

NOWAK Aleksander¹

Prędkość uzyskania rozwiązania fazowego GNSS w kontekście wykorzystania aktywnych sieci geodezyjnych do precyzyjnego monitorowania pojazdów

WSTĘP

Na chwilę obecną, wykorzystanie precyzyjnych pomiarów satelitarnych ogranicza się w większości przypadków do zastosowań geodezyjnych. Dość rzadko podejmowane są próby ich aplikacji w innych obszarach, chociaż można znaleźć przykłady opisane między innymi w [1,5,6]. Wysoka dokładność wyznaczeń, możliwość uzyskania współrzędnych pozycji w czasie rzeczywistym, prawie zupełna automatyzacja pomiarów oraz opracowania ich wyników, znacząco wpłynęły na skrócenie czasu i zwiększenie efektywności robót, co zachęca geodetów do zakupu drogich urządzeń pomiarowych. W dużej mierze do wzrostu zainteresowani pomiarami fazowymi GNSS (z ang. Global Navigation Satellite System) przyczyniło się uruchomienie sieci aktywnych stacji referencyjnych. W ramach europejskiego projektu jednolitego, stabilnego systemu odniesień przestrzennych, w 2008 roku została oddana do użytku państwowa Aktywna Sieć Geodezyjna (ASG-EUPOS), a w kolejnych latach powstawały również lokalne sieci komercyjne. Największa z nich została uruchomiona w 2012 roku na terenie województwa Pomorskiego przez firmę Leica (SmartNet). Obie sieci świadczą między innymi serwisy czasu rzeczywistego, umożliwiające realizację pomiarów fazowych z dokładnościami na poziomie pojedynczych centymetrów. Pojawia się zatem pytanie o możliwość wykorzystania tego typu technik pomiarowych do precyzyjnego monitorowania pojazdów.

Pomimo tego, że dzięki pomiarom fazowym uzyskujemy centymetrowe dokładności współrzędnych, rozwiązania fazowe cechuje pewna niedogodność związana z koniecznością wyznaczenia nieoznaczoności pomiarów (pełnych cykli fazowych). Jest to proces, który zajmuje pewien czas. Utrata rozwiązania fazowego jest przy pomiarach terenowych zjawiskiem dość częstym. Chwilowa przerwa w łączności z satelitami bądź kilkunastosekundowa utrata transferu danych RTK (z ang. Real Time Kinematic) lub RTN (z ang. Real Time Network) prowadzi do przerwania śledzenia nieoznaczoności pomiarów i każdorazowo wiąże się z koniecznością ponownej inicjalizacji. Biorąc pod uwagę specyfikę pomiarów geodezyjnych nie jest to problem. Natomiast monitoring pojazdów wymaga automatycznego, ciągłego pozycjonowania. Do momentu uzyskania rozwiązania fazowego, współrzędne wyznaczane są nawet ze stukrotnie mniejszą dokładnością. Zatem ważnym parametrem, w kontekście tematu artykułu, jest prędkość uzyskania rozwiązania fazowego oraz spadek dokładności pozycjonowania po jego utracie.

W prostszych i mniej dokładnych pomiarach kodowych, reinicjalizacja następuje nawet w przeciągu jednej sekundy. Pomiary te jednak cechują się dużo mniejszymi dokładnościami niż pomiary fazowe. Typowa dokładność waha się na poziomie od kilku do kilkunastu metrów. Uzyskanie rozwiązania fazowego jest natomiast dużo bardziej skomplikowane i można przypuszczać, że zależy od wielu czynników.

W niniejszym artykule zaprezentowano jaki wpływ na prędkość uzyskania rozwiązania fazowego mają geometria segmentu kosmicznego (rozmieszczenie satelitów względem pozycji odbiornika), rodzaj poprawek oraz dynamika obiektu. Przedstawiono również wyniki badań dotyczące czasu po jakim nastąpi utrata rozwiązania fazowego, w sytuacji przerwania transferu danych korekcyjnych. Pomiary, które posłużyły do przygotowania niniejszego artykułu zostały zrealizowane pod

¹ Politechnika Gdańska, WILiŚ, Katedra Geodezji, 80-268 Gdańsk, ul. Narutowicza 11/13, tel. 883 911 654, aleksander.nowak@geodezja.pl

kierownictwem autora w ramach prac dyplomowych studentów Politechniki Gdańskiej kierunku Geodezja i Kartografia (Marcina Deniziuka, Piotra Jaśkowskiego i Damiana Witowskiego).

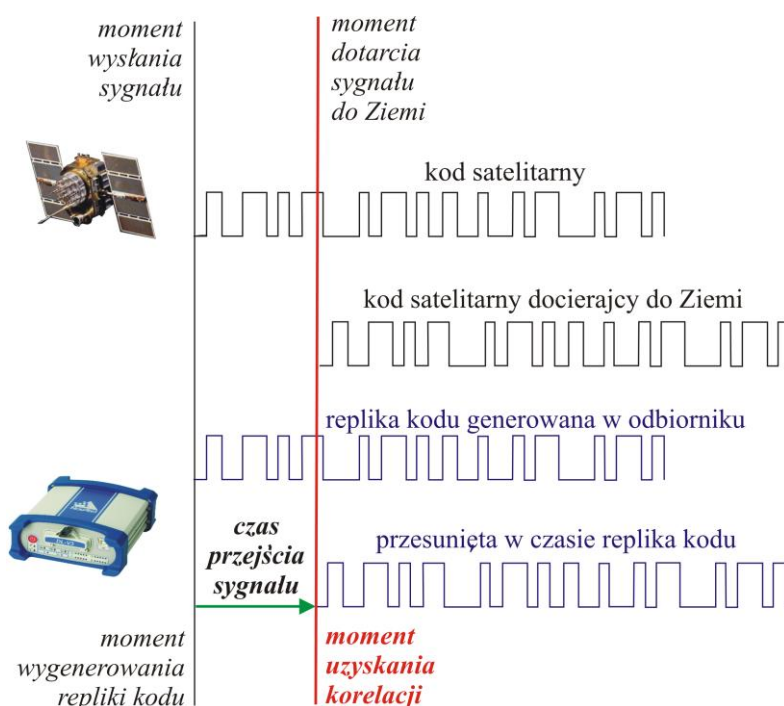
1. FAZOWE POMIARY GNSS – WIADOMOŚCI OGÓLNE

Fazowe pomiary GNSS są najbardziej zaawansowaną techniką satelitarnego wyznaczania współrzędnych pozycji. Metoda ta nie była przewidziana jako podstawowy sposób pomiaru w satelitarnych systemach nawigacyjnych GPS i GLONASS, a powstała jako wynik prac środowisk cywilnych nad zwiększeniem dokładności otrzymywanych wyników. Dzięki niej można określić współrzędne pozycji poruszającego się obiektu na poziomie pojedynczych centymetrów, co jest nie do osiągnięcia przy podstawowej, kodowej metodzie pomiarów. Czynniki warunkujące dokładność pomiarów kodowych opisano m.in. w [2,3,4].

1.1. Kodowe i fazowe pomiary pseudoodległości

Fundamentem systemu GNSS – Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej, są wojskowe systemy GPS (amerykański) i GLONASS (rosyjski). Oba są systemami stadiometrycznymi, co oznacza, że mierzonym parametrem jest odległość do satelitów nawigacyjnych, których położenie jest znane w momencie wykonania pomiaru. Satelity poruszają się na tzw. średnich orbitach i transmitują w kierunku Ziemi sygnały użyteczne o specjalnej strukturze, zawierające pewne informacje zwane depeszą nawigacyjną. Promienie orbit różnią się nieco w zależności od systemu, ale można przyjąć, że jest to wartość ok. 26 600 km.

Podstawową metodą pomiaru odległości do satelitów jest *metoda kodowa*, którą realizują wszystkie odbiorniki GNSS. Pomiar odległości polega w niej na określeniu czasu przejścia sygnału od satelity do odbiornika na podstawie korelacji kodów pseudoprzypadkowych, generowanych przez satelitę i odbiornik. Pomiar wykonywany jest przy nieznanym błędzie zegara odbiornika użytkownika, dlatego zmierzona odległość nazywana jest *pseudoodległością*. Błąd ten stanowi czwartą niewiadomą w równaniach obserwacyjnych – pozostałe trzy to trójwymiarowe współrzędne pozycji. Idee pomiaru kodowego przedstawiono na poniższym rysunku.

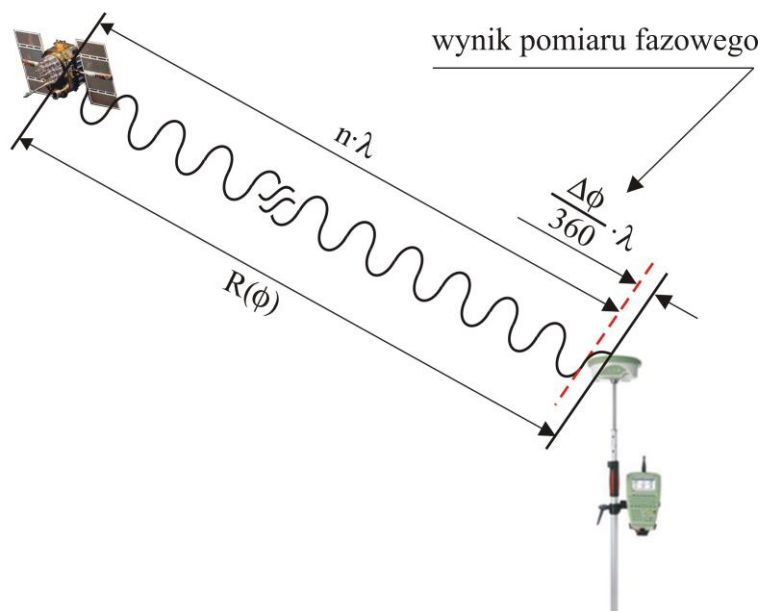


Rys. 1. Idea kodowej metody pomiaru pseudoodległości

Ponieważ w pomiarach kodowych uzyskuje się dokładności wyznaczeń współrzędnych na poziomie pojedynczych metrów, podjęto szereg działań zmierzających do jej zwiększenia. Pierwszym

krokiem było wprowadzenie pomiarów różnicowych. Ich idea jest zastosowanie tzw. stacji referencyjnej. Jest to odbiornik danego systemu umieszczony na punkcie o znanych współrzędnych. Ponieważ współrzędne satelity w momencie pomiaru też są znane, to stacja referencyjna może obliczyć odległość rzeczywistą do satelity, porównać ją z wartością zmierzoną i w ten sposób określić poprawkę do pomiaru pseudoodległości, która co do wartości równa jest błędowi pomiaru, lecz ma przeciwny znak. Następnie poprawka jest wysyłana do użytkowników systemu, którzy dodają ją do wykonanych pomiarów pseudoodległości. W ten sposób większość błędów pomiaru zostaje wyeliminowana i dokładność wyznaczeń osiąga wartości submetrowe dla systemów lokalnych i metrowe dla systemów rozległych obszarów.

Kolejnym krokiem do zwiększenia dokładności pozycjonowania było opracowanie techniki pomiarów fazowych. **Metoda fazowa** pomiaru pseudoodległości jest dużo bardziej złożona i w zastosowaniach praktycznych wykorzystuje się ją głównie w wersji różnicowej. Głównym mankamentem metody fazowej jest tzw. nieoznaczoność pomiaru. W wyniku pomiaru fazowego otrzymujemy odległość od początku cyklu fazowego czyli z zakresu od 0 do λ , gdzie λ – długość fali nośnej. Ponieważ w satelitarnych systemach stadiometrycznych wykorzystuje się częstotliwości z zakresu ~1.2-1.7 GHz, to długości fali wynoszą od kilkunastu do kilkudziesięciu cm. Niewiadomą pozostaje natomiast liczba pełnych cykli fazowych dzielących satelitę i odbiornik, czyli wspomniana nieoznaczoność pomiaru. Problem ten obrazuje poniższy rysunek.



Rys. 2. Nieoznaczoność pomiaru w fazowym pomiarze odległości

1.2. Techniki pomiarów fazowych

Po oddaniu w 2008 roku do użytku państwowej Aktywnej Sieci Geodezyjnej EUPOS (ASG-EUPOS), dotychczasowy podział techniki pomiarów fazowych zdezaktualizował się i obecnie, z praktycznego punktu widzenia, dzieli się na:

- pomiary statyczne,
- pomiary kinematyczne: RTK i RTN.

Pomiary statyczne są to pomiary podczas których odbiornik pomiarowy nie porusza się. Zapewniają one najwyższą możliwą do uzyskania dokładność za pomocą GNSS. Realizowane są w trybie post-processingowym (współrzędne nie są dostępne w czasie rzeczywistym) i wymagają rejestracji obserwacji przez co najmniej 30 min. Wykorzystuje się je do pomiarów osnów geodezyjnych i badań geodynamicznych, osiągając przy spełnieniu pewnych warunków milimetrową dokładność [7].

Pomiary kinematyczne są to pomiary umożliwiające wyznaczanie współrzędnych pozycji w czasie ruchu odbiornika. Wczesne techniki kinematyczne wymagały, by podczas inicjalizacji (wyznaczania nieoznaczoności pomiarów) odbiornik był nieruchomy. Dopiero po uzyskaniu rozwiązania fazowego następowała faza pomiarów w ruchu, aż do momentu utraty śledzenia nieoznaczoności. Opracowanie algorytmu inicjalizacji OTF (z ang. On The Fly), umożliwiającemu wyznaczenie nieoznaczoności pomiarów w trakcie ruchu, otworzyło możliwości zastosowania metod kinematycznych m.in. do nawigacji i monitorowania ruchu obiektów.

RTK (z ang. Real Time Kinematic) to pomiary kinematyczne czasu rzeczywistego. Wymagają one bezpośredniej łączności odbiornika ruchomego ze stacją bazową, która przesyła poprawki lub obserwacje [7]. Odbiornik ruchomy opracowuje dane i w czasie rzeczywistym wyznacza współrzędne z centymetrowymi dokładnościami.

RTN (z ang. Real Time Network) to pomiary RTK, w których zamiast stacji bazowej występuje sieć stacji permanentnych, które w czasie rzeczywistym przesyłają obserwacje do Centrum Zarządzania. Jego zadaniem jest przetwarzaniem danych i przesyłanie na bieżąco do użytkowników poprawek lub obserwacji. Dzięki RTN możliwe jest korzystanie tylko z jednego odbiornika oraz otrzymywanie wyższych dokładności niż w typowych pomiarach RTK [7]. Poprawki i obserwacje do tego typu pomiarów przesyłane są w ramach serwisów NAWGEO sieci ASG-EUPOS i Leica SmartNet. W ramach NAWGEO wyspecyfikowano następujące poprawki sieciowe :

- **VRS** (z ang. Virtual Reference Station),
- **MAC** lub **MAX** (z ang. Master and Auxiliary Concept),
- **iMAX** (z ang. Individualized Master-Auxiliary Corrections).

Poszczególne typy poprawek różnią się ideą realizacji rozwiązania sieciowego, ale jak pokazują badania, stosując je uzyskuje się podobne dokładności (na poziomie pojedynczych cm). Zaznaczyć jednak należy, że tylko MAC (MAX) są poprawkami standaryzowanymi, dającymi kontrolę nad rozwiązaniem sieciowym odbiornikowi użytkownika i dlatego zaleca się ich stosowanie.

2. PRĘDKOŚĆ UZYSKANIA ROZWIĄZANIA FAZOWEGO

Celem przeprowadzonych badań było określenie jaki wpływ na prędkość uzyskania rozwiązania fazowego mają: geometria segmentu kosmicznego (rozmieszczenia satelitów względem odbiornika), rodzaj poprawek oraz dynamika obiektu. Przedstawiono również wyniki badań dotyczące czasu, po jakim nastąpi utrata rozwiązania fazowego w sytuacji przerwania transferu danych korekcyjnych. Do przeprowadzenia wszystkich eksperymentów użyto instrumentu firmy Leica serii 1200. Składał się on ze SmartAnteny ATX1230GG, kontrolera RX 1250, modemu Siemens MC 75, tyczki, a także całego niezbędnego oprzyrządowania. Podstawowymi parametrami odbiornika są:

- śledzenie sygnałów GPS i GLONASS,
- praca na częstotliwościach L1 i L2 (14 kanałów odbiorczych dla systemu GPS i 12 dla systemu GLONASS),
- maksymalna częstotliwość wyznaczeń współrzędnych – 20 Hz,
- pełne RTK i RTN (w tym uzyskiwanie rozwiązania fazowego w ruchu – Kinematic On The Fly).

2.1. Wpływ geometrii segmentu kosmicznego i typu poprawek

Geometrią segmentu kosmicznego nazywa się układ przestrzenny satelitów względem pozycji odbiornika. Położenie każdego satelity można opisać w układzie biegunowym o początku w pozycji użytkownika za pomocą azymutu (kąt zawarty pomiędzy północną częścią południka i rzutem promienia wodzącego satelity na płaszczyznę horyzontu) oraz wysokości topocentrycznej, zwanej też kątem elewacji (kąt zawarty pomiędzy promieniem wodzącym satelity, a płaszczyznę horyzontu). Geometrię segmentu kosmicznego charakteryzują geometryczne współczynniki dokładności DOP (z ang. Dilution Of Precision). Skrót ten bywa czasami dosłownie tłumaczony z języka angielskiego jako współczynniki rozmycia precyzji. Im współczynniki DOP są mniejsze, tym lepsze są warunki do realizacji pomiarów GNSS.

Opis eksperymentu

W celu łatwego uzyskania różnych warunków pomiarowych (różnych geometrii segmentu kosmicznego) eksperyment zrealizowano w terenie zabudowanym. W zależności od położenia punktu, otaczające budynki w różnym stopniu przesłaniały horyzont, powodując tym samym zmiany w geometrii obserwowanych satelitów. Miejsce pomiarów przedstawiono na poniższym rysunku.



Rys. 3. Miejsce realizacji pomiarów

Przebieg pomiarów był następujący:

- ustawienie tyczki na punkcie,
- po uzyskaniu rozwiązania kodowego podłączenie odbiornika do źródła poprawek,
- uruchomienie stopera w momencie rozpoczęcia odbioru poprawek RTK (RTN),
- zatrzymanie stopera w momencie uzyskania rozwiązania fazowego.

Dla każdego punktu przeprowadzono serię eksperymentów z wykorzystaniem:

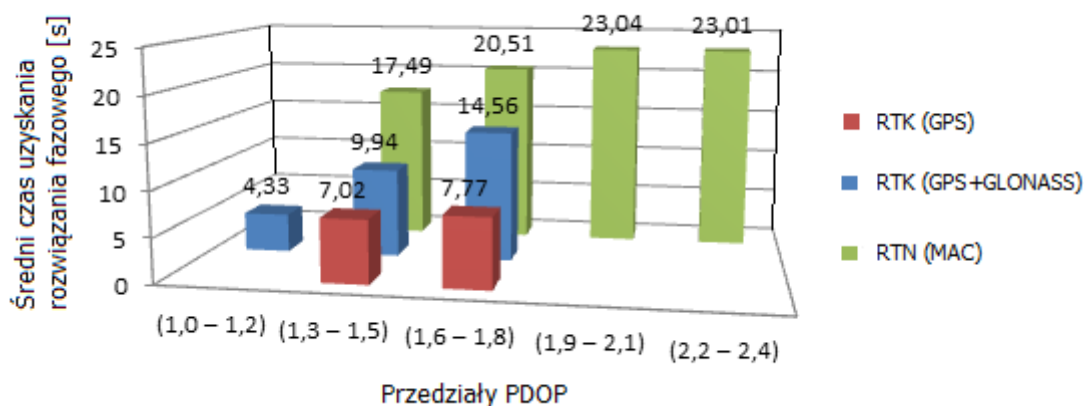
- techniki RTK (poprawki do pojedynczej stacji referencyjnej sieci Leica SmartNet – GDPG). Odbiornik ustawiono najpierw w tryb GPS, a później GPS+GLONASS,
- techniki RTN (korzystano z poprawki sieciowej typu MAC transmitowanej w ramach serwisu NAWGEO sieci ASG-EUPOS). Odbiornik ustawiono w tryb GPS.

Wyniki eksperymentu

Uzyskane wyniki eksperymentu zobrazowano na rys.4. Na wykresie przedstawiono średni czas uzyskania rozwiązania fazowego w zależności od geometrii segmentu kosmicznego i typu wykorzystywanych poprawek. Geometrię segmentu kosmicznego opisywał geometryczny współczynnik dokładności pozycji trójwymiarowej – PDOP.

Z otrzymanych wyników wypływają następujące wnioski:

- lepsza geometria segmentu kosmicznego (niższe wartości współczynników DOP) powoduje szybsze uzyskanie rozwiązania fazowego,
- w trybie RTK (poprawki do pojedynczej stacji referencyjnej) uzyskuje się szybciej rozwiązanie nieoznaczoności pomiarów niż w trybie RTN. Należy tu jednak podkreślić, że fizyczna stacja referencyjna GDPG znajdowała się bardzo blisko miejsca realizacji pomiarów (na sąsiednim budynku). Większa odległość od stacji mogłaby spowodować wzrost czasu potrzebnego na uzyskanie rozwiązania fazowego. Wymaga to przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań,
- w trybie RTK szybciej uzyskuje się rozwiązanie fazowe w sytuacji, gdy korzysta się tylko z systemu GPS, niż GPS+GLONASS. Mimo, że w drugim przypadku dokładności wyznaczeń są wyższe, to rozwiązanie nieoznaczoności pomiarów trwa dłużej.



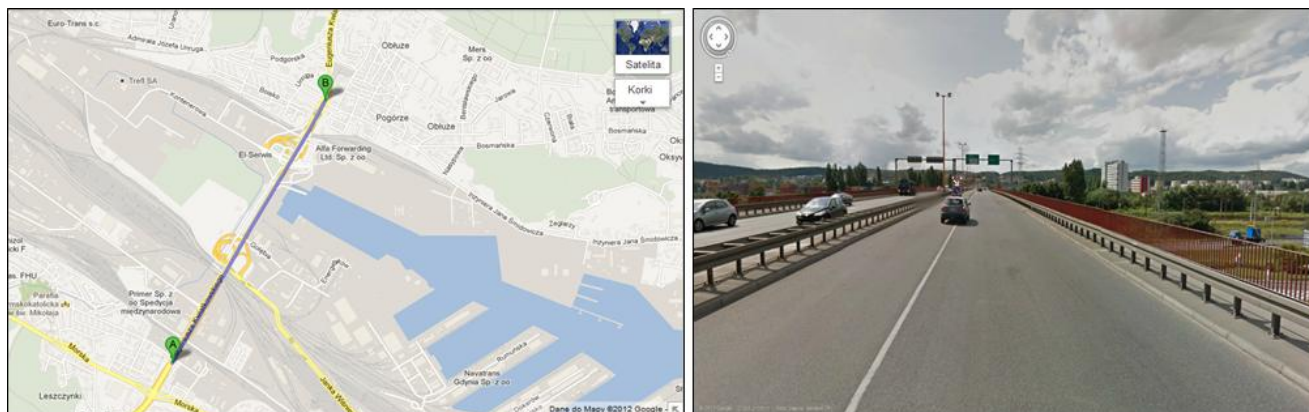
Rys. 4. Wynik eksperymentu

2.2. Wpływ prędkości obiektu

Jak już wspomniano, uzyskanie wysokiej dokładności wyznaczeń warunkowane jest rozwiązaniem nieoznaczoności pomiaru oraz śledzeniem pełnej liczby cykli fazowych. Liczba ta nieustannie się zmienia ze względu na ruch satelitów po orbicie i ruch obiektu. Zanim opracowano algorytmy OTF, rozwiązujące nieoznaczoność pomiarów w ruchu, odbiornik musiał przejść statyczną fazę inicjalizacji. Należy więc przypuszczać, że większa prędkość obiektu będzie niekorzystnie wpływała na szybkość uzyskania rozwiązania fazowego. W celu zweryfikowania tej hipotezy przeprowadzono eksperyment pomiarowy opisany poniżej.

Opis eksperymentu

Eksperyment przeprowadzono na wybranym fragmencie estakady, należącej do trasy szybkiego ruchu im. Eugeniusza Kwiatkowskiego w Gdyni w godzinach 7.00 – 12.00. Na tym odcinku zapewnione są bardzo dobre warunki do pomiarów GNSS – brak przesłon terenowych i budynków, które mogłyby powodować odbicia sygnałów. Celem badań było określenie wpływu prędkości obiektu na szybkość uzyskania rozwiązania fazowego. Odbiornik korzystał z poprawki MAC transmitowanej w ramach serwisu NAWGEO sieci Leica SmartNet. Pracował w trybie GPS+GLONASS. Zdecydowano się na ten rodzaj poprawek i tryb pracy, ponieważ jak pokazały opisane wcześniej badania, korzystanie z techniki RTN i trybu GPS+GLONASS powoduje wydłużenie czasu uzyskania rozwiązania fazowego. W związku z tym, postanowiono przeprowadzić eksperyment przy najmniej sprzyjającej konfiguracji odbiornika. Miejsce realizacji pomiarów pokazano na poniższym rysunku.



Rys. 5. Miejsce przeprowadzenia eksperymentu pomiarowego

Zestaw pomiarowy umieszczono w samochodzie. Przebieg eksperymentu był analogiczny do tego opisanego w 2.1., z tym wyjątkiem, że teraz odbiornik poruszał się z prędkościami od 10 do 60 km/h

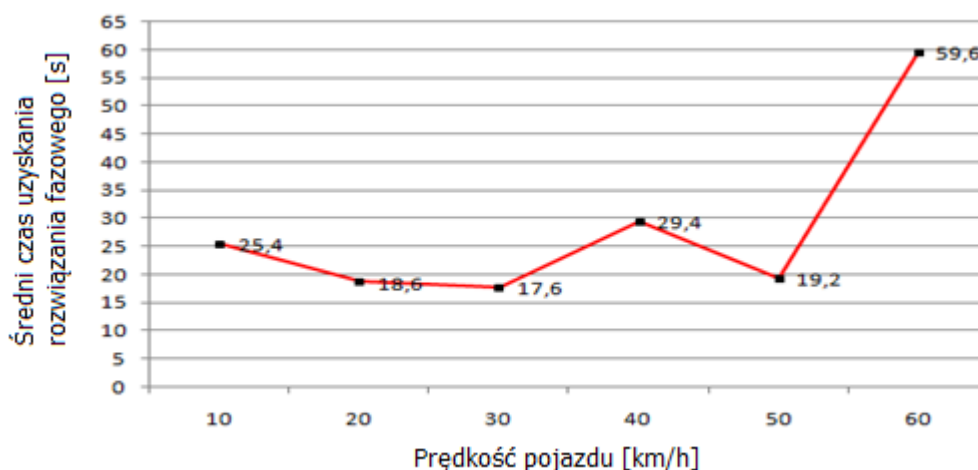
(ze skokiem 10 km/h). Dla każdej prędkości wykonano 5 serii pomiarowych, a wyniki uśredniono. Pojazd z zestawem pomiarowym przedstawia rys. 6.



Rys.6. Pojazd z zestawem pomiarowym

Wyniki eksperymentu

Uzyskane wyniki eksperymentu zobrazowano na rys.7. Na wykresie przedstawiono średni czas uzyskania rozwiązania fazowego w funkcji prędkości obiektu.



Rys. 7. Średni czas uzyskania rozwiązania fazowego w funkcji prędkości pojazdu

Z zamieszczonych na powyższym wykresie danych wynika, że dla prędkości pojazdu do 50 km/h czas uzyskania rozwiązania fazowego (wyznaczenia nieoznaczoności pomiaru) waha się w granicach 18-30 s i jest porównywalny do wyników uzyskiwanych w sytuacji, gdy odbiornik się nie porusza (por. z rys.6 – RTN (MAC)). Po przekroczeniu 50 km/h czas potrzebny na rozwiązanie nieoznaczoności drastycznie wzrasta do poziomu 1 minuty. W celu uzyskania pełniejszych danych należałoby przeprowadzić eksperyment dla jeszcze większych prędkości i z zastosowaniem różnych wariantów konfiguracji zestawu pomiarowego.

3. CZAS UTRATY ROZWIĄZANIA FAZOWEGO

W sytuacji, gdy odbiornik straci nawet na chwilę łączność z satelitami (np. przejazd pod wiaduktem) od razu następuje przerwanie śledzenia nieoznaczoności pomiarów i koniecznym jest ponowna inicjalizacja, która jak pokazano może trwać od kilku do kilkudziesięciu sekund (w zależności od warunków pomiarowych i konfiguracji zestawu pomiarowego). Innym powodem

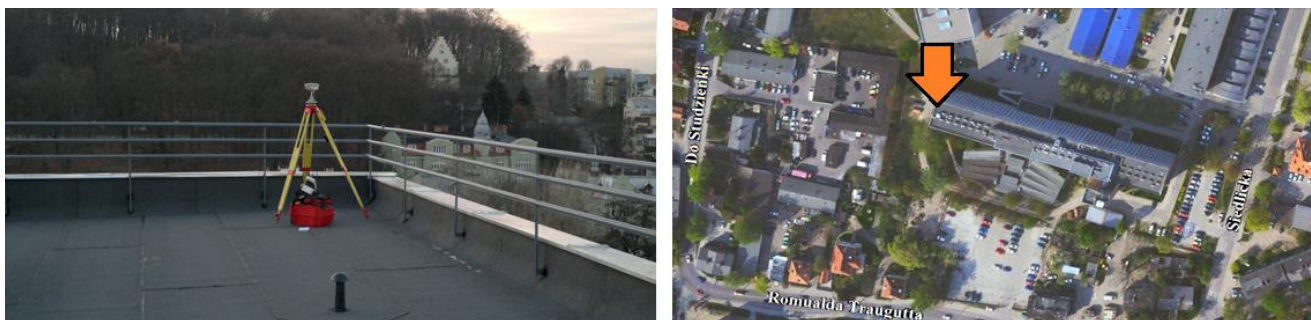
utruty rozwiązania fazowego jest przerwanie transferu danych RTK (RTN). W tym przypadku utrata śledzenia nieoznaczoności nie jest natychmiastowa. Przeprowadzone badania miały na celu ustalenie czasu, po jakim nastąpi przerwanie śledzenia nieoznaczoności w wyniku utraty połączenia ze źródłem danych korekcyjnych.

Opis eksperymentu

Eksperyment pomiarowy przebiegał w następujący sposób:

- na punkcie referencyjnym (wyznaczonym w 2 godz. pomiarze statycznym z interwałem 1s) umieszczono na statywie antenę zestawu pomiarowego GNSS Leica System 1200. Odbiornik skonfigurowano do pracy w sieci ASG-EUPOS (serwis NAWGEO, pojedyncza stacja referencyjna).
- po uzyskaniu rozwiązania fazowego odbiornik odłączano od źródła poprawek i prowadzono rejestrację autopunktów z interwałem 0.1s,
- zarejestrowane współrzędne porównano ze współrzędnymi referencyjnymi, otrzymując w ten sposób rozkład błędów wyznaczeń pozycji w funkcji czasu, który upłynął od przerywania transferu danych korekcyjnych. Łącznie wykonano 35 serii pomiarowych.

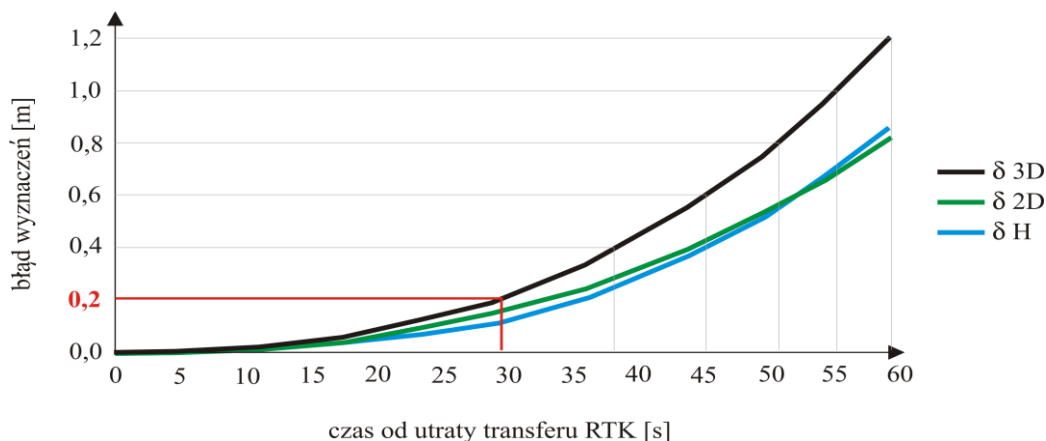
Na miejsce wykonania pomiarów wybrano jeden z dachów budynku kampusu Politechniki Gdańskiej. Zestaw pomiarowy i miejsce wykonania eksperymentu przedstawiono na poniższym rysunku.



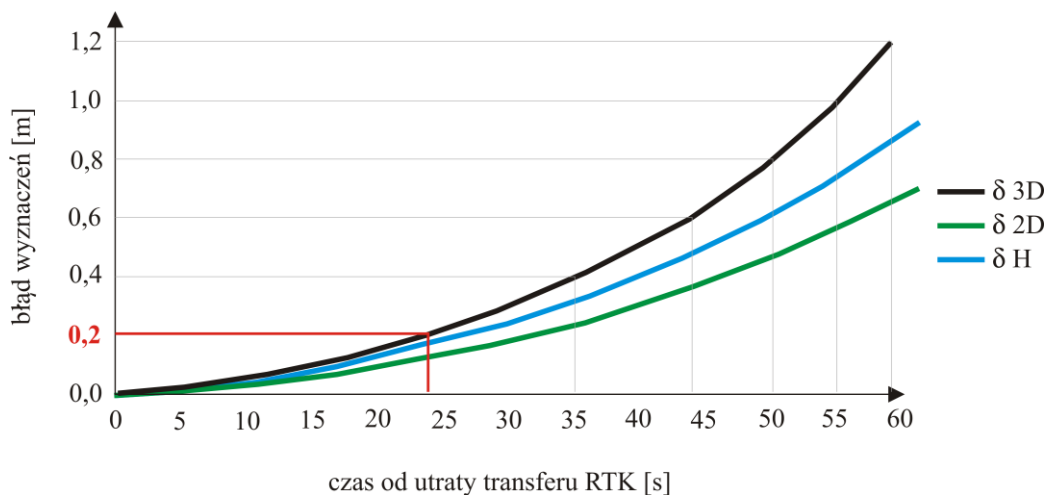
Rys.8. Miejsce wykonania eksperymentu pomiarowego

Wyniki eksperymentu

Przykładowe wyniki eksperymentu zobrazowano na rys. 9 i 10. Na wykresach przedstawiono błąd wyznaczeń w funkcji czasu od przerywania transferu RTK. Czerwoną linią zaznaczono błąd 0,2 m. Powyżej tej wartości następuje utrata rozwiązania fazowego (utrata śledzenia nieoznaczoności pomiaru). Z powodu ograniczonej objętości publikacji zaprezentowano tylko dwa przykładowe wykresy.



Rys. 9. Błąd wyznaczeń w funkcji utraty transferu RTK – jedna z 35 serii pomiarowych



Rys. 10. Błąd wyznaczeń w funkcji utraty transferu RTK – jedna z 35 serii pomiarowych

Średni czas utraty śledzenia nieoznaczoności pomiarów po przerwaniu transferu RTK z 35 serii pomiarowych wyniósł 23,8 s. Zaobserwowano jednak bardzo duże rozbieżności – od 15,2 do 60 s. Stąd płynnie wniosek, że utrzymanie rozwiązania fazowego wymaga praktycznie nieprzerwanego odbioru korekt różnicowych, gdyż trudno jest przewidzieć jak długo odbiornik będzie w stanie śledzić nieoznaczoność pomiarów.

WNIOSKI

W chwili obecnej precyzyjne pomiary GNSS, realizowane w oparciu o różnicowe techniki fazowe z wykorzystaniem aktywnych sieci geodezyjnych, znajdują zastosowanie głównie w geodezji. Uzyskiwane centymetrowe dokładności w pomiarach dynamicznych sprawiają, że kuszącym staje się ich zastosowanie do precyzyjnego monitoringu pojazdów. Techniki te posiadają jednak wciąż sporo mankamentów. Poza wysoką ceną urządzeń pomiarowych, wymienić należy:

- uzyskanie wysokich dokładności wymaga rozwiązania nieoznaczoności pomiarów, co jak pokazały przedstawione wyniki eksperymentów trwa w pomiarach dynamicznych ok. 20-30 s dla prędkości pojazdu do 50 km/h. Później czas inicjalizacji szybko się wydłuża. Przeprowadzone badania wykazały, że dla 60 km/h wynosił już on ok. 1 min.,
- nawet chwilowa utrata łączności z satelitami powoduje przerwanie śledzenia nieoznaczoności pomiarów, co wiąże się z koniecznością ponownej inicjalizacji,
- jak wynika z przeprowadzonych badań, przerwanie transferu danych RTK (RTN) średnio po ok. 24 s powoduje również przerwanie śledzenia nieoznaczoności pomiarów. Ponadto, czas ten jest trudny do określenia, gdyż zmienia się w szerokim zakresie. Zaobserwowane rozbieżności wahały się w przedziale od 15,2 do 60 s,

W związku z powyższym, zapewnienie wysokiej dokładności monitorowania pojazdu z zastosowaniem aktywnych sieci geodezyjnych jest na chwilę obecną dość trudne. Na pewno jest to możliwe na otwartej przestrzeni i przy dobrym poziomie sygnału telefonii komórkowej. Jednak na obszarach zabudowanych, zadrzewionych, górzystych i o słabej dostępności GPRS, dostępność rozwiązania fazowego będzie na pewno zdecydowanie niższa.

Streszczenie

Oddanie do użytku, w 2008 roku, państwowej aktywnej sieci geodezyjnej ASG-EUPOS, która obszarem działania pokrywa cały obszar kraju, oraz w kolejnych latach regionalnych sieci komercyjnych, spowodowało lawinowy wzrost aplikacji precyzyjnych pomiarów fazowych GNSS. Na chwilę obecną głównymi beneficjentami są geodeci. Szybkość i prostota uzyskania współrzędnych punktu z centymetrową dokładnością sprawiła, że zestawy do sieciowych pomiarów fazowych GNSS stały się głównym narzędziem pracy geodetów. Aktywne sieci geodezyjne umożliwiają wyznaczanie współrzędnych pozycji w ruchu z wysokimi dokładnościami

i częstotliwościami. Zatem, pojawia się pytanie o możliwości zastosowania tych technik do precyzyjnego monitoringu pojazdów. Jednak uzyskanie wysokich dokładności warunkowane jest rozwiązaniem nieoznaczoności pomiarów fazowych.

W niniejszym artykule przedstawiono rozważania i wyniki eksperymentów dotyczących prędkości uzyskiwania rozwiązania fazowego GNSS w kontekście wykorzystania aktywnych sieci geodezyjnych do precyzyjnego monitorowania pojazdów.

The speed of obtaining the GNSS phase solution in the context of use the active geodetic networks for precise monitoring of vehicles

Abstract

Starting in 2008 the Polish State active geodetic network ASG-EUPOS, that area of operations covers the entire country, and in the following years, commercial regional networks, resulted in a constant increasing of GNSS phase measurement applications. At the moment, the main beneficiaries are the surveyors. Fast and simply way of determining the coordinates with centimeter accuracy made the sets to GNSS network phase measurements have become the main tool of surveyors work. Active geodetic networks allow to fix the position coordinates of moving object with high accuracy and frequency. Therefore the question arises about the applicability of these techniques to precise monitoring of vehicles. However, obtaining high accuracy is conditioned by the solution of phase measurement uncertainty.

This article contains the considerations and the results of experiments on the speed of obtaining the GNSS phase solution in the context of use the active geodetic networks for precise monitoring of vehicles.

BIBLIOGRAFIA

1. Koc W., Specht C., Nowak A., Jurkowska A., Chrostowski P., Lewiński L., Bornowski M., Wstępne wyniki badań dostępności sieci ASG-EUPOS podczas inwentaryzacji trasy kolejowej Kościerzyna – Kartuzy, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 19, 2009, ISBN 978-83-61576-09-9, s.193-200,
2. Nowak A., Specht C., *Computer Simulator of GNSS Measurements*, *Annual of Navigation*, No12/2007, AMW, Gdynia, 2008
3. Nowak A., *Influence of Pseudorange Measurement Errors and Space Segment Geometry on GPS Fixes Distribution*, *Advances in Computer Science - Network Centric Warfare*, ISBN 978-83-922739-8-1, Gdynia 2009, s.148-154.
4. Nowak A., *Protection Level of "Snapshot" RAIM Methods in Poor Geometry of Satellites*, *"Advances in Computer Science - Network Centric Warfare"*, ISBN 978-83-922739-8-1, Gdynia 2009, s.156-162.
5. Nowak A., *Możliwości wykorzystania sieci ASG-EUPOS do automatycznego wyznaczania parametrów manewrowych jednostki pływającej*, *LOGISTYKA* 6/2010,
6. Nowak A., *Możliwości wykorzystania sieci ASG-EUPOS do walidacji okrętowych urządzeń nawigacyjnych*, *Archiwum Geoamtyki, "Pomiary Satelitarne w Geodezji i Lotnictwie"*, ISBN 978-83-930010-4-0, 2011, s.21-37,
7. <http://www.asgeupos.pl> 16.11.2013