

CIEĆKO Adam<sup>1</sup>  
KAŹMIERCZAK Rafał<sup>1</sup>  
GRUNWALD Grzegorz<sup>1</sup>  
BOROWSKI Bartłomiej<sup>1</sup>

## NAWIGACJA SATELITARNA GPS Z WYKORZYSTANIEM TELEFONU KOMÓRKOWEGO

*Tematyką niniejszego artykułu jest odpowiedź na pytanie dotyczące możliwości wykorzystania Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS) we współczesnych telefonach komórkowych oraz zbadanie dokładności wyznaczenia pozycji przy pomocy testowanych w eksperymencie telefonów. Poniższe opracowanie zawiera opis oraz charakterystykę trzech badanych telefonów: Nokii 6110 Navigator, Nokii E51 oraz Samsunga i550w. Nakreślona została także budowa i geneza samej telefonii komórkowej i wprowadzenie systemu GPS do telefonów GSM. Analiza dokładności wyznaczenia pozycji za pomocą poszczególnych telefonów opiera się na porównaniu uzyskanych współrzędnych ze współrzędnymi odniesienia otrzymanymi z precyzyjnego odbiornika geodezyjnego Topcon HiPer Pro.*

## GPS SATELLITE NAVIGATION WITH THE USE OF GSM MOBILE PHONE

*The subject of this article is to answer the question concerning the possibility of use of Global Positioning System (GPS) in modern mobile phones and to investigate the accuracy of positioning of tested mobile phones. The paper contains a description and characteristics of three tested phones: Nokia 6110 Navigator, Nokia E51 and Samsung i550w. The structure and genesis of the mobile telephony and the introduction of GPS into GSM phones was outlined in the article. Analyses of the accuracy of positioning with the use of tested phones were based on coordinates obtained with reference, precise geodetic receiver Topcon HiPer Pro.*

### 1. WSTĘP

1 maja 2000 roku był przełomowym dniem w historii Globalnego Systemu Pozycjonowania. W tym dniu wyłączona została tzw. Selektywna Dostępność (ang. Selective Availability – SA) co dało ponad dziesięciokrotne zwiększenie dokładności wyznaczenia pozycji użytkownikom cywilnym systemu GPS. Usunięcie SA miało ogromny wpływ zarówno na użytkowników ówczesnych jak i przyszłych systemu. Dzięki

---

<sup>1</sup> Katedra Geodezji Satelitarnej i Nawigacji, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, e-mail: a.ciecko@kgsin.pl

temu dokładność wyznaczenia pozycji wzrosła z ok. 100 do ok. 10 metrów, a przy zastosowaniu systemów różnicowych, dokładność wzrosła jeszcze bardziej. Decyzja z 1 maja 2000 roku, a także miniaturyzacja urządzeń oraz wzrost ich dokładności i niezawodności spowodowały ogromny rozwój systemu GPS oraz zwiększenie się popularności platformy wśród szerokiej rzeszy użytkowników cywilnych. W ciągu kolejnych lat GPS upowszechnił się, stając się systemem globalnym, którego rozwój można śmiało porównać z rozkwitem Internetu bądź telefonii komórkowej. System GPS ma obecnie szerokie zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki współczesnego świata. Ogromne zastosowanie znalazł m. in. w komunikacji, zarówno morskiej, lądowej jak i powietrznej. Wykorzystywany jest ponadto w budownictwie i geodezji, wielu gałęziach kopalnictwa (wydobycie ropy naftowej, gazu i węgla), a także w nowoczesnym rolnictwie i zarządzaniu środowiskiem. System ma także zastosowanie w telekomunikacji, ratownictwie i szeroko pojętej rekreacji [1].

## 2. NAWIGACJA GPS W TELEFONACH GSM

Wraz z rozwojem telefonii komórkowej oraz powstawaniem kolejnych faz systemu nieustannie ewoluował sam rynek telefonów komórkowych. Urządzenia nie tylko stawały się coraz mniejsze i lżejsze, ale także zostały wzbogacane w coraz nowsze i bardziej użyteczne funkcje. Gwałtowny rozwój technologii oraz wzrost zapotrzebowania wśród potencjalnych nabywców zaowocowały powstaniem ogromnej konkurencji wśród producentów telefonów komórkowych. Wchodzące na rynek nowe, konkurencyjne produkty, nie tylko pozwalały wykonać standardowe połączenie głosowe, ale także wysłać krótką wiadomość tekstową (ang. Short Message Service - SMS) oraz umożliwiały korzystanie z wbudowanych, dodatkowych funkcji, takich jak: kalendarz, kalkulator, budzik czy notes. Miniaturyzacja telefonów i technologii wykorzystywanych przy ich produkcji pozwoliły na wyposażenie ich w dodatkowe urządzenia takie jak dyktafon, wbudowany odtwarzacz plików muzycznych mp3, radio czy aparat fotograficzny.

Niewątpliwie, istotnym momentem w rozwoju telefonii komórkowej było wprowadzenie do telefonu komórkowego odbiornika GPS. Pierwszym takim produktem dostępnym na rynku był telefon Benefon ESC!. Telefon ten miał pełnić rolę wstrząsoodpornego oraz wodoodpornego aparatu do wykorzystania głównie w trudnych warunkach atmosferycznych i jednocześnie wyposażony został w możliwość identyfikacji swojej pozycji w oparciu o Globalny System Nawigacji. Premiera telefonu odbyła się w roku 1999. ESC! był aparatem dwuczęstotliwościowym (GSM 900 oraz 1800 MHz), ważył 150g oraz wyposażony był w monochromatyczny wyświetlacz ciekłokrystaliczny [13]. Mimo, iż telefon był jeszcze nie do końca dopracowanym urządzeniem, na rynku spotkał się z bardzo pozytywnym przyjęciem, umożliwiając swoim odbiorcom m.in. obliczanie średniej prędkości, wysyłanie aktualnych współrzędnych przez SMS czy mierzenie danej odległości. Duży, funkcjonalny wyświetlacz pozwalał włączyć też funkcję czytelnego kompasu (Rys.1).

Innowacyjny pomysł firmy Benefon spotkał się z dużym zainteresowaniem na rynku telefonów komórkowych, a znaczna sprzedaż zaowocowała tym, że w krótkim czasie możliwością pozycjonowania telefonu za pomocą systemu GPS zainteresowali się inni producenci. Do swych produktów moduły GPS zaczęły wprowadzać firmy takie jak Nokia, Siemens, Ericsson czy Samsung. Do szybkiej popularyzacji takiego rozwiązania

przyczyniły się m.in. gwałtowny rozwój telefonii GSM, malejące koszty produkcji modułów GPS oraz samych podzespołów, a także wprowadzenie na rynek tzw. smartfonów (przenośne urządzenie wyposażone w system operacyjny, łączące m.in. telefon komórkowy, cyfrowy aparat fotograficzny, pager, odbiornik GPS).

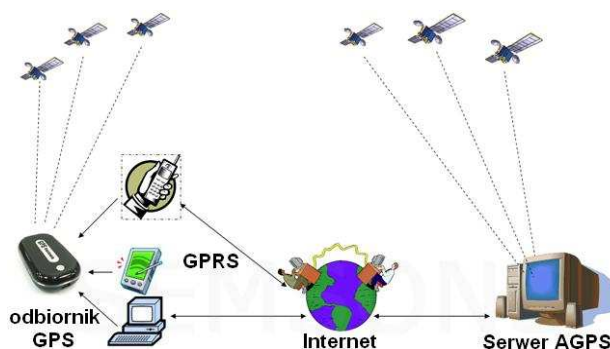


Rys. 1. Pierwszy telefon komórkowy z wbudowanym odbiornikiem GPS – Benefon ESC! [2]

Wraz z wprowadzeniem możliwości pozycjonowania telefonów komórkowych za pomocą systemu GPS rozwijać się zaczął rynek oprogramowania niezbędnego do współpracy z telefonem. Dziś dostępne są produkty dedykowane tylko do telefonów komórkowych, a nawet współpracujące tylko z konkretnymi, wybranymi modelami (np. Route 66 dla telefonów Nokia). Na krajowym rynku, wśród oprogramowania i map wykorzystywanych w telefonach komórkowych z GPS prym wiodą produkty takie jak: Garmin Mobile XT firmy Garmin, Ovi Maps Nokii, Naviexpert czy oprogramowanie wraz z mapami firmy AutoMapa, TomTom oraz TrekBuddy. Praktycznie każda z dostępnych obecnie map przeznaczonych do telefonu komórkowego pozwala na korzystanie z aktualnych map nie tylko Polski czy Europy ale praktycznie całego świata. Dodatkowym atutem map jest możliwość wykorzystania, definiowania i dodawania punktów POI (ang. Point of Interest) [3]. Kolejną, bardzo przydatną funkcją jest możliwość zapisu śladu trasy (rejestracja danych w formacie NMEA), którą zapewnia m.in. program TrekBuddy.

Niska dokładność wyznaczenia pozycji, problemy z odbiorem sygnału oraz czasem przetwarzania danych w telefonie komórkowym niwelowane mogą być za pomocą tzw. systemów wspomagających. Jednym z takich systemów jest A-GPS (ang. Assisted GPS). Technologię tę opracowała amerykańska firma SnapTrack, która powstała w 1995 roku w Kalifornii. System A-GPS zadebiutował 1 października 2002 roku w sieci ratowniczej E911 w Stanach Zjednoczonych [4]. Usługa Assisted GPS (A-GPS) używana jest do pobierania danych pomocniczych przez połączenie pakietowej transmisji danych GPRS. Dane te pomagają obliczać współrzędne aktualnej pozycji, w czasie gdy urządzenie odbiera sygnały z satelitów, co przedstawia rysunek 2. Dzięki danym pobieranym bezpośrednio z serwera wspomagającego urządzenie jest w stanie znacznie przyspieszyć obliczenie swojej pozycji [5]. Wśród danych pobieranych z serwera wyróżnić możemy te, które wspomagają sam pomiar (np. lista dostępnych satelitów), a także wspomagające proces obliczenia aktualnej pozycji (czas, pozycja odniesienia oraz poprawki zegara). A-GPS jest jedną z najskuteczniejszych metod pomiaru przy użyciu telefonu

komórkowego, a efektem jej wykorzystania jest nie tylko poprawa dokładności wyznaczenia pozycji, ale także znaczne skrócenie czasu potrzebnego na przygotowanie urządzenia do nawigacji.



Rys. 2. Schemat pomiaru w oparciu o system A-GPS [6]

Kolejnym systemem wspomagającym wyznaczenie pozycji w telefonie wyposażonym w moduł GPS może być E-GPS (ang. Enhanced GPS). System ten pozwala na szybsze wyznaczenie pozycji oraz obniża pobór mocy odbiornika i przeznaczony jest głównie do zastosowania w miejscach gdzie sygnał GPS jest słabszy lub są problemy z jego odbiorem. Pomiar z wykorzystaniem E-GPS polega na tym, że telefon początkowo ustala swoją zgrubną pozycję na podstawie wzajemnych odległości od nadajników GSM (z dokładnością ok. 100m), a następnie na podstawie tych danych szuka sygnału transmitowanego z satelitów na wstępnie wyznaczonym, przybliżonym obszarze [7].

### 3. OPIS I CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH MODELI TELEFONÓW KOMÓRKOWYCH WYPOSAŻONYCH W ODBIORNIK GPS

Do testu wybrane zostały trzy modele telefonów komórkowych. Dwa Telefony marki Nokia oraz jeden firmy Samsung. Produkty firmy Nokia to model 6110 Navigator oraz E52, a wyrób Samsunga to telefon oznaczony symbolem i550w. Wszystkie trzy telefony opierają się na systemie Symbian S60 w wersji 3.0., a program jaki został w nich zainstalowany w celu zarejestrowania danych NMEA to TrekBuddy 0.9.98 w polskiej wersji językowej.

Telefon Nokia 6110 Navigator zadebiutował na rynku w czerwcu 2007 roku (Rys. 3) Budowa aparatu to tzw. slider (telefon z rozsuwaną kłapką) i przeznaczony jest do zastosowania w nawigacji, co ułatwia m.in. specjalny klawisz do szybkiego uruchamiania nawigacji [8]. 6110 Navigator to drugi telefon w historii firmy Nokia wyposażony w odbiornik GPS (pierwszym był model N95, debiutujący na początku 2007 roku). Moduł GPS, w jaki wyposażona jest Nokia 6110 Navigator wyprodukowany został przez firmę Texas Instruments i oznaczony symbolem GPS5300 NaviLink™ 4.0. Wyprodukowany jest on w oparciu o technologię wspomagania nawigacji z zastosowaniem techniki A-GPS i przeznaczony dla telefonów działających w oparciu o system 3G. Chipset GPS5300 produkowany jest w technologii 90 nm, a innowacyjny system DRP™ pozwala na

miniaturyzację produkcji oraz samych kosztów produkcji modułów i obniża pobór mocy pracującego chipa. Całkowita powierzchnia, jaką zajmuje moduł GPS5300 zainstalowany w telefonie komórkowym nie przekracza 50mm<sup>2</sup>. Moduł ten wprowadzony został na rynek w 2006 roku [9].

Kolejny telefon, który został wykorzystany do przetestowania systemu GPS w zastosowaniu w telefonii komórkowej jest Nokia E52 wprowadzona na rynek w 2009 roku (Rys. 3). Podobnie jak Nokia 6110 Navigator, oparta jest ona na systemie Symbian S60 w wersji 3.0. i posiada wbudowany moduł GPS5300 NaviLink™ 4.0 wyprodukowany przez Texas Instruments.

Trzecim telefonem, który dysponuje wbudowanym modułem GPS jest konkurencyjny dla Nokii produkt firmy Samsung oznaczony symbolem i550w (Rys. 3). Opiera się on, analogicznie jak opisane wcześniej telefony, na systemie Symbian S60 w wersji 3.0, a moduł GPS w nim zastosowany to NL5350 NaviLink™ 5.0 wyprodukowany przez Texas Instruments. Moduł ten również wyprodukowany jest w oparciu o technologię wspomagania nawigacji z zastosowaniem techniki A-GPS i przeznaczony dla telefonów działających w oparciu o system 3G. Zaprojektowany jest on w technologii 90 nm i podobnie jak model GPS5300 NaviLink™ 4.0 wykorzystuje opisany wcześniej system DRP™.



Rys. 3. Telefony wykorzystane do wykonania badań: Nokia 6110 Navigator, Nokia E52, Samsung i550 [10,11,12]

#### 4. OPIS EKSPERYMENTU

Badania polegały na określeniu dokładności wyznaczenia pozycji przez wybrane telefony komórkowe, porównując otrzymane dane ze współrzędnymi referencyjnymi, uzyskanymi za pomocą pomiaru metodą różnicową RTK odbiornikiem Topcon HiPer Pro, który wykorzystywał serwisy czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS. Pomiar wykonano 10 czerwca 2010 roku w godzinach 11:40 – 12:45. Zarówno telefony jak i odbiornik RTK umieszczone zostały w samochodzie, a pomiar wykonano na ulicach osiedla Dajtki – jednej z dzielnic Olsztyna. Telefony zostały umieszczone obok siebie, na uchwytach zamocowanych na tylnej szybie auta, a bezpośrednio obok nich znajdowała się antena odbiornika RTK (Rys. 4), możemy więc w tym przypadku (spodziewana

dokładności pozycjonowania rzędu kilku metrów) przyjąć, że wszystkie urządzenia znajdowały się w jednym punkcie.

W każdym z telefonów zainstalowany został program TrekBuddy 0.9.98 w polskiej wersji językowej, pozwalający nagrywać ślad i dane w standardzie NMEA 0183. Program zarejestrował linie danych z sekwencjami takimi jak:

- GPGGA – Fix Information (dane obejmujące m.in. czas pomiaru, współrzędne, liczbę satelitów i wartość współczynnika HDOP),
- GPRMC – Recommended minimum data for GPS (rekomendowane minimum danych GPS),
- GPGSA – Overall Satellite Data (ogólne dane satelitarne),
- GPVTG – Vector Track and Speed Over the Ground (wektor toru oraz prędkość).

Pomiar we wszystkich rozpatrywanych przypadkach dokonywany był z interwałem jednosekundowym.



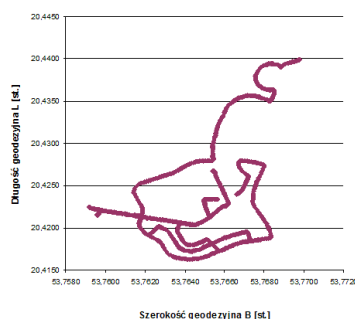
Rys. 4. Odbiorniki rejestrujące dane GPS oraz program TrekBuddy [1].

## 5. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

### 5.1 Wyznaczenie pozycji odniesienia

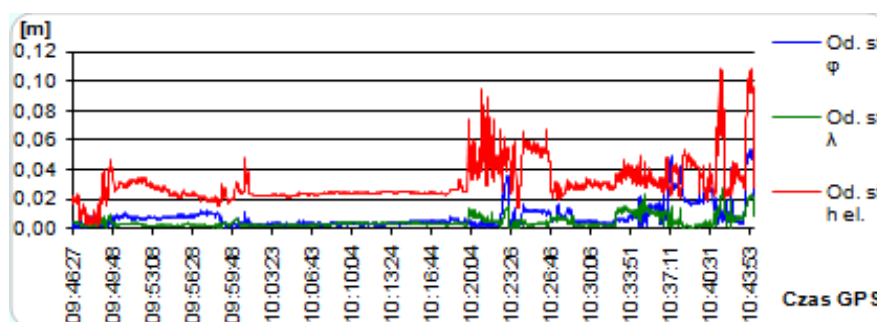
W przypadku opisywanego doświadczenia pozycją odniesienia stały się współrzędne obliczone w trybie post-processing z wykorzystaniem trzech stacji referencyjnych. Jedną ze stacji była stacja fizyczna – Olsztyn, a dwie pozostałe to stacje wirtualne. Obserwacje ze stacji odniesienia pozyskano z serwisu Pozgeo-D, systemu ASG-EUPOS. Pobrane z wyżej wymienionego serwisu pliki obserwacyjne i nawigacyjne posłużyły wraz z obserwacjami uzyskanymi za pomocą odbiornika Topcon HiPer Pro do obliczenia m.in. współrzędnych odniesienia punktów przebytej trasy oraz błędów pomiaru. Obliczenia wykonano za pomocą oprogramowania Ashtech Office Suite for Survey (AOSS). Następnie, dane wynikowe zestawiono w arkuszu kalkulacyjnym Microsoft Excel. Trajektorię ruchu pojazdu zilustrowano na rysunku 5.

Następnym krokiem było obliczenie wartości odchylenia standardowego, co pozwoliło skontrolować uzyskane za pomocą oprogramowania AOSS wyniki. Analizując rysunek 6, stwierdzić możemy, że największe odchylenie standardowe uzyskała współrzędna wysokościowa – h, uzyskując przy tym wartości rzędu kilku centymetrów, osiągając



Rys. 5. Trajektoria pomiaru testowego – Dajtki, Olsztyn.

w pewnym momencie wartość przewyższającą nieznacznie 10 cm. Odchylenia dla współrzędnej szerokości i długości nie przekroczyły w trakcie całego pomiaru wartości 6 cm. Ponadto, analizując wykres, zauważyć można, że odchylenie uzyskało stosunkowo niskie wartości w momencie pomiaru przypadającym na okres od godz. ok. 10:00 do ok. 10:19, co spowodowane było postojem pojazdu. Dalsza część pomiaru odbywała się w ruchu, co wyraźnie obrazuje rysunek 6.



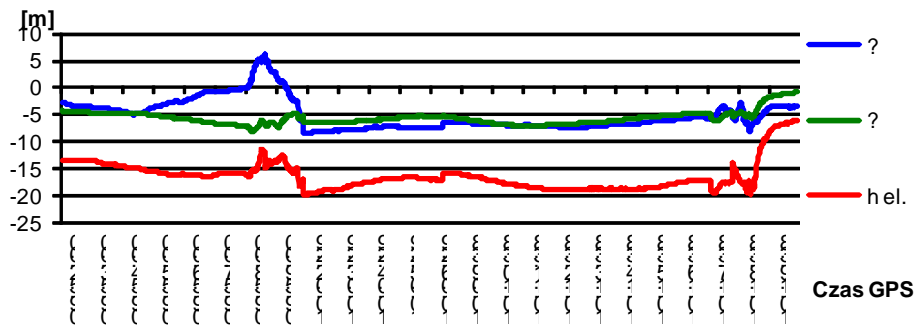
Rys. 6. Wartość odchylenia standardowego dla pozycji odniesienia.

## 5.2. Analiza dokładności telefonu Nokia 6110 Navigator

Analizie dokładności wyznaczenia pozycji poddanych zostało łącznie 1435 epok obserwacyjnych. Interwał pomiaru równy był jednej sekundzie, a analizowane dane pochodziły z następujących przedziałów czasu:

- 9:52:00 – 10:00:50
- 10:02:20 – 10:06:51
- 10:09:01 – 10:20:32 (czasu UTC)

Proces porównania współrzędnych zarejestrowanych za pomocą Nokii 6110 Navigator, jak również dwóch pozostałych telefonów, przeprowadzono w programie Microsoft Excel. Porównanie obserwacji pochodzących z Nokii 6110 z pozycją odniesienia przedstawia rysunek 7.

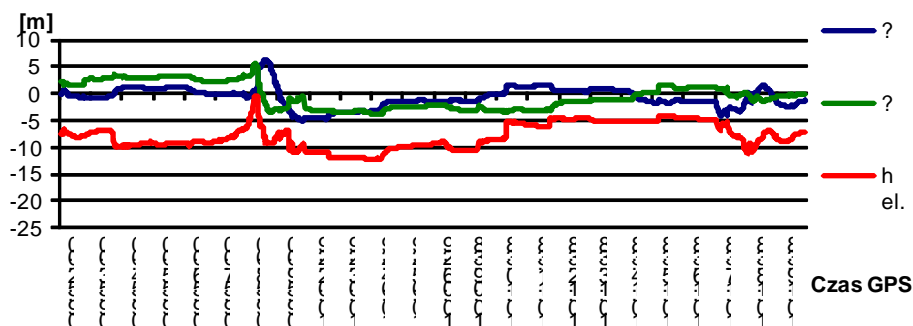


Rys. 7. Różnice między współrzędnymi odniesienia i zarejestrowanymi przez Nokię 6110 Navigator

Analizując rysunek 7 stwierdzić można, że różnice współrzędnych płaskich przyjmując wartości kilku metrów. Dla szerokości geograficznej średnia wartość wynosi około 5 m, a jej maksimum to 8,5 m. Długość geograficzna różni się natomiast od pozycji odniesienia średnio o ok. 5,5 metrów, w pewnym momencie przyjmując wartość maksymalną na poziomie 8 metrów (wartość bezwzględna). Współrzędna wysokościowa odbiega natomiast od pozycji odniesienia średnio o 16 metrów.

### 5.3. Analiza dokładności telefonu Nokia E52

Porównanie współrzędnych uzyskanych za pomocą telefonu Nokia E52 ze współrzędnymi odniesienia przeprowadzono, podobnie jak w przypadku modelu 6110 Navigator, w oparciu o program Microsoft Excel, wykorzystując tą samą liczbę obserwacji. Rysunek 8 ilustruje różnice uzyskane pomiędzy współrzędnymi odniesienia, a zarejestrowanymi przez telefon.



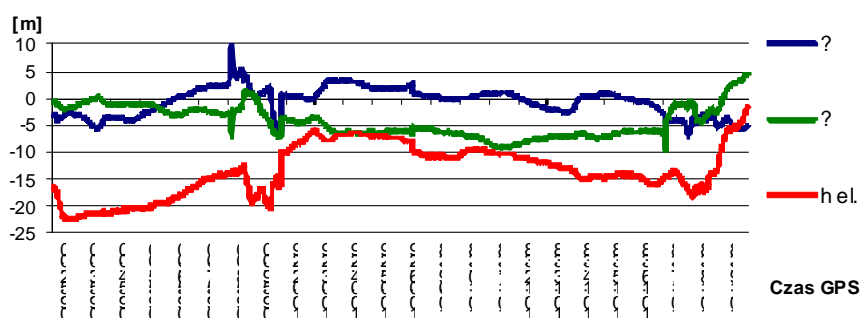
Rys.8. Różnice między współrzędnymi odniesienia i zarejestrowanymi przez Nokię E52.



Drugi z testowanych modeli fińskiego producenta uzyskał znacznie lepszą dokładność w przypadku współrzędnych płaskich. W przypadku szerokości geograficznej średnia różnica między współrzędnymi odniesienia, a zarejestrowanymi przez telefon przyjęła wartość na poziomie około 1,5 metra, a jej ekstremum to 6,5 m. Długość geograficzna różni się natomiast od pozycji odniesienia średnio o 2 metry, przyjmując maksymalną wartość na poziomie 5,5 metrów. Analizując różnicę między wysokością odniesienia, a otrzymaną za pomocą Nokii E52 zauważamy, że telefon zaniża rzędną wysokościową o niespełna 8 metrów.

#### 5.4. Analiza dokładności telefonu Samsung i550w

Ostatnim z testowanych pod względem dokładności wyznaczenia pozycji telefonów był produkt południowokoreańskiego producenta – Samsung i550w. Do porównania wybrana została dokładnie ta sama liczba obserwacji, zarejestrowanych w czasie, w jakim mierzyły dwa powyżej opisane produkty Nokii. Porównanie obserwacji pochodzących z Samsunga z pozycją odniesienia przedstawia rysunek 9.

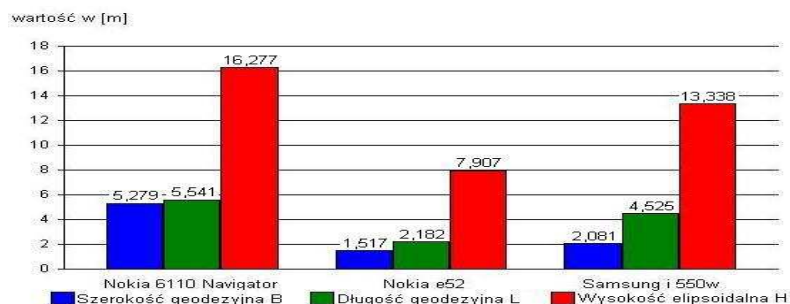


Rys. 9. Różnice między współrzędnymi odniesienia i zarejestrowanymi przez Samsunga i550w.

W przypadku Samsunga wyznaczona szerokość geograficzna odbiega od pozycji odniesienia średnio o 2 metry, a ekstremum różnicy osiąga wartość 11 metrów. Długość geograficzna różni się średnio o 4,5 metra, a maksymalna wartość różnicy to 10 m. Współrzędna wysokościowa odbiega od współrzędnej pochodzącej z pozycji odniesienia średnio o 13 metrów.

#### 5.5. Analiza wyników

Wartości bezwzględne różnic między pozycją odniesienia i uzyskanymi za pomocą telefonów współrzędnymi zostały uśrednione, a średnie różnice współrzędnych uzyskane za pomocą każdego z trzech testowanych telefonów przedstawiono na rysunku 10.



Rys.10. Średnie różnice między współrzędnymi odniesienia i testowanymi telefonami komórkowymi.

Jak widać, każdy z testowanych telefonów odbiega dokładnością wyznaczenia pozycji od tej wyznaczonej za pomocą precyzyjnego pomiaru fazowego średnio przynajmniej o wartość przekraczającą 1,5 metra. Najlepsza w teście okazała się Nokia E52, która uzyskując dokładność rzędu 1,5 metra na szerokości geograficznej oraz 2,2 metra na długości geograficznej, osiągnęła dokładność niemal dwukrotnie wyższą od drugiego w teście Samsunga i550w. Najgorszym wynikiem pochwalić się może Nokia 6110 Nawigator, która zajmując najniższe miejsce na podium uzyskała średnie różnice na poziomie ponad 5 metrów, zarówno dla szerokości i długości geograficznej. Analizując poszczególne różnice dla każdej ze współrzędnych, łatwo zauważyć, że każdy z telefonów jest najmniej dokładny w wyznaczaniu współrzędnej wysokościowej. Nokia E52 uzyskała dokładność rzędu 8 metrów, Samsung ok. 13, a model Nokii oznaczony jako 6110 Navigator aż 16 metrów. Stwierdzić możemy jednak, że każdy z telefonów wykazał się wysoką stabilnością pomiaru i rejestracji danych, a ewentualne, maksymalnie kilkusekundowe przerwy w zapisie sentencji NMEA spowodowane były chwilowo niesprzyjającymi warunkami pomiarowymi. Ponadto, współrzędne płaskie wyznaczone przez każdy z telefonów odbiegały od tych pochodzących z pozycji odniesienia nie więcej niż średnio o kilka metrów. Zważywszy na to, że w telefonach zainstalowane zostały najtańsze i stosunkowo najprostsze moduły GPS, osiągnięte wyniki są bardzo zadowalające, a dla celów nawigacyjnych można je uznać za bardzo dobre.

## 6. WNIOSKI

Uzyskane dokładności mieszczą się w granicach kilku metrów dla współrzędnych płaskich i kilkunastu dla współrzędnej wysokościowej. Powyższe wyniki pozwalają stwierdzić, że popularne, dostępne obecnie na rynku telefony komórkowe, które mimo działania w oparciu o najprostsze i najtańsze moduły GPS, z powodzeniem mogą być wykorzystywane w procesie nawigacji. Stwierdzić należy również, że w ciągu całego pomiaru, trwającego około godziny nie wystąpiły dłuższe niż kilkusekundowe przerwy w wyznaczaniu pozycji. Dotyczyło to zarówno obu popularnych modeli Nokii, jak również telefonu oferowanego przez Samsunga. Możemy zatem pokusić się o stwierdzenie, że zachowane zostały niezwykle ważne w procesie nawigacji elementy takie jak ciągłość i wiarygodność pomiaru, co pozwala na śmiałą konkurencję telefonów komórkowych

wyposażonych w moduł GPS z popularnymi na rynku tzw. nawigacjami samochodowymi. Przeprowadzone badanie i analiza otrzymanych wyników, a także fakt, że rozwój telefonii komórkowej jest bardzo dynamiczny, pozwalają wysnuć stwierdzenie, że wprowadzenie systemu GPS do telefonii komórkowej było jednym z milowych kroków w dziedzinie nawigacji turystycznej (tzw. ręcznej nawigacji). Postęp w dziedzinie produkcji telefonów komórkowych i samych modułów GPS jest niezwykle gwałtowny, a koszty produkcji jednocześnie bezustannie maleją. W związku z powyższym uznać możemy, że system GPS staje się nieodzownym kompanem coraz większej liczby użytkowników popularnych „komórek”, a jak pokazało badanie, z powodzeniem i dużą skutecznością może uprzyjemnić i jednocześnie ułatwić zarówno podróże samochodowe, piesze jak i rowerowe.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Borowski B. „Wykorzystanie Globalnego Systemu Pozycjonowania w telefonach komórkowych GSM”, Praca magisterska, UWM w Olsztynie, 2010
- [2] [http://www.9210.ru/articles/1417/benefon\\_esc\\_08.jpg](http://www.9210.ru/articles/1417/benefon_esc_08.jpg), 23.04.2010
- [3] <http://www.poipoint.pl>, 23.04.2010
- [4] <http://lokalizacja.info/baza-wiedzy/lbs/a-gps-a-lbs-1324.html>, 28.04.2010
- [5] <http://www.nokia.pl/pomoc/produkty-pomoc/n97-mini/how-to/positioning>, 28.04.2010
- [6] <http://205.134.232.209/Semsons/AGPS.jpg>, 28.04.2010
- [7] <http://www.egps.net>, 28.04.2010
- [8] <http://www.t-k.pl/p/artykul?i26=4409&o27=0>, 30.04.2010
- [9] <http://focus.ti.com/general/docs/wtbu/wtbupproductcontent.tsp?templateId=6123&navigationId=12607&contentId=4663>, 03.05.2010
- [10] [http://www.mobilephoneonly.co.uk/phonereviews/upload/\\_nokia-6110\\_navigator.jpg](http://www.mobilephoneonly.co.uk/phonereviews/upload/_nokia-6110_navigator.jpg), 30.04.2010
- [11] [http://www.zakupygps.pl/allegro/e52\\_2.jpg](http://www.zakupygps.pl/allegro/e52_2.jpg), 30.04.2010
- [12] <http://hillos.info/wp-content/uploads/2008/04/samsung-i550.jpg>, 30.04.2010
- [13] [http://www.gsmarena.com/benefon\\_esc!-44.php](http://www.gsmarena.com/benefon_esc!-44.php), 22.04.2010