

Maciej POMYKOŁ  
Politechnika Śląska, Gliwice  
Katarzyna OSOJCA  
Instrumenty Geodezyjne T. Nadowski, Tychy

## OCENA DOKŁADNOŚCI POMIARU WSPÓLRZĘDNYCH PRZY WYKORZYSTANIU TECHNIKI GPS

**Streszczenie.** W artykule zaprezentowano wyniki własnych obserwacji geodezyjnych przy wykorzystaniu metod pomiarów GPS najbardziej powszechnie stosowanych w geodezji. Wyniki te posłużyły do przeprowadzenia analizy porównawczej dokładności wyznaczenia współrzędnych. Przeprowadzono dyskusję nad przydatnością poszczególnych metod do realizacji zadań geodezyjnych.

## THE ESTIMATION OF ACCURACY OF MEASUREMENT THE COORDINATES BY USING GPS TECHNIQUE

**Summary.** The article presents results of personal geodetic measurements by using the most often GPS measurement methods. It performed comparative analysis of coordinates appoint accuracy on the basis of these results. The usefulness of particular methods for geodetic tasks realization was also discussed.

### 1. Wprowadzenie

GPS (Global Positioning System) jest globalnym systemem opartym na satelitarnych sygnałach radiowych. Obecnie w geodezji system GPS wykorzystywany jest do określania współrzędnych punktów geodezyjnych.

W Polskiej geodezji już jakiś czas temu zaczęły się przymiarki do wykorzystania nowej technologii w codziennej pracy. Powstał wówczas projekt aktywnej sieci geodezyjnej ASG - PL, który najpierw testowo miał objąć teren dwóch województw – Małopolski i Śląska, a następnie obszar całego kraju. W międzyczasie został ogłoszony przetarg na budowę

kompletnego systemu pokrywającego wszystkie pozostałe województwa w ramach projektu ASG EUPOS, który został rozstrzygnięty w grudniu 2006 roku. Obecnie trwają kolejne etapy realizacji projektu, jako ostateczny termin uruchomienia systemu przewidziany jest styczeń przyszłego roku. W tym czasie geodeci, firmy reprezentujące producentów odbiorników, a przede wszystkim Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego stworzyli w Polsce sieci działające niezależnie od ASG EUPOS. Dzięki temu praktycznie w każdym większym mieście w Polsce znajdują się aktywne stacje referencyjne, umożliwiające geodetom pracę z systemem GPS, natomiast na terenie województw śląskiego i małopolskiego działa, bardzo sprawnie, bezpłatna sieć stacji referencyjnych.

Ze względu na coraz większy rozwój technologii, precyzję i wygodę działania, relatywny spadek ceny odbiorników technika GPS znajduje powszechniejsze zastosowanie w kraju, również w szeroko rozumianych pomiarach dla celów górniczych.

Producenci sprzętu prześcigają się w usprawnianiu odbiorników i anten. Przede wszystkim dostosowują je do jak najwygodniejszego wykorzystania jako odbiorniki ruchome, tzw. Roversy. Właściwie każdy z najnowszych odbiorników umożliwia pracę w terenie na lokalnych układach współrzędnych, definiowanych i wgrywanych uprzednio do odbiorników, lub definiowanych bezpośrednio w terenie dla określonego obszaru na podstawie wybranych punktów dostosowania. Dzięki temu praca (zwłaszcza tyczenie) jest jeszcze szybsza i bardziej efektywna.

W związku z tak dynamicznym rozwojem istotne obecnie staje się zapoznanie geodetów z możliwościami, jakie otwiera przed nami wykorzystanie nowej technologii, szczególnie w dziedzinach, w których dotychczas nie była ona wykorzystywana. Obecnie obserwuje się coraz większe zainteresowanie działów mierniczych kopalń węgla kamiennego możliwościami, jakie oferuje technologia GPS.

## 2. Przegląd metod pomiarowych

Zasadniczo metody pomiaru GPS można podzielić na trzy podstawowe grupy:

- wyznaczanie pozycji pojedynczego punktu (Single Point Positioning), tzw. wyznaczenie absolutne (mała dokładność),
- pomiar różnicowy GPS (DGPS),
- względne wyznaczanie pozycji (Relative Positioning).

Wyniki pomiarów GPS mogą być uzyskiwane na dwa sposoby:

- po zakończeniu pomiarów (tzw. postprocessing) – opracowanie pomiarów następuje po zakończeniu prac polowych za pomocą programów komputerowych,
- podczas pomiaru w terenie (real time positioning) – pozycja wyznaczana jest w czasie rzeczywistym w trakcie wykonywania pomiaru.

W geodezji praktycznie wykorzystuje się jedną z wyżej wymienionych metod pomiaru GPS – pomiar względny, gdyż jedynie on pozwala na uzyskanie dokładności odpowiednich dla wyznaczeń geodezyjnych.

Wyróżniamy następujące technologie pomiarów względnych:

- pomiar statyczny (najwyższa dokładność, długi czas obserwacji – pomiary osnów),
- pomiar kinematyczny (stacja bazowa, odbiorniki ruchome – pomiary topograficzne),
- pomiar metodą półkinematyczną, np. stop & go (kombinacja metod statycznej i kinematycznej – pomiar ciągły nawet podczas zmiany położenia odbiornika),
- pomiar metodą pseudostatyczną = pseudokinematyczną (dublowanie pomiarów na punktach),
- pomiar metodą szybką statyczną (stacje bazowe, odbiorniki ruchome - najczęściej stosowana metoda pomiaru statycznego).

Najbardziej dynamicznie rozwijającą się i powszechnie wykorzystywaną technologią pomiaru jest obecnie metoda RTK (real time kinematic). Pomiar RTK jest pomiarem kinematycznym z inicjalizacją „on the fly”, a wyniki są uzyskiwane w czasie rzeczywistym. Wyniki są poprawiane ze względu na błędy systemu w czasie rzeczywistym. Obecnie możliwy jest pomiar „zwykły” RTK oraz pomiar RTK z wykorzystaniem sieci stacji referencyjnych. „Zwykły” RTK jest typową metodą względnego pomiaru GPS, w której odbiornik bazowy ustawiony jest na punkcie o znanych współrzędnych, a odbiornik ruchomy przemieszcza się na wyznaczanych punktach. W metodzie tej konieczne jest wykorzystanie dwóch odbiorników. Gdy możliwe jest wykorzystanie sieci stacji referencyjnych, pomiar ogranicza się do czynności na punktach wyznaczanych.

Celem sieci referencyjnych jest szacowanie wielkości błędów systemu (głównie jonosfery, troposfery i orbit satelitów) i dostarczanie informacji o poprawkach sieciowych w formacie RTCM do odbiorników ruchomych, tak by zapewnić pomiar z dokładnością wyższą niż przy zastosowaniu „zwykłej” metody RTK. Obecnie w Polsce stosowane są dwie metody generowania poprawek różnicowych: korekty powierzchniowe FKP oraz wirtualnych

stacji referencyjnych VRS. W przyszłości przewiduje się również wprowadzenie metody opracowania danych korekcyjnych, tzw. Master Auxiliary Concept (MAC).

W zależności od wymaganych dokładności geodeci wykorzystują trzy metody pomiaru:

- metodę statyczną,
- metodę szybką statyczną,
- metodę RTK.

### 3. Realizacja pomiarów

Pomiary zostały przeprowadzone w maju 2006 r., gdy system ASG - PL nie udostępnił korekt RTK. Dlatego też sieć ASG została wykorzystana jedynie jako nawiązanie dla pomiarów statycznych. Realizacja pomiarów przebiegała w 3 podstawowych etapach:

**Etap pierwszy** polegał na wyborze sieci pomiarowej, wykonaniu wywiadu terenowego oraz na zaplanowaniu pomiarów.

**Etap drugi** polegał na przeprowadzeniu pomiarów ustalonej sieci za pomocą trzech metod pomiarowych.

**Etap trzeci** stanowiło opracowanie uzyskanych wyników.

Sieć pomiarowa została skonstruowana z siedmiu punktów III klasy geodezyjnej osnowy poziomej. Wybrane punkty znajdowały się na terenie powiatu tyskiego, cztery punkty znajdowały się na obszarze dzielnicy Tychy - Urbanowice (1007, 1015, 1014, 1055), a trzy kolejne na obszarze dzielnicy Tychy - Cielmice (1672, 1139 i 1140).

Dodatkowo jako punkt nawiązania wykorzystano punkt POLREF nr 0401, znajdujący się w Radostowicach na terenie powiatu pszczyńskiego. Sieć pomiarową nawiązano również do następujących czterech stacji referencyjnych sieci ASG - PL:

- KATO – znajdującej się w WODGiK w Katowicach,
- TARG – znajdującej się w PODGiK w Tarnowskich Górach,
- WODZ – znajdującej się w Urzędzie Miasta w Wodzisławiu Śląskim,
- ZYWI – znajdującej się w Starostwie Powiatowym w Żywcu.

Podczas pomiaru metodą RTK wykorzystano antenę prywatnej stacji referencyjnej tychy1, będącą własnością firmy „Instrumenty geodezyjne Tadeusz Nadowski Sp.j.”.

Punkty posiadały całkowicie odsłonięty horyzont obserwacyjny. Wyjątek stanowił punkt nr 1015, od którego północno - zachodniej strony znajdowała się przeszkoda terenowa

w postaci wysokich drzew. Punkt ten został wybrany celowo, aby sprawdzić wpływ przeszkody na przeprowadzony pomiar.

Do wykonania pomiarów wykorzystane zostały trzy odbiorniki GPS firmy Leica Geosystems:

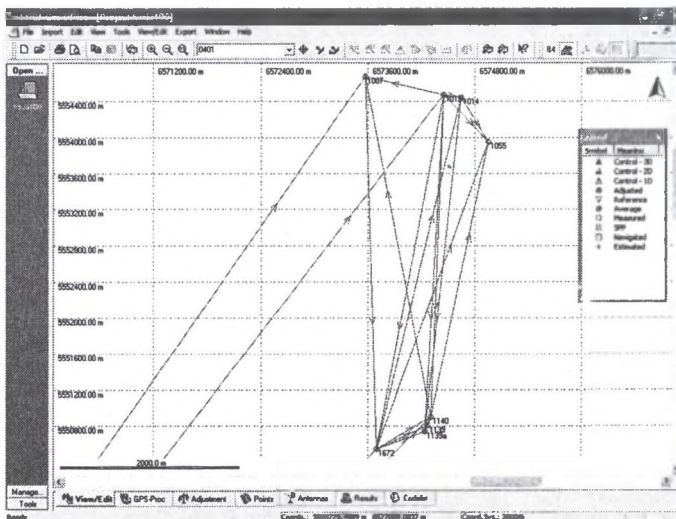
- dwa odbiorniki GPS systemu 1200 (odbiornik GX1230, antena AX1202),
- jeden SmartRover systemu 1200 (odbiornik RX1230X, antena ATX1230).

Postprocessing przeprowadzono w programie modułowym Leica Geo Office LGO, a współrzędne wyznaczono w układzie współrzędnych 2000/6.

### 3.1. Metoda statyczna

Pomiar metodą statyczną został zrealizowany w ciągu dwóch dni, co podyktowane było ograniczoną liczbą odbiorników. W pierwszym etapie przeprowadzono pomiar wewnętrzny sieci w sześciu sesjach trwających 45 minut każda. Drugiego dnia wykonano nawiązanie sieci do punktu POLREF 0401, znajdującego się w Radostowicach w dwóch godzinnych sesjach;

- interwał rejestracji danych między kolejnymi epokami wynosił 10 sekund,
- minimalna elewacja 5°,
- liczba śledzonych satelitów > 8,
- współczynnik GDOP < 3.



Rys. 1. Sieć wektorów dla punktów mierzonych metodą statyczną  
Fig. 1. Net of the vectors for points measured by static method

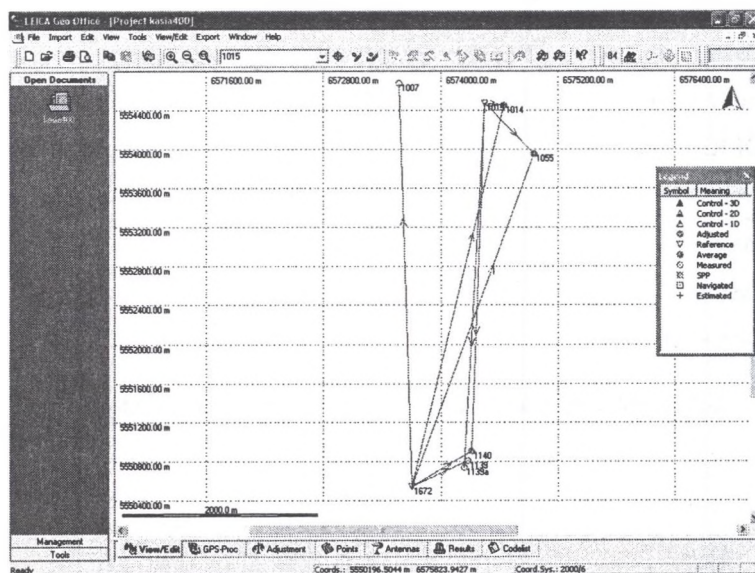


Pomierzoną sieć nawiązano do czterech najkorzystniej położonych stacji z Katowic, Wodzisławia Śląskiego, Żywca i Tarnowskich Gór systemu ASG - PL. Dla wybranych stacji pobrano pliki obserwacyjne z danymi zapisanymi w interwale 5 s.

### 3.2. Metoda szybka statyczna

Pomiar metodą szybką statyczną został wykonany za pomocą dwóch odbiorników GPS 1200. Wykonano pomiar wewnętrzny sieci. Jako punkty referencyjne zostały wykorzystane punkty 1672 i 1015, natomiast punktami mierzonymi były punkty 1007, 1055 i 1139.

W trakcie pomiaru odnotowano bardzo dobre parametry pomiarowe (GDOP <3; liczba śledzonych satelitów >8). Czas pomiaru w odbiornikach ruchomych nie przekraczał 10 minut.



Rys. 2. Sieć wektorów dla punktów mierzonych metodą szybką statyczną  
Fig. 2. Net of the vectors for points measured by quick static method

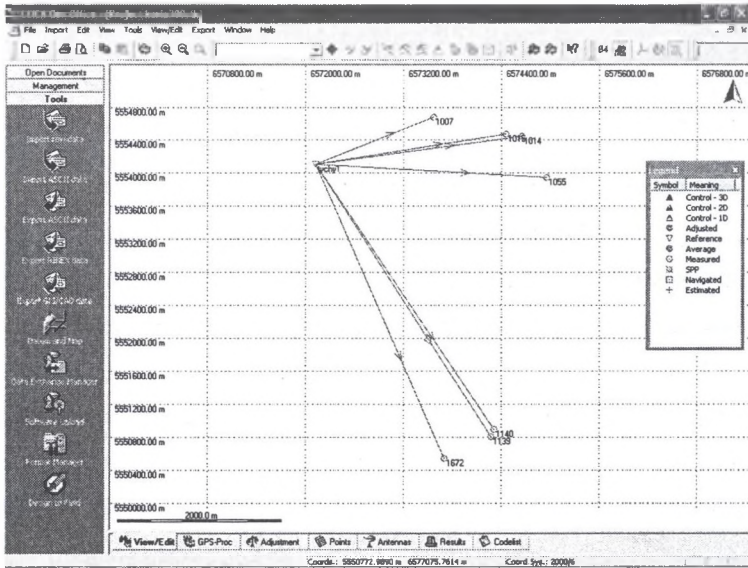
### 3.3. Metoda RTK

Pomiar sieci przeprowadzono tzw. „zwykłą” metodą RTK. Na wybór takiej metody pomiaru wpływ miało zaprzestanie udostępnienia poprawek RTK przez system ASG - PL.

Podczas pomiaru zastosowano dwa odbiorniki, z których pierwszy (GPS 1200) stanowiący bazę, został połączony z anteną znajdującą się na słupie stacji referencyjnej TYCHY 1. W odbiorniku tym, jako urządzenie zewnętrzne, zastosowano modem GSM w obudowie GFU 17. Jako drugi odbiornik (ruchomy) wykorzystano SmartRover zintegrowany z technologią Bluetooth, natomiast jako port komunikacyjny został

zastosowany telefon komórkowy Motorola E1000. Pomiar wykonano bez użycia statywu, metodą „wszystko na tyczce”. Interwał rejestracji danych wynosił 1 sekundę. Na każdym punkcie śledzona była min. liczba 8 satelitów, natomiast współczynnik DOP < 3.

Pomiar polegał na zainicjowaniu połączenia ze stacją bazową, i odbiorze korekt, co automatycznie zwiększało dokładność do ok. 0,01 m, następnie na wykonaniu pomiaru (ok. 5 s), zatrzymaniu pomiaru i przerwaniu połączenia. Metodą RTK zmierzono sieć składającą się z 6 punktów.



Rys. 3. Sieć wektorów dla punktów mierzonych metodą RTK

Fig. 3. Net of the vectors for points measured by RTK method

W celu zwiększenia dokładności przeprowadzono transformację w terenie przez wykorzystanie punktów dostosowania (współrzędne uzyskane z ODGiK w układzie 2000/6).

#### 4. Analiza dokładności

Średni błąd wyznaczenia położenia punktu  $m_p$  dla wszystkich metod wahał się pomiędzy 0,0008 m a 0,0189 m. Najmniejsze błędy położenia punktu, nieprzekraczające wartości 0,0068 m, uzyskano przy pomiarze sieci metodą statyczną (w obu wariantach nawiązania). Najmniej dokładną okazała się być metoda szybka statyczna, podczas której wartość  $m_p$  osiągała maksymalną wartość 0,0189 m. Podczas pomiaru metodą RTK wartość  $m_p$  nie

przekraczała 0,0140 m. Tak wysoka dokładność tej metody spowodowana była wykonaną transformacją wyników pomiarów.

Tablica 1

Zestawienie współrzędnych punktów uzyskanych metodą statyczną

Nr punktu	W nawiązaniu do sieci ASG-PL			W nawiązaniu do punktu POLREF		
	X	Y	$m_p$	X	Y	$m_p$
1007	5554677,2685	6573570,5073	0,0045	5554677,2693	6573570,5118	0,0061
1015	5554475,6627	6574446,9390	0,0045	5554475,6688	6574446,9428	0,0064
1014	5554449,6083	6574643,3043	0,0044	5554449,6094	6574643,3084	0,0068
1055	5553952,5483	6574949,7354	0,0053	5553952,5521	6574949,7385	0,0067
1139	5550740,6010	6574238,3205	0,0050	5550740,5973	6574238,3239	0,0068
1140	5550901,9599	6574307,2460	0,0042	5550902,9607	6574307,2504	0,0059
1672	5550544,2733	6573699,1968	0,0033	5550544,2734	6573699,2013	0,0059

Obserwuje się niewielkie różnice pomiędzy współrzędnymi punktów wyznaczonych metodami statycznymi w nawiązaniu do sieci ASG - PL i w nawiązaniu do punktu POLREF. Nawiązanie do sieci ASG dało mniejszy błąd położenia punktu  $m_p$  wynoszący maksymalnie 5,3 mm, podczas gdy średni błąd położenia punktu w nawiązaniu do punktu POLREF wynosił ponad 6,8 mm. Różnice współrzędnych punktów wyznaczonych w obu wariantach nawiązania nie przekraczają 10 mm. Niestety, nawiązanie do sieci ASG - PL obecnie jest efektywne jedynie na terenie województwa śląskiego i małopolskiego, dlatego wybór wariantu nawiązania zależy głównie od miejsca wykonywania pomiaru.

Tablica 2

Zestawienie otrzymanych współrzędnych punktów ze współrzędnymi z ODGiK

Nr punktu	Wyniki przeprowadzonego pomiaru			Współrzędne z ODGiK		
	X	Y	$m_p$	X	Y	$m_p$
1007	5554677,27	6573570,51	0,00	5554677,26	6573570,50	0,01
1015	5554475,66	6574446,94	0,01	5554475,66	6574446,90	0,01
1014	5554449,61	6574643,30	0,00	5554449,58	6574643,31	0,00
1055	5553952,55	6574949,74	0,01	5553952,49	6574949,72	0,01
1139	5550740,60	6574238,32	0,00	5550740,61	6574238,28	0,01
1140	5550901,96	6574307,25	0,00	5550902,01	6574307,22	0,01
1672	5550544,27	6573699,20	0,00	5550544,28	6573699,16	0,01

Pomiar metodą statyczną ze względu na najwyższe dokładności może być wykorzystywany do wyznaczenia współrzędnych punktów przy zakładaniu osnów, precyzyjnych wyznaczeń wektorów przesunięć, pomiarów związanych z wykonywaniem



mapy zasadniczej i katastralnej itd. Natomiast dokładność uzyskanych wyników zależy głównie od położenia punktów, liczby sesji pomiarowych oraz czasu obserwacji.

Przy pomiarze **metodą szybką statyczną**, punkty 1015 i 1672 spełniały rolę punktów referencyjnych, natomiast współrzędne punktów 1140 i 1014 zostały wyznaczone z większej liczby wektorów, co znacząco podniosło dokładność wyznaczenia ich współrzędnych.

Średni błąd wyznaczenia położenia punktów nie przekraczał wartości 18,9 mm, podczas gdy przy pomiarze metodą statyczną wynosił maksymalnie poniżej 6,8 mm. Różnice pomiędzy wynikami pomiaru metodą szybką statyczną a statyczną wyniosły dla współrzędnej X maksymalnie 40 mm, natomiast dla współrzędnej Y maksymalnie 50 mm.

Tablica 3

Zestawienie współrzędnych punktów dla różnych metod pomiaru

Nr punktu	Metoda szybka statyczna			Metoda statyczna		
	X	Y	$m_p$	X	Y	$m_p$
1007	5554677,3052	6573570,4697	0,0008	5554677,2685	6573570,5073	0,0045
1055	5553952,5795	6574949,7055	0,0189	5553952,5483	6574949,7354	0,0053
1139	5550740,5655	6574238,2728	0,0017	5550740,6010	6574238,3205	0,0050

Dokładność osiągana przy pomiarze metodą szybką statyczną, przy czasie obserwacji pojedynczego punktu 10 minut i odległościach między punktami nieprzekraczającymi 10 km, jest porównywalna z dokładnością pomiaru sieci za pomocą metody statycznej przy czasie obserwacji pojedynczego punktu 45 min. Dokładności te maleją wraz z wzrostem odległości pomiędzy punktami i wraz ze spadkiem liczby śledzonych satelitów. Dlatego też wykorzystanie metody szybkiej statycznej zależy głównie od konstrukcji mierzonej sieci oraz od położenia punktów pomiarowych.

Tablica 4

Zestawienie otrzymanych współrzędnych punktów ze współrzędnymi z ODGiK

Nr punktu	Wyniki przeprowadzonego pomiaru			Współrzędne z ODGiK		
	X	Y	$m_p$	X	Y	$m_p$
1007	5554677,30	6573570,47	0,00	5554677,26	6573570,50	0,01
1055	5553952,58	6574949,70	0,02	5553952,49	6574949,72	0,01
1139	5550740,56	6574238,27	0,00	5550740,61	6574238,28	0,01

Niewielkie rozbieżności pomiędzy współrzędnymi uzyskanymi z pomiarów metodą szybką statyczną a współrzędnymi z Ośrodka Dokumentacji świadczą o efektywności tej metody. Umożliwia ona bowiem uzyskanie zbliżonych wartości współrzędnych w czasie znacznie krótszym niż przy metodzie statycznej.

Pomiar przy użyciu metody szybkiej statycznej jest idealnym rozwiązaniem dla zadań, takich jak aktualizacja operatów ewidencji gruntów, tworzenie Systemu Informacji o Terenie, aktualizacja map topograficznych, aktualizacja osnów geodezyjnych itd.

Pomiar sieci za pomocą metody RTK z wykorzystaniem anteny stacji referencyjnej stanowił rozwiązanie najbardziej wygodne i oszczędne.

Tablica 5

Zestawienie współrzędnych punktów dla różnych metod pomiaru

Nr punktu	Metoda RTK			Metoda statyczna		
	X	Y	$m_p$	X	Y	$m_p$
1007	5554677,2765	6573570,5117	0,0070	5554677,2685	6573570,5073	0,0045
1015	5554475,6645	6574446,9360	0,0140	5554475,6627	6574446,9390	0,0045
1014	5554449,6276	6574643,3070	0,0116	5554449,6083	6574643,3043	0,0044
1055	5553952,5575	6574949,7471	0,0074	5553952,5483	6574949,7354	0,0053
1140	5550901,9620	6574307,2545	0,0065	5550902,9599	6574307,2460	0,0042
1672	5550544,2726	6573699,1988	0,0070	5550544,2733	6573699,1968	0,0033

Średni błąd wyznaczenia położenia punktu nie przekroczył wartości 14 mm. Różnice współrzędnych wyznaczonych w wyniku pomiaru RTK i pomiaru metodą statyczną wyniosły dla współrzędnej X maksymalnie 20 mm, a dla współrzędnej Y maksymalnie 10 mm. Jak już wspomniano, tak wysoka dokładność tej metody jest wynikiem transformacji uzyskanych współrzędnych.

Tablica 6

Zestawienie otrzymanych współrzędnych punktów ze współrzędnymi z ODGiK

Nr punktu	Wyniki przeprowadzonego pomiaru			Współrzędne z ODGiK		
	X	Y	$m_p$	X	Y	$m_p$
1007	5554677,28	6573570,51	0,01	5554677,26	6573570,50	0,01
1015	5554475,66	6574446,94	0,01	5554475,66	6574446,90	0,01
1014	5554449,63	6574643,31	0,01	5554449,58	6574643,31	0,00
1055	5553952,56	6574949,75	0,01	5553952,49	6574949,72	0,01
1140	5550901,96	6574307,25	0,01	5550902,01	6574307,22	0,01
1672	5550544,27	6573699,20	0,01	5550544,28	6573699,16	0,01

Maksymalne różnice pomiędzy pomiarem RTK a współrzędnymi z ODGiK po X wynoszą 60 mm, a po Y nie przekraczają 40 mm. Pomiar RTK może być przeprowadzony przez jedną osobę, co ogranicza koszty oraz eliminuje trudności organizacyjne związane

z komunikacją pomiędzy ekipami pomiarowymi. Dodatkowo czas pojedynczej obserwacji jest bardzo krótki, wynosi kilka sekund.

Na uzyskaną dokładność wpływ miało przeprowadzenie transformacji, co w praktyce wiąże się z koniecznością pomiaru dodatkowo punktów dostosowania (punktów o znanych współrzędnych). W przypadku przeprowadzonego pomiaru wszystkie punkty sieci były jednocześnie punktami dostosowania.

Metoda RTK jest obecnie najbardziej dynamicznie rozwijającą się technologią pomiaru, a pomiar z wykorzystaniem sieci stacji permanentnych (ASG - PL) pozwala na uzyskiwanie jeszcze wyższych dokładności.

## 5. Podsumowanie

Wyniki uzyskane w toku pomiarów wskazują na użyteczny charakter zastosowanych metod pomiarowych w geodezji. Każda z nich może być wykorzystana podczas większości zadań geodezyjnych, dlatego istotna jest wiedza na temat ich różnic i uzyskiwanych dokładności. Jest to niezbędne dla wyboru odpowiedniej metody i korzystanie w pełni z technologii, która bez wątpienia stanowi przyszłość współczesnej geodezji

Najlepszym dowodem na to, jak szybki i istotny jest rozwój technologii GPS w naszym kraju, jest obserwacja zmian, jakie dokonały się w tym temacie w ciągu ostatniego roku.

Przed wszystkim przełomem był grudzień 2006 r., kiedy to miały miejsce dwa zdarzenia. Po pierwsze, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego uruchomił dystrybucję poprawek RTK w sieci ASG - PL. Po drugie, GUGiK rozstrzygnął przetarg na realizację sieci stacji referencyjnych w ramach projektu ASG EPOS, pokrywających teren całej Polski. Sieć ASG na terenie województw śląskiego i małopolskiego obecnie pracuje bez zarzutu, a liczba jej użytkowników rośnie dosłownie z dnia na dzień, o czym świadczy chociażby fakt, iż ostatnio ze względu na zbyt dużą liczbę użytkowników musiała zostać zwiększona przepustowość łącza obsługującego dystrybucję poprawek. Obecnie istnieje możliwość pracy w czasie rzeczywistym w nawiązaniu do jednej wybranej stacji lub do sieci w systemie VRS (wirtualnej stacji referencyjnej).

Doświadczenia pokazują, iż najwyższe dokładności osiąga się wykorzystując poprawkę sieciową RTCM23\_VRS. Uzyskiwane dokładności to odpowiednio dla współrzędnych X, Y do 2 cm, a dla współrzędnej wysokościowej do 4 cm. Po wyrównaniu sieci lub wykonaniu transformacji w terenie dla punktów o znanej wysokości dokładność ta wzrasta.

Wykorzystanie w pomiarach RTK pojedynczych stacji sieci może dawać lepsze rezultaty, gdy pomiary prowadzone są na granicach obszaru działania sieci. Dodatkowo na obszarach, gdzie jeszcze nie ma państwowej sieci, licznie powstają prywatne stacje referencyjne, obsługiwane przez prywatnych przedsiębiorców lub firmy będące przedstawicielami producentów sprzętu GPS (Nadowski, TPI).

Obecnie większość odbiorników przystosowana jest do obsługi zarówno systemu GPS, jak GLONASS i GALILEO, dzięki czemu są one przygotowane na wszelkie czekające nas zmiany.

Coraz bardziej powszechne staje się wykorzystywanie technologii GPS dla realizacji pomiarów na terenach górniczych, czego przykładem może być np. aktualizacja map sytuacyjno-wysokościowych powierzchni, czy pomiary deformacji powierzchni terenu. Wyjątkowego znaczenia nabierają one w przypadku problemów związanych ze stałością punktów nawiazania, co jest szczególnie istotne na obszarach objętych wpływami eksploatacji górniczej. Poza znajomością metod pomiaru i związanymi z nimi możliwościami, znaczącym elementem wpływającym na dokładność wyznaczenia współrzędnych jest również odpowiedni projekt sieci pomiarowej. Problematyka ta była przedmiotem badań opublikowanych w literaturze krajowej.

## LITERATURA

1. Antosiewicz M., Wawrzyn J., Jaworski L., Świątek A.: Przewodnik po ASG - PL. Geodeta – magazyn geoinformacyjny nr 10 (101), październik 2003.
2. Filipek M.: Naprawdę aktywna? Geodeta – magazyn geoinformacyjny nr 11(136), listopad 2006.
3. Frączyk P., Figurski M., Modliński G., Rzepecka Z., Tyranowska A.: Podstawy Technologii Satelitarnych Systemów Lokalizacyjnych GPS.
4. Narkiewicz J.: GPS Globalny System Pozycyjny budowa, działanie, zastosowanie. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 2003.
5. Pażus R.: Aktywna sieć geodezyjna. Geodeta – magazyn geoinformacyjny nr 2(69), 2001.
6. Pażus R.: ASG - PL genetycznie zmodyfikowana. Geodeta - magazyn geoinformacyjny nr 2 (129), luty 2006.
7. Białek J., Sokoła – Szewiōła V., Opałka K.: Badania deformacji powierzchni terenu w rejonie eksploatacji prowadzonej w warunkach wysokiej aktywności sejsmicznej. Materiały V Konferencji Technicznej Ochrona Środowiska na Terenach Górniczych, Szczyrk, 2-4 czerwca 2004 r.