

Paweł ZALEWSKI¹

Techniki radionawigacyjne na wodach śródlądowych

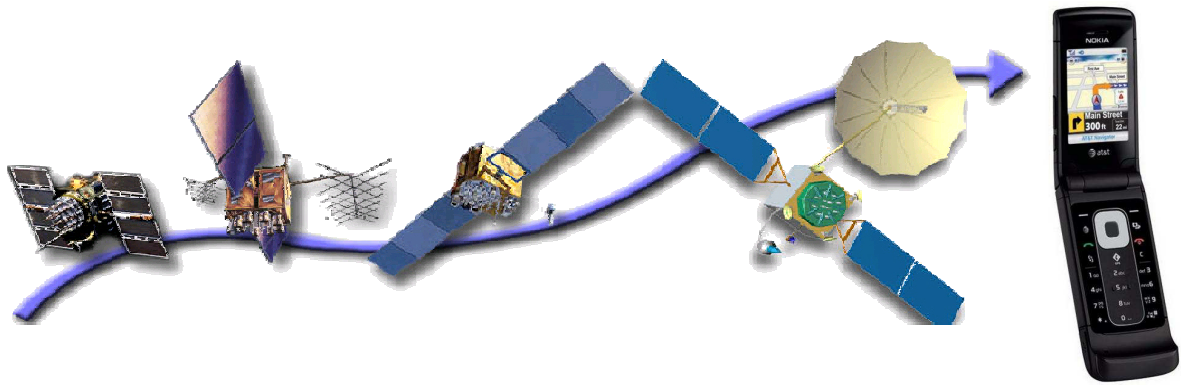
1. WSTĘP

Jeszcze parę lat temu radionawigacja była domeną nawigatorów morskich i lotniczych. Wraz z rozpowszechnieniem systemów nawigacji osobistej (nawigacja samochodowa i komórkowa – rys. 1) praktycznie ma z nią do czynienia każdy. Nie zastąpi ona nawigacji terestrycznej oraz radarowej, chociaż można przypuszczać, że stopniowo ograniczy ich rolę do obserwacji i identyfikacji obiektów niemonitorowanych elektronicznie. Zasięg szybkich łączy komórkowych danych (EDGE, UMTS-HSDPA-3.5G, 4G) obejmuje obecnie praktycznie wszystkie europejskie wody śródlądowe. Na jednostkach śródlądowych pływających także po akwenach otwartych coraz większą popularność, ze względu na malejące koszty, zyskują transpondery systemu automatycznej identyfikacji statków AIS klasy B. Uzyskiwane z nich informacje o wektorach ruchu monitorowanych jednostek mogą być alternatywą do informacji z nakresów radarowych (EPA, ARPA).

2. TECHNIKI POZYCYJNE TELEFONII KOMÓRKOWEJ

Parametrami wykorzystywanymi powszechnie w telefonii komórkowej do autonomicznego wyznaczenia linii pozycyjnych są: kąt odbioru sygnału (kierunek, z którego sygnał dociera do anteny telefonu), czas propagacji sygnału i siła sygnału (odpowiadające pomiarowi odległości) oraz porównanie z wzorcem wielodrożności sygnału (wzorzec odbić sygnału od nieruchomej infrastruktury lub wzorzec siły sygnału może posłużyć wyznaczeniu linii pozycyjnych na zasadzie porównawczej – tzw. Multipath Pattern Matching).

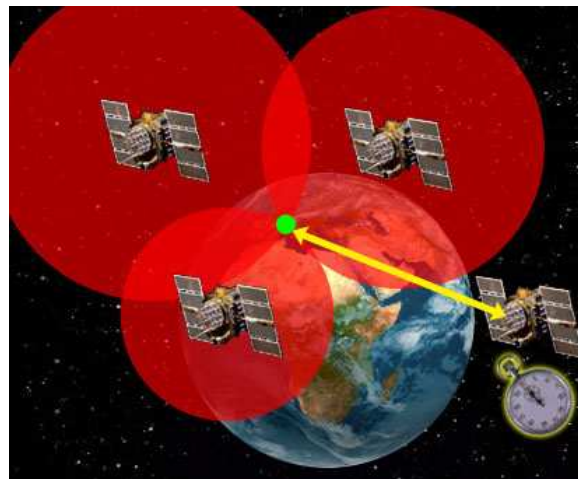
¹ Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny



Rys. 1. Nawigacja w telefonie komórkowym

Źródło: na podstawie <http://www.pnt.gov>

Najbardziej popularnymi technikami wyznaczenia pozycji są: triangulacja (pozycja dwuwymiarowa oparta o znaną długość odcinka między dwoma punktami osnowy – stacjami bazowymi i pomiar dwóch kątów do niego przyległych), trilateracja (kiedy użyte są minimum trzy pomiary odległościowe dla pozycji trójwymiarowej), multilateracja (pomiary różnic odległości od minimum trzech punktów osnowy – pozycjonowanie hiperboliczne) lub kombinacje tych technik.

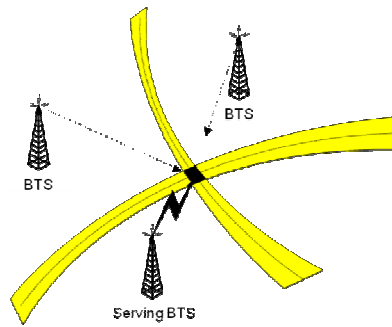


Rys. 2. Trilateracja pozycji w systemie GPS

Źródło: [2]

Stacjami bazowymi sygnału pomiarowego (BTS – Base Transceiver Station) mogą być zarówno wieże przekaźnikowe telefonii komórkowej (sieć komórkowa), jak i satelity GPS. Dlatego, ogólnie techniki ustalenia pozycji użytkownika sieci komórkowej można podzielić na:

- bazujące na sieci komórkowej (network-based) – rys. 2,
- bazujące na pomiarach satelitarnych (satellite based - aktualnie z satelitów GPS).

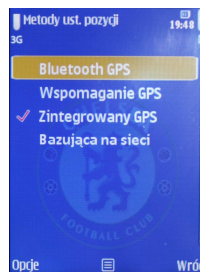


Rys. 2. Pozycjonowanie bazujące na sieci komórkowej

Inna klasyfikacja może dotyczyć miejsca, w którym następuje faktyczne wyliczenie parametrów pozycji: albo w telefonie komórkowym, albo w centrum sieciowym (network control centre - NCC), prowadząc do rozwiązań [3]:

- terminalocentrycznych (mobile terminal-user-centric),
- sieciocentrycznych (network-centric) lub
- hybrydowych.

W technikach sieciocentrycznych pozycja użytkownika wyznaczana jest przez NCC i przesyłana do telefonu użytkownika, podczas gdy w technice terminalocentrycznej wyznaczenie pozycji następuje w telefonie użytkownika. Techniki terminalocentryczne bazują na oprogramowaniu i sprzęcie pozycjonującym zainstalowanym w telefonie komórkowym.



Rys. 3. Przykład wyboru technik ustalenia pozycji w telefonie komórkowym

Dzielią się one dalej na (rys. 3) [4]:

- zintegrowany (wewnętrzny) GPS,
- zewnętrzny GPS podłączony np. poprzez Bluetooth, Wi-Fi, kabel USB,
- A-GPS - wspomagany GPS („Assisted GPS” lub w terminologii lotniczo-morskiej: „Augmented GPS”),
- E-OTD (Enhanced Observed Time-Difference) - w dowolnym tłumaczeniu „ulepszony pomiar różnic czasu”.

2.1 ZINTEGROWANY GPS

Zintegrowany GPS dostarcza aktualizowaną, najczęściej co 1s, informację pozycyjną z dokładnością 3-50m (95%), w zależności od dostępności sygnałów i jakości układu GPS (dla dobrej widzialności satelitów i niskiego DOP uzyskuje się dokładność w granicach 3-9m, w terenie zurbanizowanym lub ze znaczącym wpływem wielodrożności sygnałów dokładność pogarsza się 10-50m).

Analogicznie działać będzie podłączony zewnętrzny odbiornik GPS (np. zintegrowany w innym telefonie, nawigacji samochodowej itp.), w którym należy skonfigurować odpowiedni rodzaj łącza np. bluetooth.

2.2 A-GPS

A-GPS – wspomagany sieciowo GPS wyzyskuje stałe odbiorniki GPS (aktywną sieć geodezyjną, stacje referencyjne), rozmieszczone w regularnych odstępach co 200-400km, do odbioru danych uzupełniających obserwacje zintegrowanego lub zewnętrznego GPS użytkownika. Dane wspomagające, przesyłane pakietowo poprzez sieć (EGPRS (EDGE), HSDPA) umożliwiają odbiornikowi użytkownika dokonanie pomiarów czasów propagacji sygnałów satelitarnych bez konieczności dekodowania zawartej w tych sygnałach wiadomości nawigacyjnej. W ten sposób znacząco skracany jest czas potrzebny odbiornikowi GPS na wyliczenie pozycji oraz obniżany poziom mocy sygnału wystarczającego do pomiaru kodowego, co umożliwia pozycjonowanie nawet w przypadku niektórych przesłoneń. Bez wspomagania czas do uzyskania pierwszej pozycji (TTFF) może wynieść od kilku sekund do nawet 5min. Z danymi wspomagającymi mieści się on w granicach 1-8s. Dane wspomagające przesyłane są zazwyczaj z częstotliwością 1/h i nie mają znaczącego wpływu na przepustowość sieci komórkowej. Mogą one również zawierać kodowe poprawki różnicowe do pomiarów odległościowych GPS, prowadząc do polepszenia dokładności pozycji do 1-3m.

Należy tutaj zaznaczyć, że przeznaczone głównie do nawigacji turystycznej i samochodowej układy SIRF™ celowo korzystają z sygnałów wielodrożnych, aby polepszyć dostępność sygnałów GPS w terenach zurbanizowanych. Skutkuje to pogorszeniem dokładności do ok. 50m, co może nie mieć znaczenia przy aproksymacji pozycji do najbliższej drogi, ale będzie wartością znaczącą na torze wodnym.

U niektórych operatorów A-GPS może też być hybrydą z E-OTD lub technikami sieciocentrycznymi (np. amerykański produkt inGeo™). Aktualnie oferowany na polskim rynku A-GPS korzysta z sieci komórkowych GSM 3G i 2G oraz transmisji danych pakietowych GPRS, EGPRS i HSDPA. W urządzeniu mobilnym musi być też zdefiniowany punkt dostępu do internetu (dane są pobierane poprzez serwer operatora). Należy tutaj dodać, że Polskę obejmuje od 2008 lat serwis EUPOS umożliwiający korzystanie z danych różnicowych GPS na obszarze Unii Europejskiej, Ukrainy i Rosji.

2.3 E-OTD

E-OTD - technika E-OTD odpowiada klasycznym pomiarom hiperbolicznym, stosowanym od lat w systemach nawigacji morskiej np. w Loran-C. Telefon użytkownika wyznacza różnice czasów dotarcia do niego sygnałów z minimum trzech stacji bazowych. Pozwalają one wyliczyć względną pozycję telefonu-terminala w stosunku do tych stacji. Znając pozycje stacji sieci komórkowej i synchronizując czasowo wysyłane przez nie informacje można już wyznaczyć pozycję w standardowym systemie odniesienia (WGS84). Najbardziej popularnym sposobem synchronizacji transmisji danych w E-OTD jest wykorzystanie sygnału GPS. Obliczenia mogą być następnie wykonane albo w terminalu ruchomym – telefonie, albo w serwerze sieciowym, w związku z czym technika ta może być zaliczona zarówno do terminalocentrycznych, jak i do sieciocentrycznych. Dokładność pozycji E-OTD mieści się w 130m i w przeciwieństwie do GPS nie jest uzależniona od widzialności satelitów (pozycja może być także wyznaczana wewnątrz pomieszczeń).

2.4 TECHNIKI SIECIOCENTRYCZNE

Techniki sieciocentryczne bazują na oprogramowaniu i sprzęcie stacji bazowych sieci komórkowej. Najpopularniejsze to CGI-TA, TOA i triangulacja.

CGI-TA - Cell Global Identity (CGI) lub Cell Info – identyfikacja komórki sieciowej pozwala zlokalizować telefon komórkowy wewnątrz obszaru przyporządkowanego do stacji bazowej. Jest ona zazwyczaj uzupełniana informacją o odstępie czasu pomiędzy startem obwiedni impulsu a miejscem pomiaru wewnątrz impulsu – TA (Timing Advance). Informacje CGI-TA są wbudowane w daną sieć pozwalając osiągnąć dokładności do kilkuset metrów dla mniejszych komórek sieci (ogólnie dokładność rzędu rozmiarów komórki).

Dla usług typu „znajdź w pobliżu” (np. restaurację) jest to metoda tania i przydatna. Działa też na wszystkich telefonach / terminalach GSM.

TOA – pomiar czasu przybycia sygnału z terminalu użytkownika (Uplink Time of Arrival) odbywa się na podobnej zasadzie, jak pomiar różnicy czasów w E-OTD. W tej technice pomiar dokonywany jest jednakże przez stacje bazowe. Aby uzyskać pozycję odbiornika zalogowanego w sieci muszą go monitorować przynajmniej trzy stacje bazowe. Pomiary różnic czasów propagacji odebranego sygnału dokonywane są według wzorca GPS. Kluczową kwestią wykorzystania tej techniki jest wyposażenie wszystkich stacji bazowych operatora sieci komórkowej w odpowiednie oprogramowanie i układy monitorujące.

Oprócz wymienionych technik pozycjonowania operatorzy mogą też stosować techniki hybrydowe, a użytkownicy wykorzystać inne możliwości łączności bezprzewodowej terminala (telefonu lub PDA). Na przykład łącze Bluetooth o zasięgu do 10-20m pracujące w paśmie 2,4GHz umożliwia automatyczne wykrywanie urządzeń kompatybilnych. W wielu miastach europejskich, amerykańskich, czy japońskich praktycznie pozwala to na monitorowanie swojej pozycji poprzez odczyt danych urządzeń Bluetooth.

3. USŁUGI ASG-EUPOS

Projekt referencyjnego systemu nawigacyjnego EUPOS (European Position Determination System), obejmującego swoim zasięgiem kraje Europy Wschodniej i Środkowej, powstał w 2003 r. [1]. W projekcie uczestniczy piętnaście krajów: Bułgaria, Bośnia i Hercegowina, Czechy, Estonia, Litwa, Łotwa, Macedonia, Niemcy, Polska, Rumunia, Rosja, Serbia i Czarnogóra, Słowacja, Słowenia i Węgry. System EUPOS stanowi stabilny układ odniesień przestrzennych, zastępując istniejące osnowy geodezyjne (stad w Polsce ASG – Aktywna Sieć Geodezyjna). Jest to system wielofunkcyjny zabezpieczający zarówno potrzeby precyzyjnych pomiarów geodezyjnych jak również prowadzenie nawigacji: lądowej, powietrznej i morskiej. Dane EUPOS są wyznaczone w układzie odniesienia ETRS 89 (EUREF89), wspólnym dla Europy, a następnie przeliczane do narodowych układów współrzędnych. Kraje uczestniczące stosują jednolity standard techniczny kompatybilny ze standardem istniejącego w Niemczech systemu SAPOS zachowując zgodność z prawem krajowym. Odległości między stacjami referencyjnymi nie przekraczają 70-80 km. Kraje udostępniają sobie dane z przygranicznych stacji referencyjnych. Usługi systemu ASG-EUPOS dostępne są w Polsce poprzez łącze internetowe z protokołem ntrip. Pod adresem internetowym system.asgeupos.pl dostępne są:

- NAWGIS - port 8080 lub 2101; komunikacja jednokierunkowa; dostępne źródła:
 - NAWGIS_Polnoc - serwis kodowy DGPS dla części północnej Polski uwzględniający rozwiązanie powierzchniowe; użytkownik wybiera fizyczną stację referencyjną.
 - NAWGIS_Poludnie - serwis kodowy DGPS dla części południowej Polski uwzględniający rozwiązanie powierzchniowe; użytkownik wybiera fizyczną stację referencyjną.
- KODGIS - port 8080 lub 2101; komunikacja dwukierunkowa - wymaga przybliżonej pozycji NMEA GGA; dostępne źródła:
 - KODGIS - serwis DGPS uwzględniający rozwiązanie powierzchniowe w pobliżu użytkownika; ustanawiana jest wirtualna stacja referencyjna VRS.
- NAWGEO - port 8080 lub 2101 - rozwiązania sieciowe RTK; porty 8082-8085 - RTK z wybranej stacji referencyjnej; dostępne źródła:
 - NAWGEO_MAC_3_1 - serwis powierzchniowy w formacie RTCM 3.1 (MAC)
 - NAWGEO_VRS_3_1 - serwis powierzchniowy w formacie RTCM 3.1 z parametrami VRS
 - NAWGEO_VRS_2_3 - serwis powierzchniowy w formacie RTCM 2.3 z parametrami VRS
 - NAWGEO_FKP_2_3 - serwis powierzchniowy w formacie RTCM 2.3 z parametrami FKP
 - NAWGEO_POJ_3_1 - RTK w formacie RTCM 3.1 z pojedynczej (fizycznej) stacji referencyjnej, która znajduje się najbliżej użytkownika
 - XXXX_RTCM_3_1 - port 8082 - RTK z pojedynczych stacji XXXX w formacie RTCM 3.1 (część północna Polski)
 - XXXX_RTCM_3_1 - port 8083 - RTK z pojedynczych stacji XXXX w formacie RTCM 3.1 (część południowa Polski)
 - XXXX_RTCM_2_3 - port 8084 - RTK z pojedynczych stacji XXXX w formacie RTCM 2.3 (część północna Polski)
 - XXXX_RTCM_2_3 - port 8085 - RTK z pojedynczych stacji XXXX w formacie RTCM 2.3 (część południowa Polski)
- POZGEO - zautomatyzowane obliczenia obserwacji statycznych w postprocessingu (opracowanie zarejestrowanych pomiarów); dostęp poprzez stronę WWW (domyślny port 80)

- POZGEO D - pobieranie obserwacji ze stacji referencyjnych; dostęp poprzez stronę WWW (domyślny port 80).

Z przytoczonego wykazu widać, że w zależności od dostępnego typu odbiornika GPS/GNSS dokładności pozycjonowania dla usług ASG-EUPOS będą w granicach 0,01-3m. Dla celów nawigacyjnych przeznaczone są usługi NAWGIS, KODGIS, NAWGEO. NAWGEO znajduje zastosowanie w pracach hydrotechnicznych (pogłębianie itp.) – dokładności do 0,03m, NAWGIS i KODGIS w transporcie śródlądowym – 0,3-3m.

Żeby skorzystać z usług systemu należy zarejestrować się na stronie ASG-EUPOS i zainstalować oprogramowanie obsługujące pobór danych z serwera system.asgeupos.pl protokołem ntrip. Jeżeli wykorzystamy do tego celu komputer PC z dołączonym modemem komórkowym, możemy wykorzystać darmową aplikację np. GNSSInternet Radio. W innym wypadku konieczna jest odpowiednia aplikacja w smartfonie lub PDA.

4. ZOBRAZOWANIE INFORMACJI NAWIGACYJNEJ NA WODACH ŚRÓDLĄDOWYCH

Analizując przedstawione techniki, można wnioskować, iż jedynie te wykorzystujące GPS lub GNSS mają praktyczne zastosowanie na wodach śródlądowych.

4.1 ALGORYTM TRILATERACJI

Techniką pozycyjną umożliwiającą uwzględnienie wielu pomiarów odległościowych od znanych pozycji odniesienia jest trilateracja. Jej algorytm oparty na metodzie najmniejszych kwadratów w praktyce pozwala na kombinację pomiarów z różnych systemów pozycyjnych lub pomiarów nadmiarowych w celu uzyskania przybliżonego rozwiązania układu równań obserwacyjnych $A \cdot x = b$. Matematycznie jest to poszukiwanie wektora x , który minimalizuje sumę błędów kwadratowych $(b - A \cdot x)^T \cdot W \cdot (b - A \cdot x)$. Przyjmując:

$$v = A \cdot x - b, \quad W \quad (1)$$

gdzie W – diagonalna macierz wag dla poszczególnych równań v .

$$v^T \cdot W \cdot v = \min \quad (2)$$

$$x = (A^T \cdot W \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot W \cdot b \quad (3)$$

gdzie A – macierz współczynników dla poszczególnych x_i .

Dla układu obserwacyjnego jednocześnie pomierzonych odległości P_i [m] odbiornika od i -tego satelity o współrzędnych geocentrycznych [m] X_i, Y_i, Z_i :

$$P_i + c\Delta T_i \equiv \rho_i + c(\delta_i + \delta) + \delta_{jono_i} + \delta_{tropo_i} + \varepsilon_i = \rho_i - d\tilde{T} \cdot c \quad (4)$$

gdzie:

ΔT_i – poprawka synchronizująca zegar satelity ze wzorcem systemu [s],

c – prędkość światła [m/s],

δ_i – błąd zegara satelity [m],

δ – błąd zegara odbiornika [m],

δ_{jono_i} – poprawka jonosferyczna wynikająca z opóźnienia fali elektromagnetycznej w jonosferze [m],

δ_{tropo_i} – poprawka troposferyczna wynikająca z opóźnienia fali elektromagnetycznej przez zmienne parametry atmosfery (ciśnienie, temperatura, wilgotność) [m],

ε_i – błąd przypadkowy pomiaru [m],

ρ_i – oszacowanie pomiaru, odległość geometryczna [m],

$d\tilde{T}$ – niewiadoma poprawka czasu w odbiorniku [s].

Oszacowanie:

$$\tilde{\rho}_i = \sqrt{(\tilde{X} - X_i)^2 + (\tilde{Y} - Y_i)^2 + (\tilde{Z} - Z_i)^2} \quad (5)$$

gdzie:

$\tilde{X}, \tilde{Y}, \tilde{Z}$ – szacowane współrzędne geocentryczne pozycji w trzech wymiarach [m].

Wektor różnic pomiarów (obserwacji) i oszacowań (przybliżonych wartości obserwacji) [m]:

$$b_i = P_i + c\Delta T_i - \sqrt{(\tilde{X} - X_i)^2 + (\tilde{Y} - Y_i)^2 + (\tilde{Z} - Z_i)^2} - d\tilde{T} \cdot c \quad (6)$$

Wracając do równania (1), jeżeli za x przyjmiemy wektor poprawek do oszacowań, za v wektor poprawek do obserwacji, za A macierz współczynników relacji oszacowanie – pomiar to otrzymamy liniowy układ równań, z którego możemy wyznaczyć $x=[dx;dy;dz;dt]$ (zależności (2) i (3)).

Macierz A uzyskuje się wyznaczając pochodne cząstkowe prawej strony równania pomiaru (4) po szacowanych czterech współrzędnych:

$$A_{i1} = \frac{\partial P_i}{\partial \tilde{X}} = \frac{\tilde{X} - X_i}{\tilde{\rho}_i}, \quad A_{i2} = \frac{\partial P_i}{\partial \tilde{Y}} = \frac{\tilde{Y} - Y_i}{\tilde{\rho}_i}, \quad A_{i3} = \frac{\partial P_i}{\partial \tilde{Z}} = \frac{\tilde{Z} - Z_i}{\tilde{\rho}_i}, \quad A_{i4} = \frac{\partial P_i}{\partial d\tilde{T}} = -c \quad (7)$$

Ostatecznie:

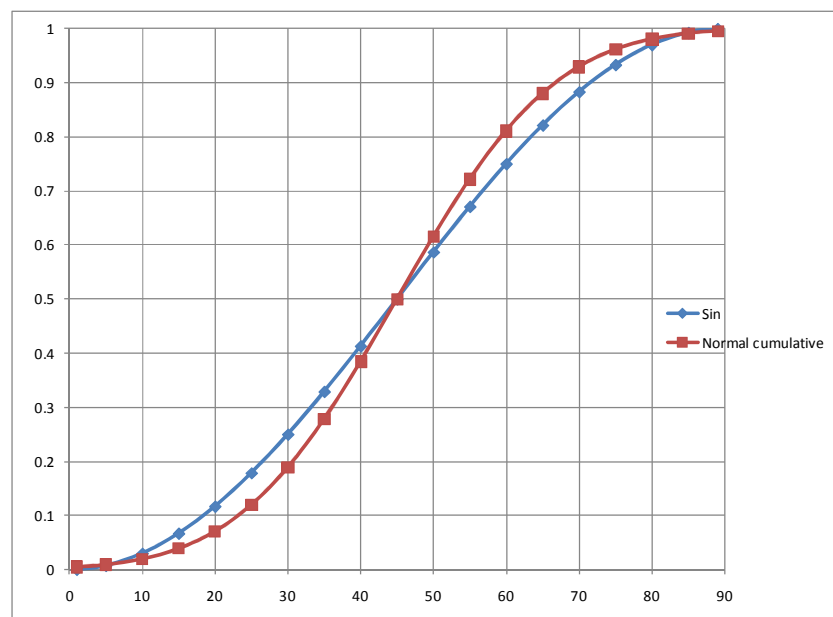
$$x = (A^T \cdot W \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot W \cdot b \quad (8)$$

A współrzędne odbiornika i poprawka jego zegara są obliczane w wyniku dodania wektora poprawek x do wstępnych oszacowań. Te wyliczone współrzędne są ponownie podstawiane, jako oszacowania w zależnościach (5), (6) i (7). Następnie obliczenia są powtarzane dla uaktualnionych wartości parametrów pozycji do momentu osiągnięcia: $x \cong 0$ (w praktyce ok. 10^{-8}) i poddawane transformacji do układu współrzędnych geograficznych WGS84.

Przedstawione równania wynikają bezpośrednio z zasady pomiaru odległości poprzez pomiar czasu i z danych odbieranych w sygnale cyfrowym systemu nawigacyjnego (w GNSS pozycji satelitów i ich poprawek czasu do wzorca systemu). Zastanowienia wymaga jednakże zróżnicowanie wag poszczególnych linii pozycyjnych, które powinny odzwierciedlać wpływ błędów pomiarowych na rozwiązanie. W przypadku kombinacji pomiarów odległościowych z różnych systemów należałoby przeprowadzić analizę ich błędów propagacyjnych. Dla GPS/GNSS rozkład tych błędów jest uzależniony od kąta padania na atmosferę, a stąd od wysokości topocentrycznej satelitów α [2]. Z wystarczającym przybliżeniem można go zdefiniować przy pomocy funkcji trygonometrycznej:

$$W_i = \frac{1}{2}(\sin(2\alpha_i - 90) + 1) \quad (9)$$

lub skumulowanych funkcji gęstości rozkładu normalnego. Rys. 4. przedstawia wartości wag wyznaczonych dla kolejnych kątów wysokości topocentrycznych uzyskiwanych z cyfrowego sygnału satelitarnego z zależności (9) oraz skumulowanej funkcji gęstości rozkładu normalnego o parametrach: średnia 45° , odch. standardowe 17° .



Rys. 4. Relacja wysokość topocentryczna satelity – waga równania pomiarowego

Mając określone pozycje w danych momentach czasu można wyznaczyć pozostałe parametry wektora stanu (wektor ruchu) stosując cyfrową filtrację Kalmana lub jej odpowiedniki.

4.2 ŚRÓDLĄDOWE ELEKTRONICZNE MAPY NAWIGACYJNE

Wymienione techniki pozycjonowania nabierają praktycznego znaczenia po zainstalowaniu w smartfonie lub komputerze oprogramowania map elektronicznych. Ostatnie dwa lata przyniosły przełom w tej dziedzinie. Na wodach międzynarodowych IHO (Międzynarodowa Organizacja Morska) ogłosiła ponad 90% pokrycie elektronicznymi mapami wektorowymi, co dało podstawy to wprowadzenia przez IMO wymagań obowiązku instalacji ECDIS na wszystkich statkach konwencji SOLAS do roku 2018. Ze względu na wysoki popyt na systemy nawigacyjne do jednostek rekreacyjnych również mapy elektroniczne śródlądowych dróg wodnych obejmują coraz większe obszary. W Polsce od dwóch lat dostępne są już śródlądowe turystyczne mapy żeglarskie do telefonów komórkowych z GPS w środowisku Java i dedykowanych systemach operacyjnych smartfonów (rys. 5) [4].



Rys. 5. Przykłady śródlądowych map żeglarskich na smartfona w środowisku Java

Innym przykładem są wektorowe mapy elektroniczne do smartfonów przekonwertowane ze standardów ENC (na razie rozpowszechnione w USA ze względu na otwartość standardu S-57 na tamtejszym rynku). Dostarczane do ich obsługi środowisko w java umożliwia nawet wykorzystanie własnych skanowanych map (raster charts) i ich kalibrację – georeferencję.

5. AIS KLASY B

AIS klasy B w żegludze śródlądowej staje się coraz bardziej popularny, szczególnie na akwenach, na których występuje duży ruch jednostek pełnomorskich wyposażonych w konwencyjny AIS klasy A. Charakterystyka: moc nadajnika 2W, standard transmisji CS-TDMA (przydziału czasowego w wolnych okienkach transmisji AIS A), częstotliwości i pasmo: 161,5-162,025 MHz o szerokości 25 kHz, wbudowany odbiornik GPS, opcjonalnie wskaźnik kursu (kompas), opcjonalnie interfejsy wyjścia-wejścia i wyświetlacz danych, dynamiczne dane pozycyjne AIS co 180s przy prędkości poniżej 2w, co 30s przy prędkości powyżej 2w (bez prędkości kątovej); dane statyczne (bez zanurzenia, celu podróży, ETA, nr IMO) co 360s, opcjonalnie możliwość wysyłania wiadomości tekstowych bezpieczeństwa.

Górną półką są zintegrowane systemy nawigacyjne dla jednostek rekreacyjnych: GPS, AIS, mapa elektroniczna, radar, echosonda, autopilot i dane z czujników wiatru w jednym.



Rys. 6. Zintegrowany mostek jachtu motorowego

Należy tutaj podkreślić, że informacje w systemie AIS pochodzą z GPS/GNSS i innych urządzeń nawigacyjnych znajdujących się na statkach i oznakowaniu nawigacyjnym. Nadajnik AIS-B nie jest obowiązkowy, a w uzasadnionych sytuacjach również nadajnik AIS-A może być wyłączony (takie sytuacje dopuszcza rezolucja IMO A.917(22)). W związku z tym nawigator nie ma pewności, czy na mapie elektronicznej będzie miał pokazane wszystkie jednostki. Co istotne, informacje dynamiczne (pozycyjne) AIS-B będą aktualizowane nawet z 3-minutowym opóźnieniem w przeciwieństwie do radarowych (co obrót anteny trwający kilka sekund).

6. PODSUMOWANIE

Powszechność pozycjonowania satelitarnego i usług je wspomagających, dostępność szerokopasmowych łącz komórkowych (a tym samym internetu) i coraz bliższa realizacja e-nawigacji na jednostkach pełnomorskich pozwalają przypuszczać, że już w najbliższych kilku latach nawigację śródlądową również zdominują techniki elektroniczne, w których urządzeniem pobierającym, wysyłającym, przetwarzającym i obrazującym dane będzie przenośny „organizer” – notebook, palmtop, PDA (i-PAD), telefon. Podstawową techniką radionawigacyjnego wyznaczenia pozycji pozostanie trilateracja metodą najmniejszych kwadratów praktycznie dowolnej liczby jednoczesnych pomiarów odległościowych.

TECHNIKI RADIONAWIGACYJNE NA WODACH ŚRÓDLĄDOWYCH

Streszczenie:

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania radionawigacyjnych technik satelitarnych, telefonii komórkowej oraz AIS klasy B na wodach śródlądowych. Powszechność pozycjonowania satelitarnego i usług je wspomagających, dostępność szerokopasmowych łącz komórkowych (a tym samym internetu) i coraz bliższa realizacja e-nawigacji na jednostkach pełnomorskich pozwalają przypuszczać, że już w najbliższych kilku latach nawigację śródlądową również zdominują techniki elektroniczne, w których urządzeniem pobierającym, wysyłającym, przetwarzającym i obrazującym dane będzie przenośny „organizer” – notebook, palmtop, PDA (i-PAD), telefon.

Słowa kluczowe: GNSS, EUPOS, pozycjonowanie sieciowe, AIS-B

RADIONAVIGATION TECHNOLOGIES IN INLAND SHIPPING

Abstract

The paper presents possibilities of radionavigation technologies use such as satellite, mobile telephony and AIS class B in inland shipping. Common use of satellite positioning and augmentation services, availability of broadband cellular links (mobile internet) and incoming realization of e-Navigation concept in sea-going vessels allow us to expect that navigation on inland waterways will be dominated by electronic technologies in the nearest future with notebook, palmtop, PDA or smartphone downloading, sending, processing and visualising data.

Keywords: GNSS, EUPOS, mobile net positioning, AIS-B

LITERATURA

- [1] Graszka W.: „Wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego ASG/EUPOS”, materiały informacyjne, <http://system.asgeupos.pl>, 2009
- [2] Kaplan E, Hegarty C.: “Understanding GPS, Principles and Applications”, 2nd ed. ARTECH HOUSE, INC., Norwood/Boston/London 2006.
- [3] Rizos, C.: “Satellite and ground-based wireless location: options & trends in LDT”, 2nd Int. LBS Workshop, Seoul, S. Korea, 2003
- [4] Zalewski P., “Radionawigacja „komórkowa” i technologia AIS w żeglarstwie”, II Ogólnopolska Konferencja „Bezpieczeństwo w Jachtingu”, SCZ Szczecin, 2010.