sytuacyjno – wysokościowych. W sumie pomierzono ok. 500 pikiet terenowych z czego 126 stanowiło narożniki budynków mieszkalnych i gospodarczych (tzw. grupa A szczegółów terenowych) a 217 pozostałe pikiet sytuacyjne (tzw. grupa B szczegółów terenowych) z wyjątkiem dróg i jaru.

Dla tzw. *grupy A* szczegółów terenowych zostały wyznaczone współrzędne poziome X i Y. Nie były natomiast analizowane wysokości H dla narożników budynków ze względu na zastosowanie pośrednich metod pomiaru do ich wyznaczenia, a co za tym idzie brak możliwości określenia współrzędnej pionowej dla tych pikiet. Z kolei dla szczegółów terenowych należących do tzw. *grupy B*, zostały określone wszystkie trzy współrzędne X, Y i H.

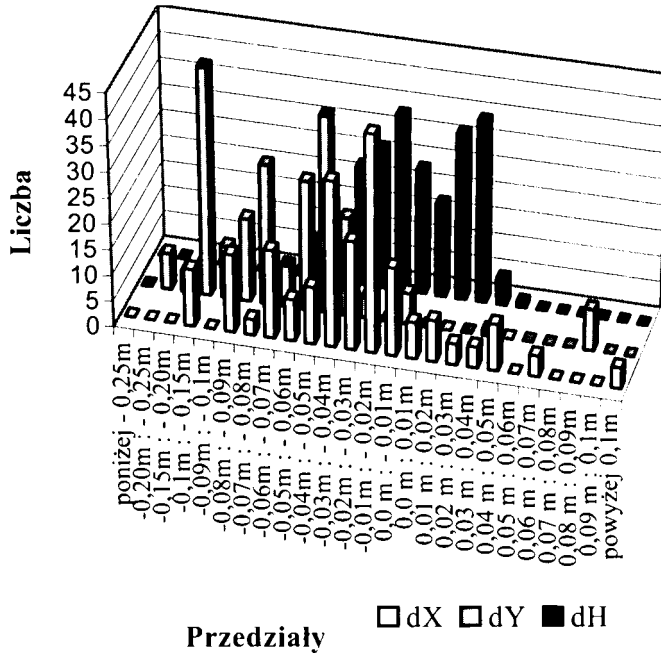
Dla każdej pomierzonej pikiety terenowej porównano współrzędne otrzymane z pomiaru metodą biegunową ze współrzędnymi uzyskanymi z pomiaru w czasie rzeczywistym otrzymując różnice dX, dY, dH. Przeciętne wartości różnic współrzędnych (liczone z wartości bezwzględnych) zawiera tabela 1.

Tabela. 1	dX [cm]	dY [cm]	dH [cm]
<i>grupa A:</i> narożniki budynków	<b>przeciętnie 4.1</b> max. 39.8 min. 0.2	<b>przeciętnie 9.9</b> max. 27.3 min. 2.6	-
<i>grupa B:</i> pozostałe szczegóły terenowe z wyłączeniem dróg i wąwozu	<b>przeciętnie 3.9</b> max. 11.5 min. 0.1	<b>przeciętnie 7.7</b> max. 22.6 min. 0.0	<b>przeciętnie 2.2</b> max. 6.4 min. 0.2

Na podstawie powyższej tabeli przedstawiono kształtowanie się różnic współrzędnych w postaci diagramów ilustrujących częstość występowania wartości dX, dY i dH w poszczególnych przedziałach – rys. 1 i 2.



Rys. 1. Częstość występowania różnic dX i dY w poszczególnych przedziałach wartości dla narożników budynków



Rys. 2. Częstość występowania różnic dX, dY i dH w poszczególnych przedziałach wartości dla pozostałych szczegółów terenowych (z wyłączeniem dróg i wąwozu)

Analizując diagramy przedstawione na rys. 1 i 2 można zauważyć, że kształtowanie się różnic współrzędnych  $dX$  jest bardzo podobne dla grupy *A* i *B* szczegółów terenowych. Najczęściej współrzędne te różnią się między metodą biegunową i RTK GPS w granicach 2-4cm. Podobna rozbieżność występuje dla współrzędnych pionowych  $H$  w odniesieniu do grupy *B* szczegółów terenowych. Sposób kształtowania się wartości różnic  $dX$  i  $dH$  przedstawionych na rys. 2 i ich wartości przeciętne podane w tabeli 2 dają podstawę do wyrażenia opinii o dobrej zgodności obu metod i ich przydatności do pomiarów sytuacyjno – wysokościowych.

Zupełnie inaczej przedstawiają się wyniki porównania współrzędnych  $Y$ . Zazwyczaj różnią się one między sobą w granicach 10 – 15cm dla grupy *A* i *B* szczegółów terenowych. W przypadku narożników budynków ten przedział jest zdecydowanie dominujący. Natomiast dla pozostałych pikiet terenowych znacząca liczba wartości  $dY$  występuje także w przedziałach 4-5 cm i 7-8 cm. Należy jednak pamiętać, że współrzędne wyznaczone metodą biegunową również są obarczone błędem. Nie są one więc wartościami wzorcowymi dla wyników innych technologii pomiarowych.

Poza tym szczegóły zdejmowane były w oparciu o różne sposoby dowiązania pomiarów do osnowy. Różna też była lokalizacja stanowisk pomiarowych w obu metodach. Gorsze wyniki porównania współrzędnych  $Y$  dla pikiet mogą między innymi wynikać z mniej dokładnych współrzędnych  $Y$  osnowy.

Porównując obie technologie pomiarowe w aspekcie dokładności wyników pomiarów i opierając się na wymaganych dokładnościach przedstawionych w instrukcjach geodezyjnych, można postawić znak przybliżonej równości między zastosowanymi metodami. Niewątpliwie jednak dodatkową zaletą w technologii satelitarnej było wykorzystanie dodatkowej aparatury – palmtopa – co pozwalało na bezpośrednią kontrolę pomiaru pikiet terenowych poprzez ich wizualizację na tle istniejącego podkładu mapowego. Zastosowanie do pomiaru palmtopa pozwoliło także na ograniczenie liczby wykorzystywanych punktów osnowy. W tym przypadku wystarczająca była lokalizacja tylko jednego punktu osnowy dla rejonu określonego zasięgiem stacji referencyjnej. Nie było natomiast konieczności wyboru punktów dostosowania gdyż wykorzystana aparatura pomiarowa została wyposażona w odpowiednie oprogramowanie wykonujące transformację bezpośrednio pomierzonych współrzędnych geodezyjnych  $B, L, H$  na współrzędne prostokątne w układzie „1965”.

Bardziej ostrożnym należy być w ocenie dotyczącej ekonomii wykonywanych pomiarów. Pojęcie ekonomia jest bardzo szeroko rozumianym zagadnieniem i nie zawsze może być właściwie przedstawione z krótkim zarysem związanym z wykonywaniem prac geodezyjnych. Nie mniej jednak niepodważalnym faktem jest, że wykorzystanie palmtopa w pracach geodezyjnych znacznie ogranicza wszelkie prace kameralne a co za tym idzie znacznie skraca czas pracy geodety w realizacji całego zlecenia.

## **Wnioski**

W celu zwiększenia efektywności pomiarów geodezyjnych należy w miarę możliwości wyposażać aparaturę pomiarową w wielofunkcyjne elektroniczne rejestratory pomiarowe (np. palmtopy). W ten sposób będzie można przeprowadzać w terenie bieżącą kontrolę pomiaru oraz minimalizować prace kameralne. Pozwoli to również na wyeliminowanie prowadzenia w terenie klasycznego szkicu polowego. Gdy zajdzie potrzeba dołączenia takiego dokumentu, zawsze można wydrukować z palmtopa rysunek pomiarowy i przedstawić go w formie szkicu. Palmtopy takie mogą pełnić rolę kontrolerów z pełną gamą oprogramowań niezbędnych do prowadzenia pomiarów technologią RTK GPS, bądź też mogą służyć jako pomocnicze narzędzie zapewniające tylko bezpośrednią wizualizację pomiarów w czasie rzeczywistym. Palmtop może także być wyposażony w dodatkowe oprogramowanie zapewniające bezpośrednio w terenie transformację współrzędnych geodezyjnych B, L, H na współrzędne w układzie państwowym, bez konieczności wykorzystywania punktów osnowy zdefiniowanych jako punkty dostosowania. Zastosowanie takiego rozwiązania do pomiaru szczegółów terenowych w czasie rzeczywistym pozwala na ograniczenie liczby wykorzystywanych punktów osnowy, tylko do stanowisk stacji bazowych. Zastosowanie takich palmtopów niewątpliwie znacznie skraca czas pracy oraz minimalizuje koszty związane z założeniem i pomiarem punktów osnowy wykorzystywanych w pomiarach RTK GPS.

## **Literatura:**

1. Krzyżek R.: *Zastosowanie RTK GPS do pomiarów wykonywanych w celu opracowania map wielkoskalowych*. Praca doktorska nieopublikowana. Akademia Górniczo – Hutnicza, Kraków 2004.