

Tadeusz STUPAK

WYKORZYSTANIE SYSTEMU AUTOMATYCZNEJ IDENTYFIKACJI DLA POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA JACHTÓW ŻAGLOWYCH NA MORZU

Obserwacja małych jednostek na morzu jest utrudniona. Radar statkowy jest wrażliwy na zakłócenia spowodowane warunkami pogodowymi i wówczas prawdopodobieństwo wykrycia jachtu jest małe. System Automatycznej Identyfikacji pozwala obserwować na wskaźnikach nawigacyjnych jachty w każdych warunkach pogodowych, ale on również ma ograniczenia.

Przedstawiono je również w opracowaniu.

WSTĘP

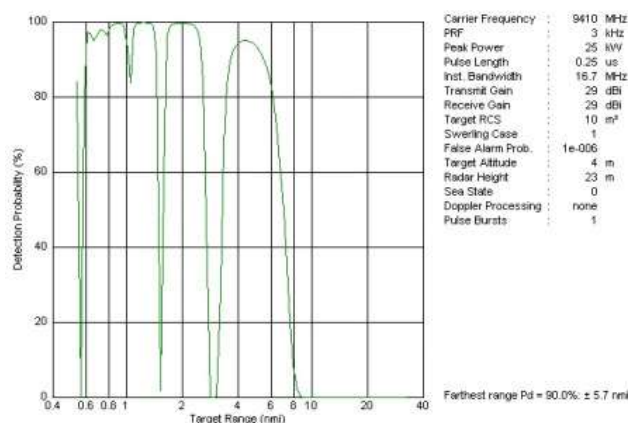
Transport morski stanowi ważną gałąź gospodarki światowej. Stwarza również wysokie ryzyko skażenia środowiska naturalnego, ponieważ statek może jednorazowo przewozić nawet kilkaset tysięcy ton substancji niebezpiecznych. Dlatego wiele działań ma zapobiegać katastrofie ekologicznej spowodowanej przez statek. Duży statek ze względu na ogromną inercję musi manewrować z wyprzedzeniem kilku mil morskich (1 Mm to około 1852 m), a mały jacht żaglowy wykoną zwrot prawie w miejscu, ale jego możliwości manewrowe zależne są od siły wiatru. Dlatego bezpieczeństwo małych jednostek często zależy od ich wykrycia przez duży statek. Oficer na mostku (na wysokości 10 do 30 m) zwykle jest sam i oprócz obserwacji otoczenia, obsługuje wiele urządzeń. Jacht wzrokowo jest słabo widoczny i zależy to od oświetlenia. Podstawą obserwacji na morzu jest śledzenie obrazu radarowego. Podstawowy radar pracuje w paśmie 3 cm, a na statkach powyżej 3 000 dodatkowo, drugi może pracować na fali 10 cm. To drugie urządzenie gorzej wykrywa małe jednostki, ale jest bardziej odporne na zakłócenia hydro-meteorologiczne.

1. WYKRYWANIE JACHTÓW ZA POMOCĄ RADARU STATKOWEGO

W Akademii Morskiej w Gdyni od wielu lat prowadzone są obserwacje radarowe małych jednostek, które pokazują, że możliwości detekcji odbitych od nich sygnałów są ograniczone. Interferencja fali radarowej od powierzchni morza z sygnałem bezpośrednim powoduje fluktuacje i zaniki sygnału echa, a rozproszony od powierzchni morza sygnał maskuje wszystkie echa wokół pozycji własnej. Zależnie od wysokości zainstalowania anteny i stanu morza ta strefa może sięgać nawet ponad 4 mil morskich. Opady atmosferyczne mogą maskować echa obiektów w całym zakresie obserwacji. Zakłócenia można minimalizować stosując w urządzeniach oprogramowanie analizujące sygnały wizyjne, lub poprawiając właściwości odbijające obserwowanych obiektów, np. poprzez zastosowanie reflektorów radarowych. Na rys. 1 pokazano, obliczony za pomocą programu CARPET 2, wykres prawdopodobieństwa wykrycia jachtu przez radar statkowy w czasie braku zakłóceń spowodowanych czynnikami hydro-meteorologicznymi w funkcji odległości od anteny. Widoczne są strefy zanikania sygnału. [12]

Prowadziliśmy na Zatoce Gdańskiej badania wpływu różnych typów reflektorów radarowych na wykrywalność jachtu. Wykorzystano

radary zainstalowane w Akademii Morskiej, na statkach Urzędu Morskiego i pracujące w systemie kontroli ruchu statków VTS Zatoka. Odpowiada to typowym sytuacjom spotykanym na morzu. Właściwości odbijające obiektu są definiowane jako skuteczna powierzchnia odbicia, która jest powierzchnią metalowej płyty dającej taki sam poziom odbitego sygnału co rzeczywisty obiekt. Parametr ten zależy od kształtu, wymiarów i rodzaju materiału. Typowe skuteczne powierzchnie małych jednostek są poniżej 50m², a statków to kilka tysięcy metrów kwadratowych. Dla jachtu decydującą rolę odgrywają metalowe elementy jego wyposażenia pokładowego. Standardowy reflektor, uznawany przez towarzystwa klasyfikacyjne (np. PRS), poprawia zasięg wykrycia jachtu o około 20%, natomiast inne reflektory bez certyfikatu, ale dostępne na rynku, mają minimalny wpływ na widzialność echa małego obiektu. Radary brzegowe, pracujące w systemie kontroli ruchu, mają wyższe parametry i badane jednostki były wykrywane przez nie w całym obszarze. [11]



Rys.1 Prawdopodobieństwo wykrycia jachtu [8]

Stwierdzono ponadto, że radar pracujący w paśmie X w tych samych warunkach jest nieco mniej odporny na zakłócenia hydro-meteorologiczne niż radar pasma S, jednak, ze względu na szerszą charakterystykę promieniowania w płaszczyźnie poziomej, wyznaczony przez urządzenie pasma S wektor ruchu jest mniej dokładny. Dokładność wyznaczenia wektora ruchu zależy od prędkości echa (dla prędkości poniżej 1,5m/s urządzenie do automatycznego prowadzenia nakresów - ARPA może nie obliczać wektora ruchu echa, lub wyniki mogą być obciążone znaczącymi błędami), oraz algorytmów obliczeniowych. Na podstawie tego samego sygnału radarowego obliczane parametry ruchu echa na wskaźniku radarowym i w systemie ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) mogą podawać

różne wartości (np. wartości kursu różniące się nawet o kilkadziesiąt stopni). Przykładowy wykres kursów jednostki pokazano na rys. 2. Na podstawie licznych obserwacji stwierdzono, że radar wykrywa małe jednostki z odległości około 5 - 8 mil morskich, ale ich echa ma na ekranie ma bardzo małe wymiary, dodatkowo szumy powodują, że operator może go nie zauważyć. Zwykle echo radarowe małego obiektu ginie w zakłóceniach od powierzchni morza w odległościach poniżej 2 Mm. Jak z powyższych uwag wynika, możliwości obserwacji ruchu małych obiektów za pomocą radarów statkowych jest często bardzo ograniczona. [10] Obserwacje te potwierdzone zostały podczas rejsów na statkach. Stwierdzono, że statki mają ograniczone możliwości obserwacji małych jednostek na morzu.

2. ORGANIZACJA SYSTEMU AUTOMATYCZNEJ IDENTYFIKACJI

System Automatemycznej Identyfikacji - AIS (Automatic Identification System) wykorzystuje transmisje danych w paśmie VHF. Urządzenia AIS pracują z wykorzystaniem techniki zwielokrotnionego czasowego przydziału kanałów TDMA (Time Division Multiple Access) używając do transmisji dwóch częstotliwości AIS1 161,975 MHz (kanał 87B) i AIS2 równej 162,025 MHz (kanał 88B), co umożliwia wysłanie około 4000 lub 2000 raportów na minutę (pracując na 1 kanale). Statkowe urządzenie wysyła automatycznie dane o pozycji i wektorze ruchu nad dnem z odbiornika nawigacyjnego GPS, kurs żyrokompasowy i z logu prędkość po wodzie oraz dane identyfikacyjne. Transmisje odbywają się z częstością zależną od prędkości jednostki. [9] Na statkach zatrudnionych w żegludzie międzynarodowej system AIS został wprowadzony do końca 2004 roku, a na statkach podejmujących tylko podróże krajowe do 1 lipca 2008 roku, od 2010 jest na wyposażeniu jednostek rybackich pływających pod banderami unii Europejskiej o długości całkowitej $OL > 24m$, a planuje się je wprowadzić również na jednostki rekreacyjno – sportowe. Na małe jednostki opracowano urządzenie klasy B, które ma ograniczone możliwości w stosunku do statkowych urządzeń klasy A.

Wyposażenie statków w urządzenia AIS zmieniło pracę na mostku. Nawigator zyskał informację o innych statkach, które do tej pory nie były dla niego dostępne. System umożliwia wgląd w przyrządy nawigacyjne innego statku. Do tego czasu pozycje, kursy i prędkości innych jednostek pływających wyznaczane były na podstawie obserwacji radarowej lub szacowane na podstawie obserwacji wzrokowej. Pomiar odległości za pomocą radaru pozwala uzyskać wówczas, gdy echo drugiego statku pokazuje się na ekranie, dokładność pomiaru odległości ok. 250m, a kierunku jeszcze mniej, podczas gdy GPS umożliwia na uzyskanie tej pozycji na poziomie 20m [10]. Drugą ważną informacją jest ostrzeżenie o manewrze innego statku. ARPA pomaga wykryć manewr innego statku w czasie nie przekraczającym 1 min, a obserwując obraz radaru jest to bardzo trudne. AIS podczas manewru wysyła bieżące dane co 2-3s. Manewr jest definiowany jako zmiana kursu o więcej niż 5° w czasie 30s, a jego zakończenie, gdy ta zmiana jest mniejsza niż 5° w czasie 20s. Gdy statek utrzymuje stały kurs, częstość wysyłania danych dynamicznych jest tak dobrana, by odległość pomiędzy rzeczywistą pozycją statku, a otrzymaną z systemu nie przekraczała 50m. System AIS pozwana na uzyskanie informacji na znacznie większą odległość niż obserwacji radarowej lub wzrokowej, ale to nie jest tak istotne.

Kolejną bardzo istotną sprawą związaną z wprowadzeniem AIS, to rejestracja ruchu statków przez służby lądowe, co, między innymi, zmusza do większej staranności podczas pracy oficerów wachtowych, umożliwia monitorowanie ruchu i wspomaga akcje ratownicze. Jednak wysyłanie do wszystkich w promieniu ponad 50 km danych może być niebezpieczne (działania piratów), więc statek ma prawo wyłączyć to urządzenie. Załoga statku świadomie, lub częściowo nie,

może fałszować dane wysyłane przez urządzenie, dlatego mimo dostarczenia bardzo ważnych i dokładniejszych niż inne urządzenia danych i AIS jest używany jako środek obserwacji. Jednak nie można jedynie na podstawie wskazań AIS podejmować manewry antykolizyjne. Jeżeli lokalizacja obiektu za pomocą radaru i AIS są dostatecznie blisko siebie, to przepisy IMO zalecają wykorzystywanie danych AIS. Doświadczenie prowadzone między innymi przez autora tego nie potwierdza. Pierwszy raz został wykorzystany pomiar AIS podczas badania zasięgu radarów pracujących w systemie kontroli ruchu statków VTS Zatoka Gdańska [13]. Rejestrowano na statku Zodiak pozycje z odbiornika GPS, którego wskazania były podawane do urządzenia AIS. Okazało się, że urządzenie AIS pobiera dane urządzeń statkowych do buforu pamięci i wysyła je zgodnie z harmonogramem systemu. W efekcie stwierdzono, że błędy systemu są większe niż to wynika z założeń.

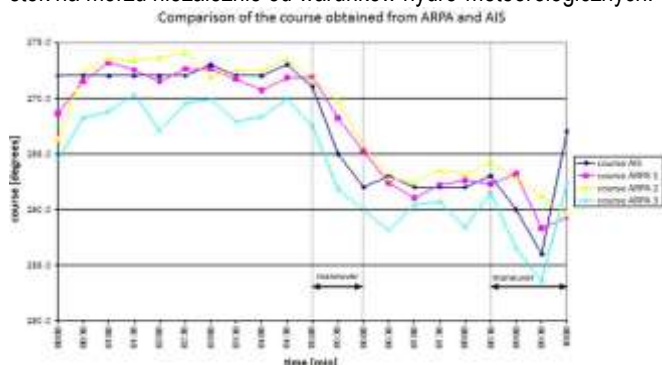
2.1. Zastosowanie AIS do monitorowania ruchu morskiego

Dalsze badania systemu AIS wykazały, że na Zatoce Gdańskiej dane dynamiczne są odbierane z mniejszą częstością niż wynika to z założeń systemu. Różnice pomiędzy pozycją odbieraną ze statku za pomocą AIS a rejestrowana na tym statku dochodziły do 250m [2]. Na Zatoce Gdańskiej w zasięgu AIS znajduje się zwykle około 100 statków głównie zacumowanych lub na kotwicy (wysyłają dane dynamiczne co 3 minuty). Pewnym problemem jest wysyłanie co 6 minut danych statycznych, bo mogą one zajmować więcej niż 1 ramkę. Jednak rejestrowana zajętość ramek transmisji wykazuje wykorzystywanie ich w niecałych 20%, więc nie jest to problemem. Prawdopodobną przyczyną są zakłócenia powodowane przez inne systemy komunikacyjne. Podobne problemy autor rejestrował w innych akwenach Europy w czasie rejsów na S/V „Dar Młodzieży”. Na akwenu badań w zasięgu łączności UKF było niewiele statków, więc nie mogło być problemu z brakiem wolnych ramek. Odbieranych było jednak mniej transmisji niż powinno być w tym czasie wysyłanych [1]. Urządzenie AIS nie sygnalizuje czy wysyła dane, więc nie można stwierdzić czy system nie przydziela ramek do transmisji, czy na skutek zakłóceń nie są one odbierane. Autor prowadził również rejestrację AIS statku na kotwicy. Dane dostarczone przez AIS są co 3 minuty, co wystarcza by wiedzieć, ile statków jest na kotwicowisku, ale na ich podstawie nie można stwierdzić ich aktualnego ustawienia, ani czy pod wpływem działania wiatru statek łukuje lub draguje kotwicę [3]. Częstość transmisji wysyłanych przez statki na kotwicy powinna być co najmniej 10 razy większa, ale to może blokować system w obszarach o bardzo dużym natężeniu ruchu, (np. Singapur). Rozwiązaniem może być zmniejszanie mocy nadawanego sygnału, lub regulowanie częstości transmisji przez służby kontroli ruchu w danym rejonie.

Od 2001 autor prowadzi badania porównawcze wykorzystania informacji z Systemu Automatemycznej Identyfikacji i radaru dla określenia dokładności śledzenia pozycji i wektora ruchu statków na Zatoce Gdańskiej. Badania te potwierdzają, że system AIS pozwala szybciej uzyskać informacje o manewrze statku i zwykle pozwala z większą dokładnością wyznaczyć wektor ruchu innej jednostki. Jednak rejestrowane były sytuacje, gdy wskazania AIS były obciążone grubymi błędami, np. przesunięcie pozycji o kilka kabli. Takie błędy mogą być identyfikowane przez systemy kontroli ruchu, ale na statku nie zawsze jest taka możliwość [7].

Rozpatrywana jest obecnie możliwość obowiązkowego wprowadzenia urządzeń AIS klasy B na jednostki rekreacyjno – sportowe. Opracowanie dla tych urządzeń nowej modulacji sygnału (CSTDMA), spowodowało, że one w małym stopniu obciążają sieć systemu [5]. Według badań symulacyjnych nawet bardzo duża liczba małych jednostek (ponad 1000) i ponad 100 statków na jednym akwenu nie spowoduje zablokowania systemu, a zwiększy bardzo znacząco bezpieczeństwo, ponieważ małe jednostki, jak już wspomniano, często

nie są widoczne na morzu i nie są wykrywane przez radar statkowy, a ich zdolności manewrowe są zależne od kierunku i siły wiatru [12]. Możliwość wykrycia obiektu za pomocą radaru zależy od jego właściwości odbijających, które w przypadku małych jednostek są niewystarczające, natomiast w Systemie Automatycznej Identyfikacji zależą one od warunków propagacyjnych w paśmie VHF i parametrów urządzeń, dlatego system ten umożliwia wykrywanie małych jednostek na morzu niezależnie od warunków hydro-meteorologicznych.



Rys. 2 Rejestracja kursu echa [3]

Na rys. 2 pokazano wykres kursu statku płynącego do portu w Gdańsku zarejestrowany za pomocą urządzenia AIS i obliczony przez radarowe układy śledzące. Sygnał radarowy pochodzi z jednego bloku nadawczo – odbiorczego i obliczany był przez nowy wskaźnik NSC34 firmy Raytheon, oraz starszy wskaźnik MK2 tej firmy i system ECDIS Transas 3000. [14] Najmniej dokładne dane otrzymano z systemu map elektronicznych. Głównym problemem jest nie to, że dane się różnią, ale to, że nawigator otrzymuje różne dane i musi je dodatkowo analizować, co pochłania czas na podjęcie właściwej decyzji.

Wprowadzenie na statki urządzeń AIS umożliwia nawigatorowi uzyskanie nowych informacji o otaczających go innych jednostkach. Wcześniej informację tę dostarczała obserwacja wzrokowa zależna od oświetlenia i warunków widoczności i wspomagana była za pomocą sygnałów akustycznych. Wprowadzenie radarów pozwoliło na wyznaczenie ryzyka zderzenia i parametrów ruchu innych jednostek również podczas ograniczonej widoczności. Jednak obserwacja na niewielkim ekranie obszaru około 20 km wokół statku oraz ograniczenia samego urządzenia pozwalają na uzyskanie danych o ruchu z ograniczoną dokładnością. Radar pozwala wykryć inny statek z odległości 10 – 20 km i wówczas jego położenie wyznaczamy z dokładnością do około 250m. Na podstawie zmiany położenia podczas kolejnych obserwacji i znajomości własnego kursu i prędkości wyliczone są kursy i prędkości innych jednostek. Dlatego zmianę kursu innego statku za pomocą radaru możemy wykryć z opóźnieniem – w systemie AIS te dane są transmitowane bezpośrednio z urządzeń statkowych czyli dane są dostępne na innych statkach z minimalnym opóźnieniem kilku sekund, podczas gdy ARPA powinna na podstawie obserwacji radarowych wykryć manewr w czasie jednej minuty. Dostępne są również inne dane jak nazwa, numery IMO i MMSI, wymiary, port przeznaczenia. System AIS umożliwia przesłanie krótkiej wiadomości tekstowej do wybranego z listy statku, a znając jego nazwę można nawiązać łączność foniczną korzystając radiotelefonu UKF. System identyfikacji statków udostępnił dane, których wcześniej nie było lub zwiększona została ich dokładność. Jednak istnieją również wady i ograniczenia tego systemu. Nie mamy żadnej kontroli czy odebrane dane są prawdziwe. Nie zawsze współpraca urządzeń statkowych z urządzeniami AIS jest poprawna lub pewne działania mogą spowodować zafalszowanie transmitowanych danych.

PODSUMOWANIE

Obserwacja radarowa jest wspomagana przez dane z Systemu Automatycznej Identyfikacji Statków- AIS i obserwację wzrokową.

Na podstawie badań poligonowych stwierdzono, że obserwacja małych jednostek jak jachty, kutry rybackie jest znacznie ograniczona. Wykrycie takich obiektów jest możliwe, poza zakresem występowania zakłóceń od powierzchni morza, ich radarowe echa są małe i trudne do zauważenia.

System AIS zmienił możliwości pozyskiwania danych o innych statkach w transporcie morskim. Powinny one być dokładne i aktualne, ponieważ pochodzą bezpośrednio z urządzeń statkowych. Jednak w urządzeniu są one magazynowane w buforze i wysyłane z pewnym opóźnieniem. Nie wszystkie transmisje są odbierane (lub może wysyłane?) i nie znana jest ich wiarygodność. Mogą być fałszowane świadomie lub przypadkowo. [4] Wiele danych wymaga zachowania poufności, ponieważ ich publiczne transmitowanie może stwarzać zagrożenie.

Obecnie tworzony jest program e-nawigacji, który ma pomóc to rozwiązać. Technicznie jest możliwe przesłanie wielu danych pomiędzy statkami i służbami lądowymi, jednak koszt połączeń jest obecnie zbyt wysoki dla pełnej i ciągłej wymiany danych, więc trzeba poszukać innych rozwiązań, by ograniczyć transmisje, lub wykorzystać inne metody. Wiele danych wymaga zachowania poufności, ponieważ nawet informacje o położeniu statków wykorzystywane do unikania zderzeń, mogą być wykorzystywane przez piratów, lub terrorystów.

System AIS, jak każdy z systemów elektronicznych używanych na morzu, cechuje się jednak wieloma ograniczeniami, o których wiedza konieczna jest do prawidłowego korzystania z wielu udogodnień, jakie przynosi jego użytkowanie. W szczególności, użytkownik AIS powinien mieć na uwadze:

- Dane uzyskane z urządzenia AIS są dokładne na tyle, na ile prawidłowe były dane wprowadzone do systemu. W szczególności dane wprowadzane ręcznie do urządzenia AIS powinny być interpretowane z ostrożnością.
- Nie wszystkie statki są wyposażone w urządzenie AIS, jak również może ono być wyłączone. W szczególności statki niekonwencyjne, takie jak jednostki sportowe, rybackie czy wojenne, nie muszą być i z różnych względów często nie są, wyposażane w AIS.
- Należy wziąć pod uwagę, że nie wszystkie instalacje są wykonane poprawnie i urządzenia mogą być włączone, gdy transmitowanie danych może zagrażać bezpieczeństwu.
- Działanie AIS opiera się na wykorzystaniu pasma VHF i podlega takim samym ograniczeniom, jak każdy inny system pracujący w tym paśmie.

System AIS jest przydatnym, nowoczesnym narzędziem, które wciąż jest rozwijane i wykorzystywane w coraz to nowych dziedzinach zastosowań, narzędziem, które wykorzystane we właściwy sposób, może przyczynić się do znacznego zwiększenia bezpieczeństwa pasażerów, załóg, ładunków i statków, a także środowiska morskigo.

W ostatnich 30 – 40 latach transport morski zmienił się całkowicie. Ze względu na skrócenie czasu prac przeładunkowych i tym samym postoju statków w portach zwiększono kilkanaście razy wyporność statków co zwiększyło proporcjonalnie zagrożenie dla środowiska i zmusiło do podjęcia środków w celu wzrostu bezpieczeństwa. Możliwość posiadania ciągłej pozycji statku oraz rozwój systemów radiokomunikacji pozwolił na wprowadzenie wielu systemów i urządzeń, które pozwoliło zwiększyć bardzo znacząco bezpieczeństwo transportu morskiego jak również przewożonych ludzi. Jednak zdarzające się katastrofy dowodzą, że jeszcze nie wszystko osiągnięto.

BIBLIOGRAFIA

1. Duda D., Stupak T., Wawruch R.: Ship movement and tracking with AIS, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 16, no 3C, 2007, str. 18-25
2. Król A., Stupak T., Wawruch R., Kwiatkowski M., Paprocki P., Popik J.: *Fusion of Data Received from AIS and FMCW and Pulse Radar - Results of Performance Tests Conducted Using Hydrographical Vessels "Tucana" and "Zodiak"*, Transnav be part of monograph entitled: Navigational Systems and Simulators, pp159-16
3. Stupak T.: *Accuracy tests of data about tracked objects received from shore based radar with ARPA function and ECDIS connected to this radar*. 5th International Conference On Maritime Transport, Technological, Innovation and Research MARITIME TRANSPORT '12 Barcelona, Editors: Francesc Xavier Martínez de Osés, Marcel·la Castells i Sanabra, ISBN: 978-84-7653-939-2, pp 261-268
4. Stupak T.: *Możliwości lokalizacji rozbitków za pomocą transponderów*, Przegląd Telekomunikacyjny 1/2014 str. 1, 8-10
5. Stupak T., Król A.: *Badanie statku na kotwicy za pomocą systemu AIS*, Logistyka, 2009, nr 6, CD-ROM
6. Stupak T., Wawruch R.: *The influence of AIS class B on AIS net investigation*, Logistyka, 2009, nr 6, CD-ROM
7. Stupak T., Wawruch R.: *Zasady monitorowania morskich obiektów o małych prędkościach*, Logistyka, Nr 4, CD-ROM, 2010
8. Stupak T., Wawruch R.: *Analiza przydatności programu CARPET 2 do oceny prawdopodobieństwa wykrycia obiektów nawodnych radarem pasma X w różnych warunkach hydrometeorologicznych*, Logistyka 6/2011 CD-ROM str. 3561-3570
9. Stupak T., Zarzycki B.: *System automatycznej identyfikacji statków (AIS) – nowe wymagania i możliwości*, II Symposium nawigacyjne, Gdynia, 1998
10. Wawruch R., Stupak T.: *Radar Detection of Small Sailing Yachts*. 2nd Microwave & Radar Week in Poland, International Radar Symposium „IRS2006”, ISBN: 83-7207-621-9, Kraków 2006, pp. 523-526
11. Wawruch R., Stupak T.: *“Verification of the Radar Visibility of Small Objects”*. 2nd Microwave & Radar Week in Poland, International Radar Symposium „IRS2006”, ISBN: 83-7207-621-9, Kraków 2006, pp. 405-408
12. Wawruch R., Stupak T.: *“The program Carpet 2 for object radar detection simulation”*: 11th International Conference “Computer Systems Aided Science, Industry and Transport, “TRANSCOMP 2006”, Proceedings, Vol. 2, ISSN 1230-7823, pp. 303-308
13. Wawruch R., Stupak T.: *Accuracy of Information about Tracked Vessel obtained with VTS Radar and AIS*. International Radar Symposium “IRS 2005”, Berlin 2005, 6-8 Sep., German Institute of Navigation, Proceedings, Bonn 2005, pp. 481-488
14. Wawruch R., Stupak T.: *Utility of AIS and radar information for collision avoidance – comparative analysis*, 5th International Congress on Marine Technological Innovations and Research, Proceedings, Technical University of Catalonia, Department of Nautical Science and Engineering, Barcelona 2007, pp. 683-692

Automatic identification usage for yacht safety increasing at sea

Observation of the small boats in the sea is difficult. Ship radar is sensitive to disturbances caused by weather conditions and then yacht detection probability is low. Automatic Identification System enables yacht observation on navigation display during all weather conditions but it also has its limitations described in this paper.

Autorzy:

dr hab. inż. **Tadeusz Stupak** – Akademia Morska w Gdyni, Wydział Nawigacyjny Al. Jana Pawła II 3, 81-345 Gdynia, tel. 58 6901127, email: stupak@klif.am.gdynia.pl