

*system nawigacji zintegrowanej, radar,  
system automatycznej identyfikacji  
elektroniczna mapa nawigacyjna*

Artur KRÓL<sup>1</sup>  
Tadeusz STUPAK<sup>2</sup>

### **DOKŁADNOŚĆ REJESTRACJI DANYCH POZYCYJNYCH STATKÓW W SYSTEMIE NAWIGACJI ZINTEGROWANEJ**

*W referacie przedstawiono zasadę integracji danych radarowych i AIS na wskaźniku ECDIS oraz badania porównawcze wskazań GPS i AIS dla statku w ruchu.*

### **ACCURACY OF SHIP POSITION DATA RECORDED IN INTEGRATION NAVIGATION SYSTEM**

*In the article the basis of integration AIS and radar data to be presented on ECDIS display was described. Comparison of data received from ship's AIS and GPS units with conclusions were included afterwards.*

## **1. WSTĘP**

Postęp technologiczny w dziedzinie elektroniki, informatyki i telematyki pozwolił na wprowadzenie do transportu morskiego między innymi systemu automatycznej identyfikacji (AIS – automatic identification system) i systemu obrazowania elektronicznych map i informacji nawigacyjnych (ECDIS - electronic chart display and information system) oraz konstrukcję nowych morskich radarów. Pozwala to również na integrację tych urządzeń, zwiększając efektywność pracy oficera pokładowego, poprzez automatyczną analizę danych i prezentację ich na wspólnym wskaźniku. Jednak wszystkie systemy mają swoje ograniczenia i ich integracja stwarza nowe problemy, z których część zostanie zaprezentowana w tym referacie.

Niniejszy referat został opracowany w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt rozwojowy numer OR00002606 „Opracowanie i badanie procesu przetwarzania i prezentacji informacji nawigacyjnie użytecznej zintegrowanego systemu kontroli ruchu morskiego dla potrzeb Krajowego Systemu Bezpieczeństwa Morskiego (KSBM)”.

---

<sup>1</sup>Akademia Morska w Gdyni, Wydział Nawigacyjny 81 345 Gdynia, Al. Jana Pawła II 3 tel.: tel:+48 58 6901 135,  
e-mail: arturka@am.gdynia.pl

<sup>2</sup>Akademia Morska w Gdyni, Wydział Nawigacyjny 81 345 Gdynia, Al. Jana Pawła II 3 tel.: tel:+48 58 6901 127,  
e-mail: stupak@klif.am.gdynia.pl

## 2. ZASADY FUZZI DANYCH

Zintegrowany system nawigacyjny łączy dane z odbiornika nawigacyjnego o pozycji jednostki z obrazem radarowym, informacjami odbieranymi z systemu AIS i prezentuje je na mapie morskiej. Dodatkowo mogą być dodane informacje o głębokości akwenu pochodzące z echosondy, lub obraz z kamery.

Obraz radarowy jest budowany za pomocą sondowań impulsami mikrofalowymi przestrzeni wokół statku i zapisywany jest w postaci lokalnych współrzędnych biegunowych, czyli odległości od anteny i kierunku do osi symetrycznej statku. Kierunek północy geograficznej jest wyznaczany poprzez dodanie informacji z żyroskopu, którego dokładność wskazań zależy od szerokości geograficznej i prędkości poruszania się. W praktyce jest to dokładność około  $0,5^\circ$ . W ten sposób powstają współrzędne: odległość i namiar. Następnie, system powinien dodać pozycję geograficzną anteny wyznaczoną za pomocą systemu nawigacyjnego (GPS), DGPS) i przeliczać współrzędne biegunowe wykrytych obiektów radarowych (namiar i odległość) na współrzędne geograficzne w układzie WGS 84, tworząc tak zwane zorientowane geograficznie dane radarowe, a następnie dokonywać fuzji danych radarowych z wektorową mapą elektroniczną (ENC) i mapy radarowej z danymi ze statkowych urządzeń AIS. Na ten obraz następnie mogą zostać nałożone informacje z układów śledzenia (ARPA) i innych urządzeń.

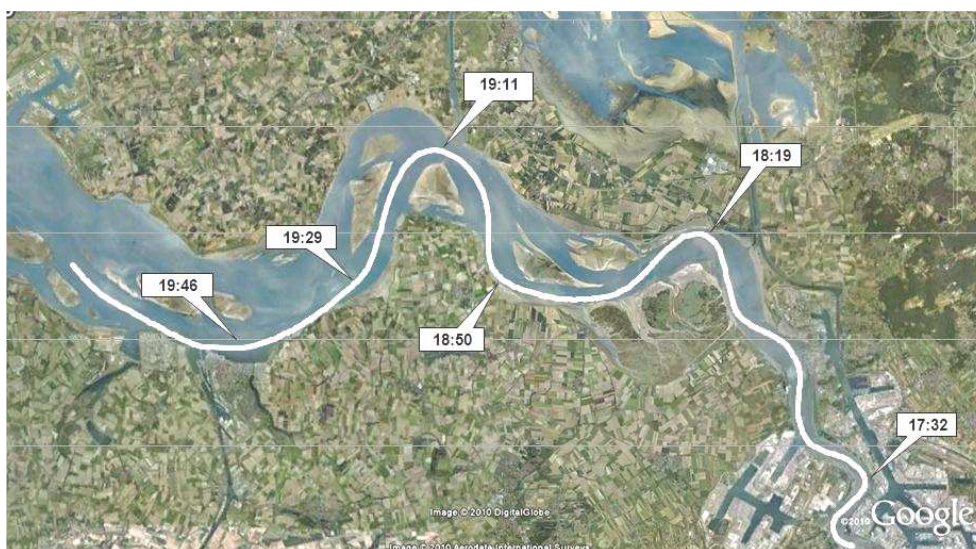
Błędy i zniekształcenia każdego z integrowanych urządzeń mają inny rozkład. Dokładność zobrazowania radarowego zależy od typu urządzenia, położenia echa w stosunku do pozycji anteny, zakresu obserwacji i waha się w zakresie od kilkunastu do kilkuset metrów. Dokładność danych AIS zależy od typu odbiornika nawigacyjnego i powinna mieścić się w granicach 20m, jednak, gdy używany jest inny układ odniesienia niż WGS 84 błędy mogą wynosić do kilku mil. Dokładność map morskich może być różna, szczególnie, jeżeli na danym akwenu są używane mapy wykonane wiele lat temu. Zniekształcenia mapy zależą od przyjętego odwzorowania i odległości punktu od punktu (linii) konstrukcyjnej.

Nałożenie na siebie tych obrazów wymaga dokonania korekcji, np. na podstawie porównania stałych obiektów, jak oznakowanie nawigacyjne, zidentyfikowane we wszystkich integrowanych systemach. Nie zawsze jest to możliwe. Dodatkową trudność stanowi czas identyfikacji obiektów. W radarze okres odświeżania obrazu wynosi około 3s, ale w nowych radarach często pojawia się możliwość jej zmiany (do 1 do 6s). Dane AIS pojawiają się zależnie od prędkości statku, który je wysyła i wynosi od 3 minut do 2 sekund. Małe jednostki wysyłają dane w tym systemie co 3 min (gdy prędkość jest mniejsza niż 2 węzły) lub 30s.

Jeżeli statek porusza się z małą prędkością, to wyznaczenie jego kursu i prędkości za pomocą radaru jest mniej dokładne, lub niemożliwe. W systemie GPS również wyznaczenie wektora ruchu jest mniej dokładne, gdy jednostka porusza się z małą prędkością, a dodatkowo urządzenie statkowe systemu AIS wysyła rzadziej dane. Sytuacja taka ma miejsce na podejściach do portów, gdzie przepisy lokalne nakazują poruszanie się z ograniczoną prędkością, a statki manewrują blisko siebie. Dlatego przeprowadziliśmy badania takich sytuacji. Na poprzedniej konferencji zaprezentowaliśmy badanie statku na kotwicy, natomiast obecnie prezentujemy wyniki badania statku w ruchu. W tym celu zarejestrowano bieżące wskazania odbiornika GPS i porównano je z danymi wysyłanymi przez urządzenie AIS, które korzysta z danych z tego odbiornika nawigacyjnego.

### 3. WYNIKI EKSPERYMENTU

Rejestracji wskazań pokładowych urządzeń na s/v Dar Młodzieży dokonano 13.07.2010r. tuż po odcumowaniu w porcie Antwerpia. Na rys.1 przedstawiono trasę przejścia statku pokrywającą pomiary. Dzięki rejestracji danych wysyłanych przez własny nadajnik systemu AIS oraz informacji z żyrokompasu i odbiornika GPS możliwe było porównanie odpowiednich parametrów ruchu statku w celu stwierdzenia niedokładności i opóźnień wprowadzanych przez system AIS. Zgodnie z założeniami systemu AIS nadajnik klasy A powinien emitować swoje raporty w okresach przedstawionych w tabeli 1.



Rys. 1. Obszar badań

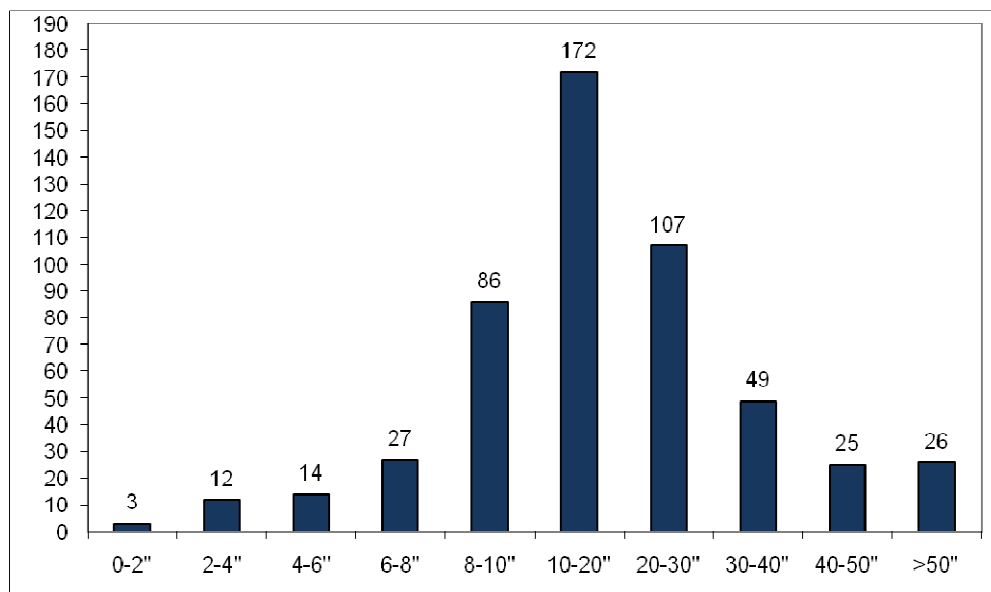
Tab. 1. Częstość raportowania urządzenia AIS klasy A

	Częstość raportów
0-14 w na kursie stałym	10 s
0-14 w zmieniając kurs	3,3 s
14-23 w na kursie stałym	6 s
14-23 w zmieniając kurs	2 s

#### Bibliografia [3]

Ze względu na małą prędkość s/v Dar Młodzieży większość obserwacji wskazujących na skrócenie okresu powtarzania raportów związane było ze zmianą kursu statku. Tylko w jednym przypadku statek przekroczył prędkość 14 węzłów. Prędkości tej towarzyszyła częstsza emisja raportów nadajnika systemu AIS (rys. 3). Mimo przesłanek świadczących o wypełnianiu przez system AIS wymogów dotyczących częstości powtarzania raportów,

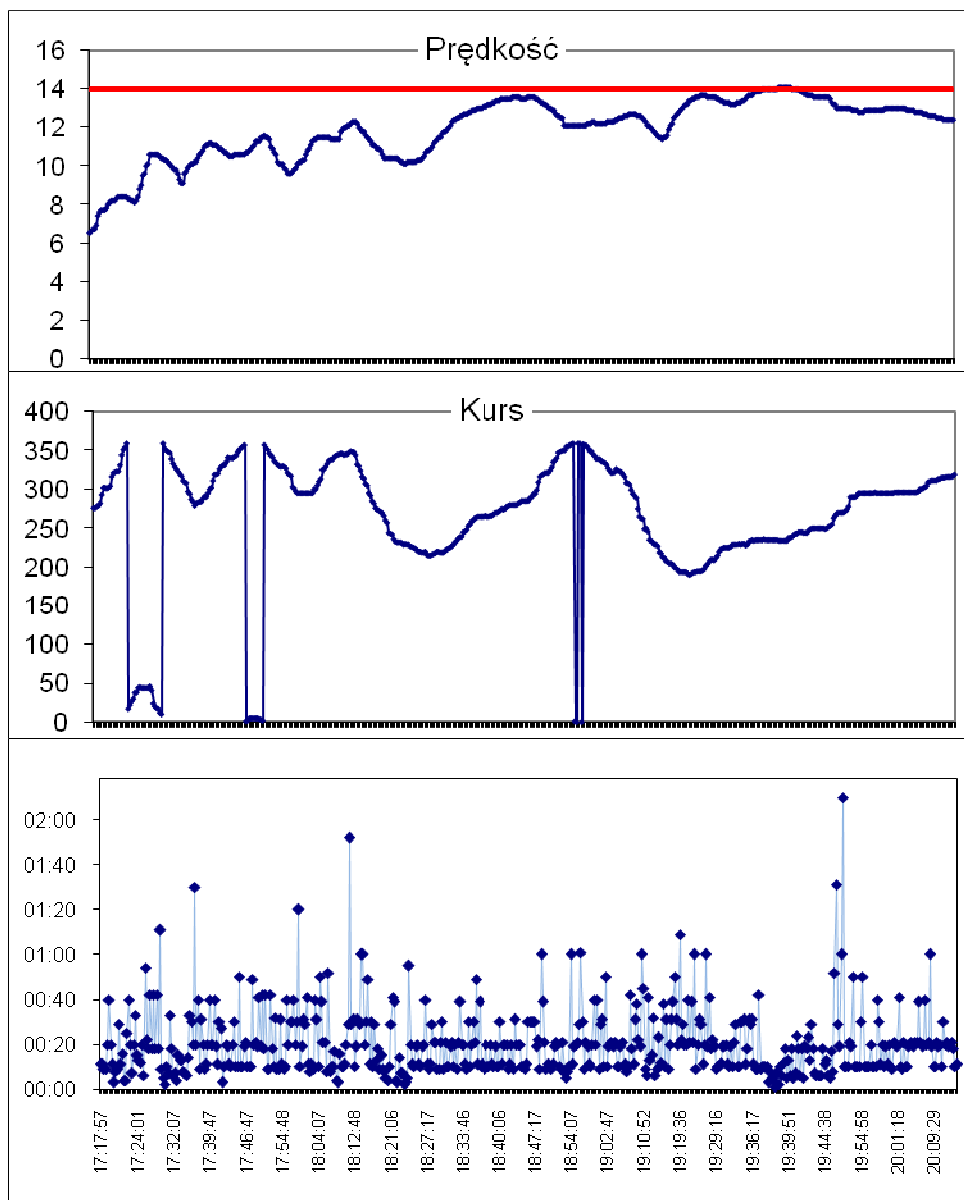
obserwacje wskazują częste odstępstwa od założonych limitów. Bardzo powszechnym jest nadawanie wiadomości rzadziej niż jest to wymagane (rys. 2). Teoretycznie raporty powinny być transmitowane w okresie nie przekraczającym 10s, natomiast w praktyce zaobserwowano ok. 40% raportów wysyłanych z mniejszą częstotliwością. Potwierdzają to również inne obserwacje.



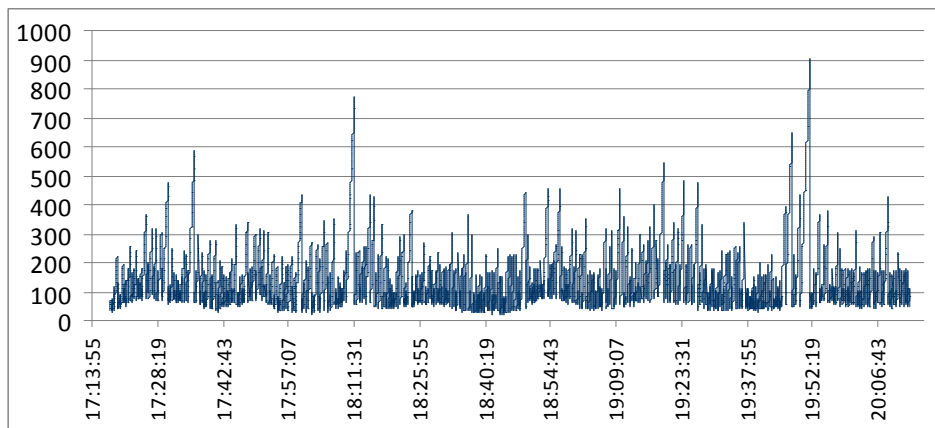
Rys. 2. Rozkład okresów nadawania raportów przez AIS

Na rys. 3 przedstawiono przebieg prędkości, kursu i okresów powtarzania raportów AIS. Zgodnie z tab. 1 częstość raportowania wzrasta wraz z przekroczeniem prędkości 14 węzłów i podczas zmiany kursu.

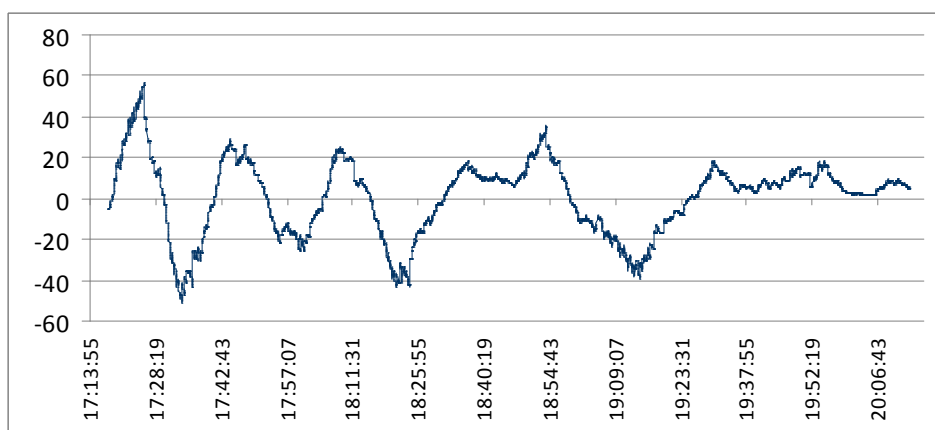
Odległości między pozycjami wskazywanymi przez odbiornik GPS i AIS są zależne od częstości powtarzania raportów przez nadajnik systemu AIS. Odległość ta oscyluje wokół wartości ok. 100m (co wynika z prędkości jednostki), jednak w skrajnych przypadkach sięga 700~800 m.



Rys. 3. Zależność okresu nadawania raportów od prędkości i zmian kursu statku



Rys. 4. Odległości między pozycjami GPS i AIS



Rys. 5. Różnice kątów drogi nad dnem pomiędzy GPS i AIS

#### 4. WNIOSKI

Z prezentowanych danych eksperymentalnych wynika, że informacje odbierane z systemu AIS są mniej dokładne niż wynikałoby to z zasady jego pracy. Powodem tego jest przede wszystkim mniejsza częstotliwość raportowania niż założono. Z rys.2 wynika, że ok. 60% raportów wysłanych było z większym opóźnieniem czasowym niż przewiduje standard.

Drugim powodem ograniczenia dokładności danych jest fakt, że AIS przyjmuje dane z innych urządzeń i wysyła je z opóźnieniem. Dlatego w momencie wysłania raportu rejestrowano ok. 30m przesunięcia pozycji pomiędzy AIS i GPS.

W zdecydowanej większości przypadków różnica pomiędzy AIS i GPS jest mniejsza niż 200m, ale zdarzały się różnice do kilkuset metrów.

Różnice kąta drogi nad dnem dochodzą do 57 stopni, co jest znacznie większą wartością niż dokładność jego wyznaczenia i jest spowodowane opóźnieniami transmisji.

Różnice prędkości nad dnem pomiędzy AIS i GPS są niewielkie – wynika to z inercji statku i niewielkiej zmiany wartości tego parametru w czasie prowadzonych badań.

Jak z powyższych obserwacji wynika, integracja danych AIS z radarowymi jest trudniejsza ze względu na mniejszą dokładność danych odbieranych z systemu AIS niż to wynika z założeń teoretycznych.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Stupak T., Wawruch R.: *Zasady monitorowania morskich obiektów o małych prędkościach*, Logistyka 4/2010, 174
- [2] Stupak T., Król A.: *Badanie statku na kotwicy za pomocą systemu AIS*, Transcomp – 13<sup>th</sup> International Conference Computer System, Aided Science, Industry and Transport 30 11 – 03 12 2009 Zakopane, Logistyka 6/2009
- [3] Wawruch R.: *Uniwersalny Statkowy System Automatycznej Identyfikacji*, Wydawnictwo Uczelniane WSM, Gdynia 2002