

Tadeusz Stupak

Akademia Morska w Gdyni

GEODEZYJNE UKŁADY ODNIESIENIA STOSOWANE W PREZENTACJI WSPÓLRZĘDNYCH OBIEKTÓW NA WSKAŹNIKACH NAWIGACYJNYCH

Systemy nawigacji satelitarnej umożliwiają wyznaczenie pozycji obserwatora we współrzędnych geograficznych, np. GPS korzysta z układu WGS-84. W technice dynamicznego pozycjonowania stosowanych jest wiele systemów nawigacyjnych dużej dokładności, ale pracujących w lokalnych układach odniesienia. W radarach wyznacza się położenie obiektu w lokalnych, biegunowych współrzędnych, które są transformowane do współrzędnych geograficznych. Ze względu na wysoką dokładność pozycjonowania zagadnienia transformacji układów nabierają znaczenia, szczególnie w brzegowych systemach kontroli ruchu morskiego. Na te zagadnienia zwrócono uwagę w artykule.

Słowa kluczowe: nawigacja morska, układy odniesienia.

WSTĘP

Nawigacja morska czy lądowa bazuje na wyznaczaniu bieżących współrzędnych pojazdu i kontroli jego trasy wcześniej zaplanowanej. Powszechnie w tym celu używany jest amerykański system GPS, który wyznacza współrzędne obserwatora z dużą dokładnością w jednolitym globalnym układzie odniesienia WGS-84 (*World Geodetic System*). Wiele innych systemów używanych do nawigacji pracuje w lokalnych układach. Jeżeli dane z tych systemów są na bieżąco ze sobą porównywane, należy sprawdzić, czy są one poprawnie transformowane pomiędzy sobą. Lokalne układy odniesienia stosuje się w radarach i systemach, wykorzystywanych do dynamicznego pozycjonowania, używanych w górnictwie morskim.

Statki wykonujące specjalne zadania na morzu, jak np. poszukiwania surowców, zaopatrywanie platform wiertniczych, wymagają specjalnego wyposażenia, które umożliwi utrzymywanie się na stałej pozycji lub poruszanie się ze ściśle wyznaczonymi parametrami drogi. Dla nich opracowano specjalne systemy i wyposażenie, wchodzące w skład systemu dynamicznego pozycjonowania jednostek, w skrócie zwanego DP i na ich potrzeby opracowano odmianę różnicową systemu GPS, DGPS (*Differential Global Positioning System*) oraz inne systemy referencyjne radarowe, laserowe, hydroakustyczne i mechaniczne, umożliwiające realizację tych zadań.

1. ODWZOROWANIA KARTOGRAFICZNE W NAWIGACJI MORSKIEJ

W odwzorowaniach kartograficznych przyjmuje się, że Ziemia ma kształt elipsoidy lub kuli, co jest spełnione jedynie w pewnym przybliżeniu, ale błędy wynikające z tego przybliżenia mogą być pomijalnie małe dla mapy wykonanej w określonej skali. Elipsoidalny kształt przyjmuje się dla sporządzania map morskich w skali 1:50 000 i większych. Dla map w mniejszej skali wystarcza założenie kulistego kształtu. Wymiary elipsoidy ziemskiej określano wielokrotnie, a pomiędzy poszczególnymi modelami występują różnice. Z tego względu współrzędne punktu określone za pomocą różnych modeli różnią się pomiędzy sobą.

W nawigacji morskiej obecnie używane są mapy wykonane w około stu różnych układach odniesienia, dlatego urządzenia nawigacyjne mają zapewnić możliwość prezentacji pozycji obserwatora w różnych układach współrzędnych. System GPS bazuje na układzie WGS-84, odbiorniki GPS mogą prezentować pozycje również w wielu innych układach. Do tego celu uwzględnia się przesunięcie współrzędnych występujące w przybliżeniu na danym obszarze, a nie przelicza je na bieżąco. Na ile jest to dokładne, zależy od producenta urządzenia. Norma IEC – Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej i normy krajowe (np. polska norma PN-EN 61108-1 z 2004 roku „Urządzenia i systemy nawigacji i radiokomunikacji morskiej – światowy satelitarny system nawigacyjny (GNSS) – Część 1: Światowy system pozycjonowania (GPS) – Wymagania dotyczące działania – metody badania i wymagane wyniki badań” lub polska norma z 2005 roku numer PN-EN 61108-4 Część 4: „Statkowe urządzenia odbiorcze radiolatarń morskich DGPS i DGLONASS – Wymagania dotyczące działania, metody badania i wymagane wyniki badań”) dotyczą wymagań dla odbiornika nawigacyjnego (GPS, GLONASS, Galileo). Te przepisy określają wymagania dla wyznaczenia współrzędnych pozycji i odporności urządzenia na zakłócenia elektromagnetyczne, natomiast wymagana jest jedynie prezentacja pozycji w różnych układach odniesienia.

Różnice pomiędzy współrzędnymi obiektu określone w różnych układach wynoszą zwykle od kilkudziesięciu do kilkuset metrów, jednak na starych mapach, a nie wszystkie już wycofano, często były wyznaczane mało precyzyjnie i mogą sięgać mil morskich. Niestety, występują sytuacje, gdy korzystając z map w lokalnym odwzorowaniu, zmieniamy układ, ale wracając na mapę wykonaną w WGS-84 zapominamy o tym i statek nawiguje, opierając się na błędnych danych. Przykładowo mapy szwedzkie Bałtyku są wykonane w układzie odniesienia ED50. Jego przesunięcie w stosunku do WGS-84 na obszarze Bałtyku jest podawane jako:

$$\Delta\varphi = 00^{\circ} 00,0346'N; \Delta\lambda = 00^{\circ} 00,0604'E.$$

Do konstrukcji map morskich wykorzystuje się odwzorowania wiernokątne, w których warunkiem jest zachowanie jednakowych skal odległości w kierunku południkowym i równoleżnikowym. Najpowszechniej stosuje się wiernokątne, walcowe, normalne odwzorowanie Mercatora. Południki odwzorowują się w różnych odstępach na równoległe linie proste. Podobnie jest z równoleżnikami, ale

odstępy pomiędzy nimi rosną wraz ze wzrostem szerokości geograficznej, skala odległości również zwiększa się wraz ze wzrostem szerokości geograficznej. Zniekształcenia te zależą od skali mapy i szerokości geograficznej, na której znajduje się przedstawiany akwen.

Na mapach morskich, wykonanych w skalach większych niż 1:50 000, stosuje się odwzorowanie wiernokątne Gaussa-Krügera uwzględniające elipsoidalny kształt Ziemi. Jest to odwzorowanie elipsoidy na walec poprzeczny, styczny do południka środkowego. Południk środkowy odwzorowuje się na linię prostą z wiernym zachowaniem skali odległości, pozostałe południki na krzywe zbiegające się w biegunach. Zniekształcenia w tym odwzorowaniu rosną wraz z odległością od południka środkowego. W odległości 50 km wynoszą 3 cm dla odcinka 1 km i rosną do 49 cm w odległości 200 km, czyli na potrzeby nawigacji morskiej można przyjąć, że jest ono pozbawione zniekształceń.

Wiele czynności związanych z nawigacją wykonuje się w lokalnych układach odniesienia i następnie porównuje z pozycjami satelitarnej nawigacji. Statkowe kamery przemysłowe pozwalają wyznaczać odległość i kierunek do obiektu, co pozwala automatycznie wprowadzić go do układów śledzących radaru, a następnie porównywać z jego współrzędnymi otrzymanymi z Systemu Automatycznej Identyfikacji. System ten, obowiązkowo wykorzystywany w żegludze od 2007 roku, automatycznie wymienia informacje identyfikacyjne, o pozycji i wektorze ruchu jednostek, pobierane bezpośrednio z urzędzeń statkowych. Powinien zapewniać wysoką dokładność przekazywanych danych i minimalne opóźnienia czasowe.

2. REFERENCYJNE SYSTEMY DLA DYNAMICZNEGO POZYCJONOWANIA JEDNOSTEK

Dynamiczna stabilizacja pozycji statku (*Dynamic Positioning* – DP) jest procesem pozycjonowania, obejmującym działania prowadzone w celu utrzymania obiektu w wyznaczonej pozycji lub przemieszczania po zadanej trajektorii ruchu, przeciwdziałając siłom zewnętrznym, takim jak: wiatr, falowanie i prądy morskie. Systemy DP mogą wykorzystywać jako sensory pozycyjne zarówno naziemne, jak i satelitarne systemy radionawigacyjne oraz inne specjalistyczne systemy referencyjne [7, 8].

Zaletą systemów radionawigacyjnych jest możliwość uzyskania pozycji we współrzędnych geograficznych, pozwalającej na jednoznaczną lokalizację obiektów tak nawodnych, jak i podwodnych. Jednakże w systemach dynamicznej stabilizacji pozycji skuteczniejsze okazuje się stosowanie względnych systemów referencyjnych ułatwiających określenie przemieszczeń statku względem lokalnie przyjętego punktu odniesienia, dla którego system jest kalibrowany – zyskuje się w ten sposób większą dokładność określenia chwilowych przemieszczeń obiektu.

Na statkach DP system referencyjny jest tak kalibrowany, aby umożliwić zorientowanie statku we współrzędnych w poprzecznym uniwersalnym odwzorowaniu Merkatora UTM (*Universal Transverse Mercator*). Układ UTM jest zbliżony do odwzorowania Gaussa-Krügera.

W odwzorowaniu UTM strefy elipsoidy ziemskiej ograniczone południkami (o szerokości 6°) odwzorowuje się na walec eliptyczny sieczny w stosunku do powierzchni elipsoidy, a nie jak w odwzorowaniu Gaussa-Krügera – na walec eliptyczny styczny. Dzięki temu osiąga się mniejsze zniekształcenia [3].

Referencyjne systemy określania pozycji (PRS) wykorzystywane w systemach DP powinny określać pozycję z dużą dokładnością, rzędu kilku metrów lub więcej, gdzie wymagana dokładność związana jest z różnego rodzaju pracami i operacjami na morzu. W powszechnym użyciu są następujące rodzaje [3]:

- satelitarne systemy referencyjne oparte na systemie GPS i DGPS – DARPS;
- systemy hydroakustycznego określania pozycji (HPR/HiPAP);
- systemy radarowe (ARTEMIS),
- systemy laserowe (FANBEAM);
- systemy mechaniczne (tzw. napięta lina – *taut wire systems* LTW).

2.1. Systemy satelitarne oparte na systemie GPS i DGPS

Dokładność określenia pozycji przez system GPS jest niewystarczająca na potrzeby systemu dynamicznego pozycjonowania. W celu zwiększenia dokładności stosuje się odmianę różnicową systemu GPS – DGPS (*Differential Global Positioning System*) dalekiego zasięgu (*Long – Range* DGPS). DARPS (*Differential Absolute and Relative System Positioning*) jest systemem bazującym na systemach satelitarnych, stanowiącym różnicowy system pozycjonowania absolutnego i względnego, na którego podstawie istnieje możliwość uzyskania pozycji we współrzędnych względnych oraz bezwzględnych. Pozycja „bezwzględna” jest geograficzną pozycją, gdy pozycja „względna” jest określana jako odległość i namiar na dany obiekt.

Aby móc wyznaczyć względną odległość i namiar między dwoma obiektami, muszą być one wyposażone w odbiorniki systemu DARPS, który do tego celu używa równocześnie określonych pozycji, na podstawie danych z satelitów systemu GPS i/lub GLONASS, od stacji głównej (*Master*) i stacji podrzędnej (*Slave*) – jednostki pływającej FPSO. Poprawki różnicowe systemu DGPS są odbierane za pośrednictwem satelitów geostacjonarnych, czterech satelitów Inmarsat i sześciu satelitów Spotbeam [2].

2.2. Systemy radarowe

Obecnie powszechnie stosowane referencyjne systemy pozycjonowania krótkiego zasięgu, wykorzystujące mikrofały do pomiaru odległości, stanowią systemy ARTEMIS i RADIUS.

ARTEMIS jest referencyjnym systemem pozycjonowania krótkiego zasięgu, mierzącym z dużą dokładnością namiar i odległość między dwoma punktami i wykorzystującym fale elektromagnetyczne z zakresu mikrofal 9,2–9,3 GHz. System składa się z jednej nieruchomej stacji (FIX), o dokładnie znanych współrzędnych, zainstalowanej w stałym punkcie, np. na platformie wiertniczej, oraz z drugiej stacji ruchomej (MOB) umieszczonej na statku DP [1].

Ruchoma stacja (MOB) emituje sygnał, który jest odebrany przez stację nieruchomą (FIX), a następnie odsyłana jest odpowiedź. Czas transmisji jest proporcjonalny do odległości między antenami. Azymut i namiar są mierzone przez nieruchomą stację i przesyłane jako część odpowiedzi. Anteny wyposażone są w precyzyjne systemy śledzenia [3]. Maksymalny zasięg działania systemu ARTEMIS wynosi około 30 km, ale najczęściej jest on wykorzystywany w granicach odległości od 10 m do 10 km.

Dokładności systemu wynoszą [3]:

- pomiar odległości = 0,5–1 m;
- pomiar kierunku = 0,02°.

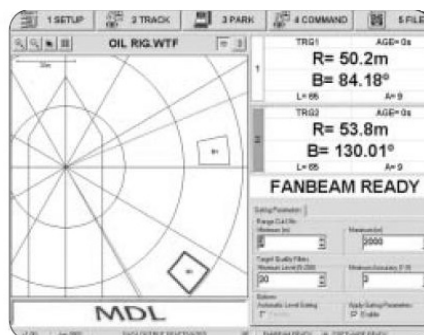
System RADius jest referencyjnym systemem pozycjonowania i monitorowania kursu jednostek. Jest to system bliskiego zasięgu, wchodzący w skład systemu DP, wykorzystujący mikrofałe na zakresie częstotliwości 5,51–5,61 GHz. Technologia RADius bazuje na pomiarze dopplerowskim odbitych sygnałów radarowych od biernych radiolokacyjnych urządzeń odzewowych rozmieszczonych w obszarze działania jednostek morskich. Wykorzystywane pomiary pozwalają bardzo szybko i wiarygodnie określić prędkość względną pomiędzy manewrującym statkiem a transponderem na obszarze o promieniu do 1000 m [4].

2.3. Systemy laserowe

Jednym z systemów zapewniających określanie pozycji z bardzo dużą dokładnością jest laserowy system FANBEAM, używany do określenia namiaru i odległości do śledzonych obiektów będących w bliskiej odległości. Wiązka laserowa mierzy odległość w zakresie do 2000 m, z dokładnością około 10 cm. System gwarantuje błąd pomiaru namiaru nie większy niż 0,02° [5].

Rys. 1. Przykładowe informacje wyświetlane na monitorze systemu FANBEAM [5]

Fig. 1. Sample data on FANBEAM system screen [5]



2.4. Systemy hydroakustyczne

W inżynierskich pracach podwodnych, związanych z obsługą systemów dynamicznego pozycjonowania, szczególne znaczenie odgrywają systemy sonarowe, wykorzystujące fale akustyczne, w zakresie częstotliwości 27–32 kHz, do określenia pozycji, a także śledzenia ruchów pojazdów podwodnych typu ROV (*Remotely Operated Vehicle*), UUV (*Unmanned Underwater Vehicle*) i AUV (*Automated Underwater Vehicle*) [12].

Do określenia pozycji transpondera i jednocześnie jednostki wyposażonej w hydroakustyczny referencyjny system pozycjonowania HPR wykorzystuje się kilka następujących metod:

- długiej linii bazowej LBL (*Long Base Line*);
- długiej linii bazowej dla wielu użytkowników MULBL (*Multi-User Long Base Line*);
- krótkiej linii bazowej SBL (*Short Base Line*);
- superkrótkiej linii bazowej SSBL (*Super Short Base Line*).

Systemy sonarowe wysyłają w środowisku wodnym fale akustyczne i rejestrują sygnał odbity od obiektu. Sonary umożliwiają określenie pozycji obiektu w toni wodnej oraz zorientowanie go względem określonych wcześniej punktów referencyjnych lub linii bazowej [7].

3. UKŁADY WSPÓŁRZĘDNYCH STOSOWANE W RADARACH

W radarze nawigacyjnym wyznaczane są dwie niezależne współrzędne: odległość (poprzez pomiar czasu propagacji fali) i kierunek (jako kierunek osi głównej promieniowania anteny). Pomiar odległości wykonywany jest za pomocą pomiaru czasu propagacji fali do obiektu i z powrotem, który jest otrzymywany z relatywnie wysoką dokładnością. Błędy pomiaru odległości zależą w głównej mierze od stabilności układu pomiarowego i precyzji działań obsługi, dlatego dokładność ta zależy od skali zobrazowania, czyli użytego zakresu pracy. Dokładność pomiaru kątów w radarze zależy od stabilności układów cyfrowego przekazu położenia anteny, fluktuacji echa, dokładności żyroskopu i układów pomiarowych. Jest ona proporcjonalna do odległości pomiędzy anteną i obiektem [6].

Współrzędne echa są wyznaczane w lokalnym układzie biegunowym w stosunku do kierunku osi symetrycznej statku (kierunku dziobu) i tak były prezentowane na wskaźniku klasycznego urządzenia z lampą kineskopową (produkowanego do lat 90. ubiegłego stulecia). Po wprowadzeniu informacji o kursie jednostki układ współrzędnych biegunowych jest zorientowany w stosunku do północy, ale z dokładnością wskazań kompasu żyroskopowego zależną od szerokości geograficznej i prędkości średnio przyjmuje się $0,5^\circ$ [6]. Aby obraz radarowy mógł być zaprezentowany na monitorze współczesnego urządzenia, musi być przedstawiony

w układzie prostokątnym lokalnym. Zakładając, że obiekt odbijający mikrofalę ma charakter punktowy, jego współrzędne geograficzne można obliczyć z poniższych zależności:

$$\varphi = \varphi_R + \frac{D}{60} \cos NR$$

$$\lambda = \lambda_R + \frac{D}{60} \sin NR$$

gdzie:

- φ, λ – współrzędne geograficzne obiektu punktowego wykrytego na ekranie lampy wskaźnika radaru [deg];
- φ_R, λ_R – współrzędne geograficzne pozycji anteny radarowej [deg];
- D, NR – odległość i namiar rzeczywisty obiektu punktowego, określona za pomocą układów radaru [Mm], [deg].

Uwzględniając dokładność pomiarów radarowych, można wyznaczyć dokładność współrzędnych geograficznych, które będą funkcją odległości i kierunku położenia echa w stosunku do anteny urządzenia. Dokładność wyznaczenia współrzędnych wyznacza się z poniższych zależności:

$$\Delta_x = \pm \sqrt{\Delta_D^2 \cos^2 NR + D^2 \Delta_{NR}^2 \sin^2 NR}$$

$$\Delta_y = \pm \sqrt{\Delta_D^2 \sin^2 NR + D^2 \Delta_{NR}^2 \cos^2 NR}$$

gdzie Δ_x, Δ_y – średniokwadratowe błędy określania współrzędnych /x, y/ [m].

Statkowy radar ma zapewnić pomiar odległości z dokładnością do 1% używanego zakresu pracy i pomiar kierunku z dokładnością do 1°, co powoduje, że w zakresie 0,75 Mm dla typowego wskaźnika 16-calowego błędy współrzędnych występują od 7,0 do 27,0 m, a w zakresie 12 Mm (który zwykle jest używany do celów antykolizyjnych) – odpowiednio od 50 do 430 m [9]. Obraz radarowy na takim urządzeniu na zakresie 0,75 Mm jest w skali około 1 : 6850, a na zakresie 12 Mm odpowiednio 1 : 110 000. Wynika z tego, że odwzorowanie radarowe jest kilkakrotnie mniej dokładne niż powinna zapewniać mapa morska. Pominięto tutaj zniekształcenia echa, jak również problem, która część obiektu jest wizualizowana na ekranie radaru, co jest szczególnie ważne podczas projekcji linii brzegowej.

Obecnie obraz radarowy jest często porównywany z informacjami uzyskiwanymi z Systemu Automatycznej Identyfikacji AIS [10]. W tym systemie statki wysyłają automatycznie swoją pozycję (w układzie WGS-84) i wektor ruchu. Obraz radarowy i dane AIS są podawane na podkład mapowy w systemie ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*) [11]. Obraz radarowy wprowadza się, korygując kierunek (funkcja *Bearing offset*) i opóźnienie sygnału radarowego (*Distance offset*), nie uwzględniając zniekształceń obrazu radarowego ani nieliniowości projekcji radarowej. Może to być jedną ze znaczących przyczyn tego, że pozycje obiektu otrzymane za pomocą radaru i systemu AIS często się nie po-

krywają. Współrzędne geograficzne ech radarowych oblicza się po wprowadzeniu pozycji własnej anteny i dodanie prostokątnej siatki geograficznej bez uwzględnienia zmian skali odległości. Takie przybliżenie było wystarczające, gdy dokładność pozycji statku wynosiła kilkadziesiąt metrów lub mniej. Obecnie przykładowo system DGPS na Zatoce Gdańskiej z wykorzystaniem stacji referencyjnej Rozewie, transmitującej poprawki na częstotliwości 301 kHz, umożliwia pomiary z dokładnością około 0,5 m, a dostępne są również dwie stacje RTK (LT Hel i KP Port Północny), które ułatwiają wykorzystanie w pomiarach fazowych dokładności centymetrowych w odległości do 20 km od stacji. W takich przypadkach wydaje się uzasadnione dokładniejsze wyznaczanie współrzędnych obiektów lokalizowanych za pomocą radaru, zwłaszcza, że możliwości stosowanych procesorów znacznie przekraczają potrzeby statkowych urządzeń antykolizyjnych.

PODSUMOWANIE

W nawigacji morskiej podstawowym systemem wyznaczania współrzędnych jest obecnie system GPS, ale pojawiają się coraz częściej urządzenia systemu rosyjskiego GLONASS, a w niedalekiej przyszłości nowe systemy, np. Galileo, wprowadzą swoje urządzenia. W różnych systemach stosuje się różne odwzorowania, a wiele innych wykorzystuje się na mapach, co wymaga transformacji pozycji obiektu pomiędzy układami odniesienia. Dokonywane jest to automatycznie przez urządzenia. Często wprowadzane są przez producentów sprzętu daleko idące uproszczenia, które mogą być źródłem znaczących błędów. Użytkownik posiada na ten temat znikome informacje. W związku z tym należy podjąć badania mające na celu wyznaczenie, w jakim stopniu uproszczenia stosowane podczas transformacji współrzędnych pomiędzy różnymi układami są dopuszczalne, a kiedy należy stosować bardziej rozwinięte metody.

W wielu zastosowaniach wykorzystywanie lokalnych układów zapewnia wysoką dokładność lokalizacji obiektów i nie występuje konieczność przeliczania na inne układy, jak np. w systemach dynamicznego pozycjonowania.

Konieczność sprowadzania do wspólnego układu odwzorowania współrzędnych obserwacji nawigacyjnych pojawia się, gdy porównuje się dane z radaru z pozycjami transmitowanymi przez statki w Systemie Automatycznej Identyfikacji. Istotną rolę odgrywa to w systemie map elektronicznych i informacji nawigacyjnej ECDIS na statku, ale być może jeszcze większą w Europejskim Systemie Bezpieczeństwa Morskiego, gdzie zagadnienia dokładności tych transformacji pominięto. Dlatego też szczególnie ważne jest przeanalizowanie możliwych do zastosowania metod transformacji pomiędzy stosowanymi układami odwzorowań oraz ich unifikacja.

LITERATURA

1. *ARTEMIS MK IV – Installation and manual*, CHL Netherlands B.V.
2. Cydejko J., *Zastosowanie różnicowego systemu satelitarnego DGPS – Real Time w pracach inżynierskich na morzu, statku z systemem dynamicznej stabilizacji pozycji*, materiały VI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Inżynierii Ruchu Morskiego, Wyższa Szkoła Morska w Szczecinie, Szczecin 1995.
3. *DARPS OPERATOR COURSE – Training Manual*; Kongsberg Simrad AS, Norway.
4. *DYNAMIC POSITIONING OFFSHORE LOADING SYSTEM – Operator Reference Manual*, Kongsberg Simrad AS, Norway.
5. *FANBEAM IV Laser Radar System – User’s manual*, Measurement Devices Limited, United Kingdom.
6. Grosso G., Paoli L., Pardini S., *Comparison between a manual and automatic collision avoidance system*, *Alta Frequenza di Rivista*, 1972, No. 4, p. 72–81.
7. <http://offshoreguides.com>.
8. <http://os.pennnet.com>.
9. Skolnik M., *Radar Handbook*, Third Edition, The McGraw-Hill Companies, 2008.
10. Stupak T., *Influence of Automatic Identification System on Safety of Navigation at Sea*, *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 8, No. 3, 2014, p. 337–341.
11. Weintrit A., *The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). An Operational Handbook*, A Balkema Book, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton – London – New York – Leiden, 2009, p. 1101.
12. www.saabgroup.com - SAAB Technologies.

GEODETIC DATUM USED IN PRESENTATION OF COORDINATES OF OBJECTS ON NAVIGATIONAL DISPLAYS

Summary

Satellite navigation systems help to determine position of the observer in geographic coordinates, e.g. WGS-84 datum is used in GPS but there are many others. Dynamic positioning technique makes use of many high accuracy navigation systems but operating in local reference systems. Location of a target in radar is determined in local, polar coordinates which are transformed into geographic coordinates. Due to high accuracy of positioning systems, transformation issues become important, especially in shore based maritime traffic control systems. This paper highlights these issues.

Keywords: *marine navigation, datum.*