

TADEUSZ STUPAK
RYSZARD WAWRUCH
*Akademia Morska w Gdyni
Katedra Nawigacji Technicznej*

OBSERWACJA RADAROWA JACHTÓW NA ZATOCE GDAŃSKIEJ

W artykule opisano badania zasięgu widoczności radarowej i śledzenia małych jachtów żaglowych bez reflektorów radarowych i wyposażonych w różne typy biernych reflektorów radarowych aktualnie dostępnych na polskim rynku, przez statkowe urządzenia radarowe pasm S i X z antenami zainstalowanymi na różnych wysokościach oraz urządzenia radarowe służby VTS. Rejestrowano parametry śledzenia jachtów przez radary pracujące w paśmie S i X. Pomiary przeprowadzono na akwenie Zatoki Gdańskiej w latach 2004 i 2005.

WSTĘP

Światowa morska flota handlowa liczy obecnie około 200 000 statków. W państwach samej tylko Unii Europejskiej jest około 5 milionów morskich jednostek rekreacyjno-sportowych. Do tej liczby małych jednostek pływających należy jeszcze dodać dość znaczną flotę kutrów rybackich i inne, pomocnicze jednostki pływające (holowniki, jednostki pilotowe, patrolowe itp.). Jeżeli nawet znacząca liczba małych jednostek morskich pływa tylko w pasie przybrzeżnym, to i tak wiele z nich można spotkać na szlakach żeglugowych dużych statków handlowych. Istotna jest więc kwestia bezpieczeństwa małych jednostek pływających, szczególnie na akwenach o dużym natężeniu ruchu, w wąskich przejściach, np. w Cieśninach Duńskich i na torach podejściowych do portów morskich. Można powiedzieć, że z pokładu małej jednostki łatwo zobaczyć i usłyszeć duży statek. Obserwacja ta jest jednak utrudniona w warunkach ograniczonej widzialności, w związku z częstym nienadawaniem przez statki przypisanych sygnałów dźwiękowych oraz w warunkach sztormowych. Problematiczna może być też dokładność obserwacji wzrokowej i radarowej prowadzonej na małej jednostce oraz oceny sytuacji spotkaniowej dokonanej na jej podstawie, zwłaszcza w czasie żeglugi na wzburzonym morzu. Należy też mieć na uwadze, że jachty żaglowe poruszają się często z małymi prędkościami i pomimo szybkiego wykonania manewru antykolizyjnego nie

zawsze są w stanie oddalić się na bezpieczną odległość od płynącego na zderzenie statku handlowego.

Dlatego też istotne jest prowadzenie skutecznej obserwacji i przestrzeganie postanowień międzynarodowych przepisów o zapobieganiu zderzeniom na morzu przez statki morskie. Oficerowie tych statków kwestionują jednak często możliwości wykrywcze współczesnych urządzeń radarowych. Wykazała to dobitnie ankieta przeprowadzona przez administrację morską Norwegii (*Norwegian Maritime Directorate* – NMD) w 2004 roku wśród pilotów oraz kapitanów, starszych oficerów i drugih oficerów zatrudnionych na statkach armatorów tego państwa. Na ankietę odpowiedziało ponad 1400 osób o następującym stażu zawodowym: krótszym niż 5 lat – 14%, 5–10 lat – 21%, 10–20 lat – 23% i dłuższym niż 20 lat – 42% ankietowanych. 551 respondentów było zatrudnionych na stanowisku kapitana statku. Należy zatem uznać, że zdecydowana większość miała duże bądź bardzo duże doświadczenie zawodowe. Prawie 80% ankietowanych uznało, że możliwości wykrywcze współczesnych statkowych urządzeń radarowych są niewystarczające i niesatysfakcjonujące, szczególnie w warunkach zakłóceń od powierzchni morza i opadów atmosferycznych [3]. Ze względu na liczbę osób ankietowanych oraz ich doświadczenie zawodowe wyniki tej ankiety nie można pominąć milczeniem. Celem sprawdzenia słuszności uwag zgłaszanych w ankiecie przeprowadzonej przez NMD stosowne pomiary możliwości wykrywczych morskich radarów nawigacyjnych przeprowadzono również w Polsce, wykorzystując urządzenia zainstalowane w Katedrze Nawigacji Technicznej Akademii Morskiej w Gdyni, na statkach morskich oraz w systemie VTS Zatoka Gdańska. Obiektami obserwowanymi były małe jachty żaglowe bez reflektora radarowego oraz wyposażone w różne typy biernych reflektorów radarowych dostępnych na polskim rynku [6].

1. OBSERWACJE JACHTÓW „ALMAK” I „POLSKI LEN”

Celem pomiarów dokonanych na obszarze Zatoki Gdańskiej było określenie możliwości wykrycia i śledzenia za pomocą radaru nawigacyjnego jachtów bez reflektora radarowego oraz wyposażonych w bierne reflektory.

1.1. Organizacja pomiarów

Pomiary przeprowadzono dla dwóch jednostek pływających. Były to jachty „Almak” i „Polski Len” – siostrzana jednostka zatopionego jachtu „Bieszczady” – opisane w podrozdziale 1.3. W obu wypadkach jednostki bez zainstalowanego reflektora radarowego wypływały z Basenu Jachtowego w Gdyni w kierunku wschodnim. Na urządzeniach radarowych sprawdzano: ciągłość i maksymalne odległości śledzenia oraz wykrycia wzrokowego i automatycznego jachtu.

Po określeniu wyżej wymienionych odległości na wszystkich badanych urządzeniach radarowych dla jachtów bez reflektorów instalowano na nich kolejno poszczególne badane reflektory bierne i mierzono odległości wykrycia i śledzenia oraz zaników sygnału [4].

Do pomiarów wykorzystano urządzenia radarowe pasma X i S różnych producentów z antenami zainstalowanymi na różnych wysokościach nad poziomem morza. We wszystkich przypadkach osoby prowadzące obserwację miały wysokie kwalifikacje zawodowe, wiedziały o obecności jachtu i znały jego przybliżoną pozycję, a w czasie pomiarów miały tylko prowadzić obserwację radarową jednego obiektu. Nie były one więc absorbowane innymi czynnościami i obowiązkami wykonywanymi normalnie przez oficera wachtowego w czasie wachty nawigacyjnej na statku morskim. Dlatego też otrzymane wartości odległości wykrycia i śledzenia można uznać za maksymalnie możliwe do osiągnięcia. Przy prowadzeniu normalnej, rutynowej obserwacji odległości te w większości wypadków będą mniejsze.

W VTS Zatoka Gdańska w czasie eksperymentu użyto tylko radaru zainstalowanego w Gdyni.

1.2. Urządzenia pomiarowe

Do pomiarów wykorzystywano:

- 1) zainstalowane w laboratorium radarowym Katedry Nawigacji Technicznej:
 - dwa radary firmy Decca-Racal serii AC 1690 pracujące w pasmach S i X, jeden wyposażony w układy śledzące (ARPA) (zwany dalej Decca), drugi współpracujący z ECDIS Transas NaviSailor 2500 (zwany dalej Transas), radar Raytheon Pathfinder MK2 pasma X,
 - polski radar SRN 774, którego sygnał wizyjny rejestrowano na oscyloskopie cyfrowym Hewlett Packard 54501A.

Anteny tych radarów były zamontowane na wysokości około 25 m n.p.m.;

- 2) radar pasma X INRITSU RA 725 UV zainstalowany na jednostce Urzędu Morskiego w Gdyni „Tucana” (wysokość instalacji anteny 6,5 m n.p.m.);
- 3) radar/ARPA pasma X Racal Decca Bridge Master II C 251/6 zainstalowany na statku Urzędu Morskiego w Gdyni „Zodiak” (wysokość instalacji anteny 16 m n.p.m.);
- 4) radar pasma X systemu VTS Zatoka Gdańska wyprodukowany przez TERMA Electronics, z anteną zainstalowaną na wieży Kapitanatu Portu Gdynia na wysokości 33,6 m.

1.3. Obserwowane jednostki pływające

Pomiary przeprowadzono dla dwóch jachtów żaglowych:

- 1) zbudowanego z poliestru, posiadającego jeden aluminiowy maszt o wysokości 11 metrów ponad linię wodną jachtu Akademii Morskiej w Gdyni „Almak”, o długości 9,1 m i szerokości 3,2 m;
- 2) dwumasztowego, drewnianego jachtu klasy OPAL Centrum Wychowania Morskiego ZHP „Polski Len” o długości 14 m, szerokości 3,6 m, zanurzeniu 2,05 m.

1.4. Badane reflektory radarowe

Przebadano 4 bierne reflektory radarowe:

- 1) Mobri M-2 – kolumnowy, dziesięciopoziomowy zbudowany z 40 naroży o wymiarach $0,034 \times 0,023$ m; według danych producenta skuteczna powierzchnia odbicia reflektora wynosi 2 m^2 ;
- 2) Mobri M-4 – kolumnowy zbudowany z 20 naroży o wymiarach $0,045 \times 0,023$ m, o deklarowanej przez producenta skutecznej powierzchni odbicia reflektora równej 4 m^2 ;
- 3) kolumnowy zbudowany z 28 naroży prostopadłościennych o wymiarach $0,045 \times 0,032$ m; według producenta skuteczna powierzchnia odbicia reflektora wynosi 4 m^2 ;
- 4) uznany przez PRS, standardowy (trójścienny) zbudowany z 8 naroży prostopadłościennych trójkątnych o długość przyprostokątnej 0,21 m, o deklarowanej przez producenta skutecznej powierzchni odbicia równej 10 m^2 .

1.5. Wyniki pomiarów jachtu „Almak”

Podczas pomiarów wiał słaby wiatr i występowały fale o wysokości poniżej 0,5 m, niepowodujące zakłóceń na ekranach radarów w zakresie prowadzonej obserwacji.

Zbiorcze wyniki obserwacji przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zasięgi obserwacji jachtu „Almak” [5]

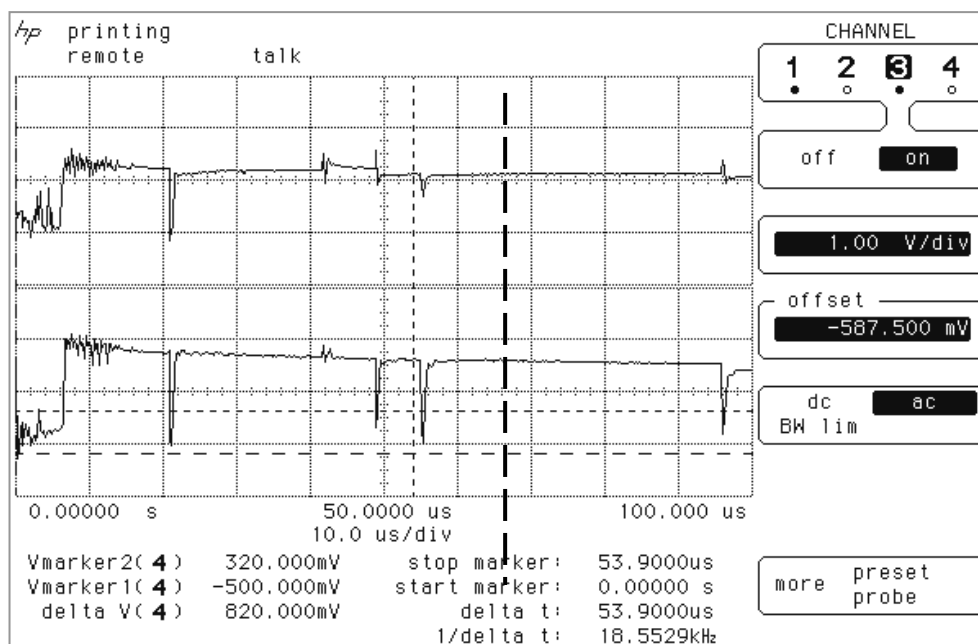
<div> <div>Radar</div> <div>Reflektor</div> </div>	Odległość wykrycia [Mm]		
	Akademia Morska w Gdyni		Tukana
	Pasmo S	Pasmo X	
Brak reflektora	5,5	5,6	4,5-4,75
Reflektor standardowy	7,0	7,8-7,4	4,75
Mobri M-2	7,6	7,5	6,3
Reflektor kolumnowy	6,4	6,4	5,7
Mobri M-4	6,2	6,5	4,8

Jacht był śledzony przez radar VTS Zatoka Gdańska w Gdyni w całym zakresie odległości Gdynia – Port w Helu, niezależnie czy używany był reflektor, czy też nie.

Na rysunku 1 przedstawiono oscylogram sygnału wizyjnego z echem jachtu, natomiast na 2 przykładowy obraz radarowy na wskaźniku ECDIS. W czasie pomiarów stwierdzono, że możliwości wykrycia jachtu za pomocą radaru zależą niemal wyłącznie od konstrukcji aluminiowego masztu i metalowych części znajdujących się na pokładzie. Sam kadłub wykonany z tworzywa sztucznego odbija w niewielkim stopniu promieniowanie radarowe. Na radarze jacht jest najlepiej widoczny od strony rufy, nieco gorzej z kierunku dziobu, najslabiej, gdy ustawiony jest burtą do kierunku promieniowania radaru. Różnice te nie są jednak znaczące dla możliwości jego wykrycia.

Można stwierdzić, że:

- reflektor radarowy zwiększa odległość wykrycia o około 20–40%,
- mała jednostka pływająca (Tukana) wykrywa badany jacht z odległości mniejszej o około 10–30%,
- ARPA śledzi echo radarowe w zakresie odległości wynoszących do 90% odległości wykrycia.



Rys. 1. Oscylogram radarowego sygnału wizyjnego z echem jachtu „Almak” bez reflektora radarowego znajdującego się w odległości 4,5 Mm od anteny radaru (55,6 μ s)

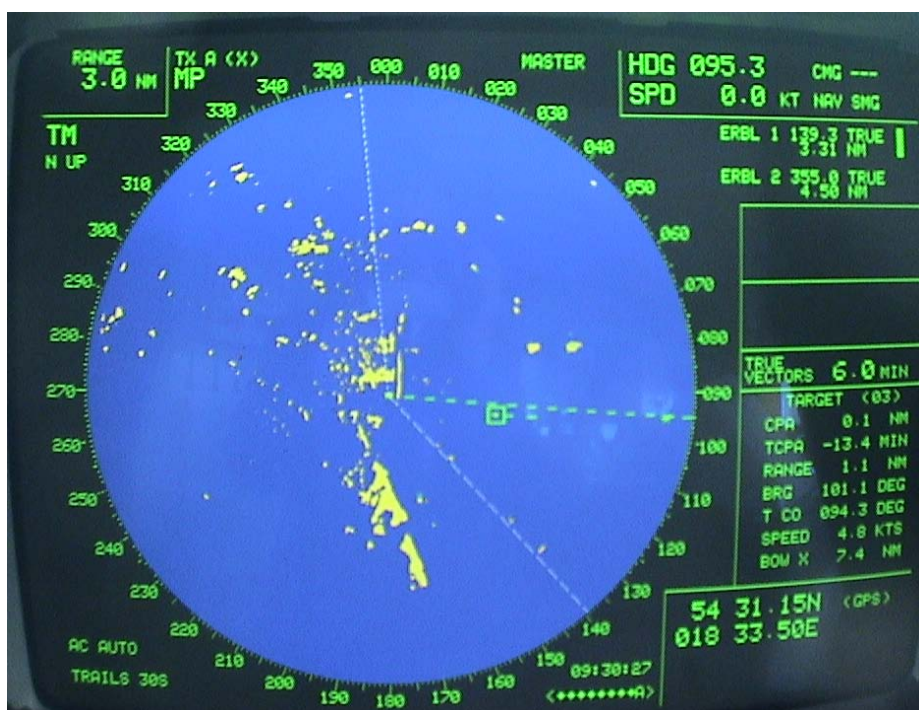
Właściwości odbijające jachtu „Polski Len” podczas korzystnych warunków meteorologicznych (praktycznie brak fal morskich i opadów) pozwalają na obserwację jego echa od najmniejszych odległości aż do jego maksymalnego zasięgu wykrycia.

Podobnie jak w wypadku jachtu „Almak” zmiana długości impulsu sondującego w minimalnym stopniu wpływa na poprawę widoczności echa na ekranie i możliwości jego wykrycia. Zmniejszenie zakresu pracy radaru polepsza możliwości obserwacji echa.

Większe jednostki (mające nadajniki radarowe o większej mocy szczytowej impulsu i wyżej umieszczone anteny o większym zysku energetycznym) mogą obserwować jacht z większej odległości.

Echo jachtu może być obserwowane na radarze przez operatora z większej odległości (podczas występowania fluktuacji, a nawet długotrwałych zaników) niż śledzi je urządzenie ARPA. Różnica tych odległości może sięgać nawet 20% do 40%.

Na występujące różnice wykrycia duży wpływ mają właściwości techniczne poszczególnych urządzeń. W laboratorium korzystano z dwóch radarów pracujących w paśmie X o podobnych parametrach nadajników. Starszy radar Decca AC 1690 wykrywał w każdej sytuacji lepiej niż nowszy Raytheon MK2. Miały na to wpływ różne programy obróbki sygnału wizyjnego w układach wskaźnika.



Rys. 3. Jacht śledzony na zakresie 3 Mm na urządzeniu radarowym na statku „Zodiak”

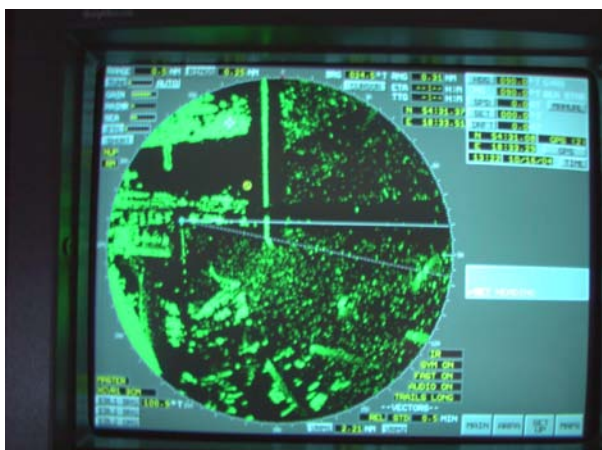
Wykorzystanie radaru pasma S daje (w badanych warunkach meteorologicznych) niewiele lepsze wyniki niż użycie radaru pasma X.

W przypadku tak dużego jachtu jak „Polski Len” poprawa możliwości jego wykrycia za pomocą biernych reflektorów radarowych jest niewielka.

2. WERYFIKACJA WYNIKÓW POMIARÓW W CZASIE REGAT NA ZATOCE GDAŃSKIEJ

Wyniki pomiarów otrzymane dla jachtów „Almak” i „Len Polski” zweryfikowano w czasie regat żeglarskich organizowanych na akwenie Zatoki Gdańskiej w październiku 2004 roku [1]. Jachty w nich uczestniczące były obserwowane na radarach w laboratorium radarowym Akademii Morskiej w Gdyni z wykorzystaniem wszystkich zainstalowanych urządzeń pracujących w obu pasmach. W wyścigu startowały jednostki żaglowe różnych klas, różnych rozmiarów kadłuba i wysokości masztów, a więc o różnych właściwościach radiolokacyjnych. Celem obserwacji było porównanie widoczności ech radarowych, jachtów podobnych w budowie i noszących różne reflektory radarowe oraz jachtów pływających bez nich. Osoby w laboratorium w czasie eksperymentu nie znały rzeczywistych pozycji jachtów, nie wiedziały, jakie reflektory zainstalowano na poszczególnych jednostkach, oraz nie utrzymywały z nimi łączności radiowej celem ustalania ich bieżącej pozycji. Załogi jachtów prowadziły precyzyjną nawigację w celu późniejszej ich identyfikacji na obrazach radarowych. Podczas badań fale miały wysokości do 1 m, widzialność była ograniczona do około 1 mili morskiej [1].

Początkowo echa znajdowały się w zasięgu zakłóceń od fal morskich i można je było zidentyfikować na ekranie radarowym tylko na podstawie długiej poświaty (rys. 4).



Rys. 4. Obraz radarowy z echem od jachtów uczestniczących w regatach

W wyniku przeprowadzonych obserwacji można stwierdzić, że [4]:

- 1) Nie zauważono żadnych różnic pomiędzy widocznością echa radarowego jachtu z zamieszczonym reflektorem radarowym standardowym a widocznością echa jachtu z reflektorem MOBRI M-2.
- 2) Nie odnotowano różnic w widoczności ech radarowych jachtów, które w czasie regat nie posiadały żadnych reflektorów radarowych w stosunku do jachtów z reflektorami. Pomimo niskiego stanu morza na ekranie radarowym występował sektor zakłóceń, w którym obserwacja radarowa była utrudniona (występowanie wielu ech i odbić od powierzchni morza i pośrednich). W tych warunkach echa dwóch jachtów, które miały różne reflektory radarowe, nie były większe i silniejsze od ech jachtów, które reflektorów nie posiadały. Mimo ograniczonej widoczności w obszarze zakłóceń od fal o wiele lepsza i bardziej przydatna była obserwacja wzrokowa.
- 3) W niewielkich odległościach od pozycji anteny radarowej echo małej jednostki może być obserwowane na tle zakłóceń dzięki wykorzystaniu długiego czasu poświaty.

3. DOKŁADNOŚĆ ŚLEDZENIA ECH RADAROWYCH JACHTÓW PRZEZ ARPA

Wykorzystując urządzenia laboratorium radarowego, prowadzono rejestrację danych uzyskanych przez ARPA śledzenia małych jednostek żeglujących na Zatoce Gdańskiej w okresach letnich.

3.1. Organizacja pomiarów

Badania porównawcze śledzenia ech radarowych małych jednostek przeprowadzono za pomocą ARPA różnych producentów. W prezentowanym przykładzie przedstawiono wyniki obserwacji niewielkiego jachtu na radarze pasma X Raytheon Pathfinder/ST MK2 z układami ARPA i pasma S Racal-Decca AC1690 z układem śledzenia na systemie mapy elektronicznej ECDIS Transas Navi-Sailor 2500. Prześladowano w stałych odstępach czasu pozycję jednostki w układzie biegunowym (namiar i odległość) oraz jej kurs i prędkość zarejestrowane przez ARPA.

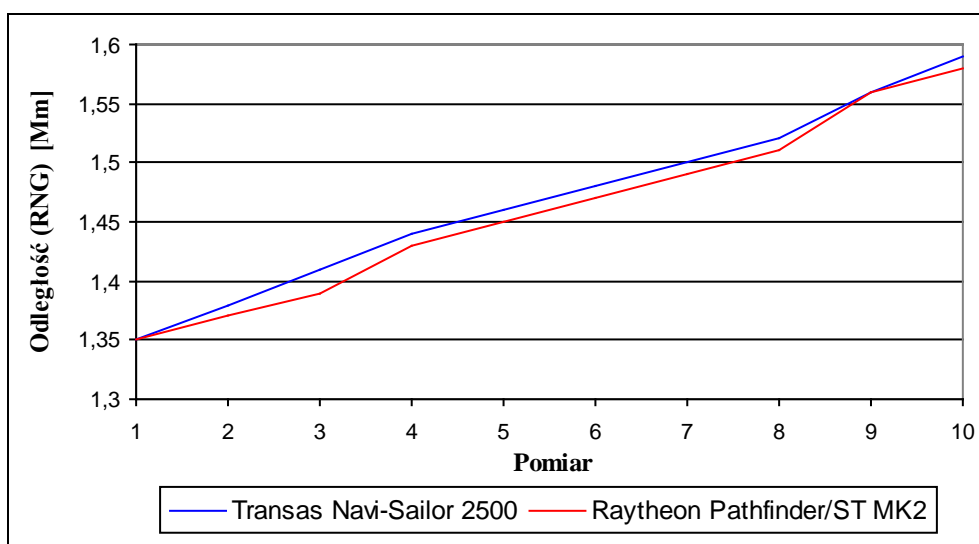
Na rysunkach 6–9 przedstawiono przykładowe wykresy tych danych dla jachtu poruszającego się z małą prędkością. Prezentowane obserwacje prowadzono podczas wiatru o sile 4^oB i falach o wysokości ok. 0,5 m [2].

W omawianym przykładzie radar pasma S podawał większe wartości namiaru i odległości do echa, co mogło być spowodowane różnym oprogramowaniem poszczególnych urządzeń. Różnice te są jednak bardzo niewielkie (1^o i 50 m). Obydwa urządzenia wykryły niewielką zmianę prędkości jednostki w tym samym czasie i z tą samą dokładnością w granicach

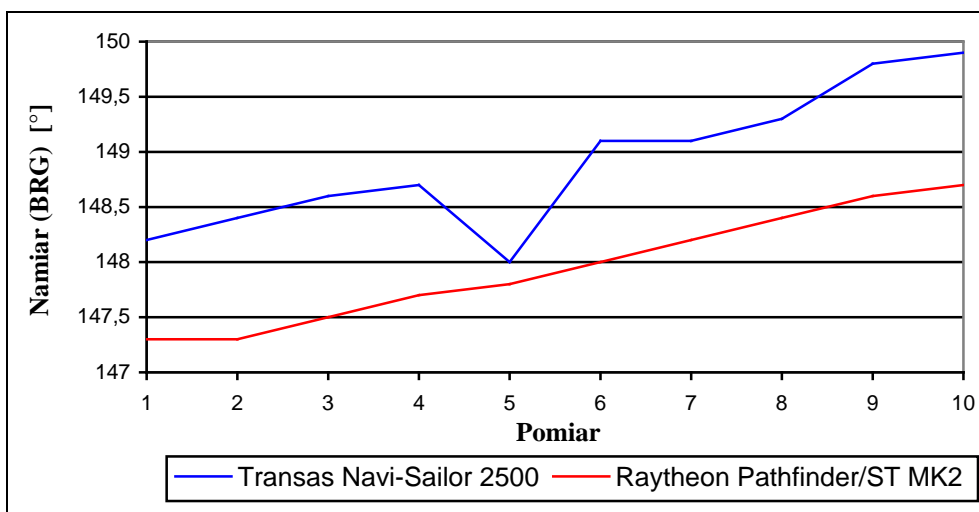
błędu dopuszczalnego dla ARPA podawaną w zaleceniach IMO i normach IEC i prędkość ta utrzymywała się na granicy wykrycia przez ARPA. Obydwa urządzenia rejestrowały wahania kursu w granicach $\pm 10^\circ$ [4].



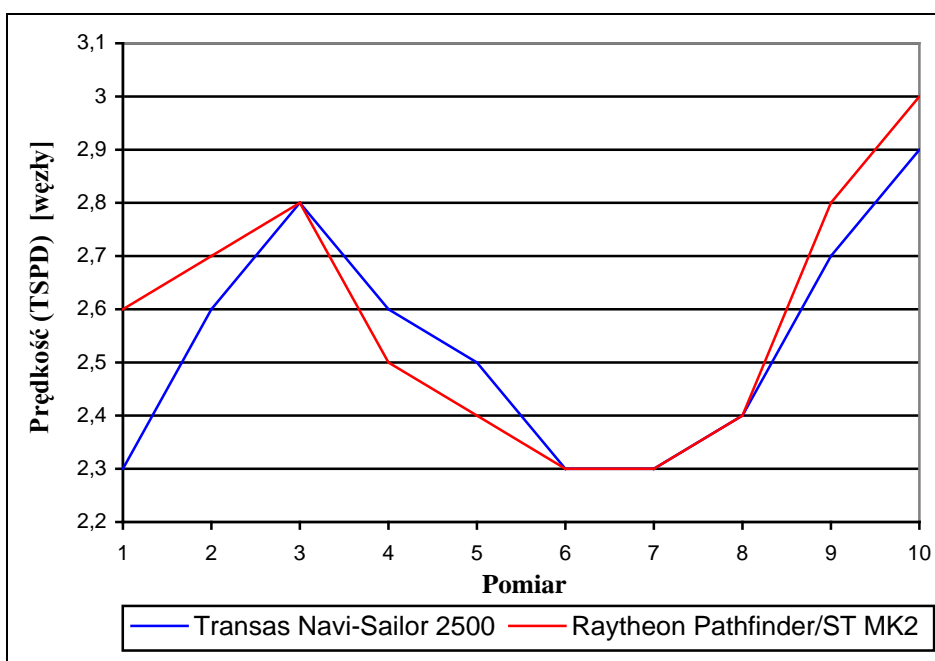
Rys. 5. Badany jacht o długości 7 m



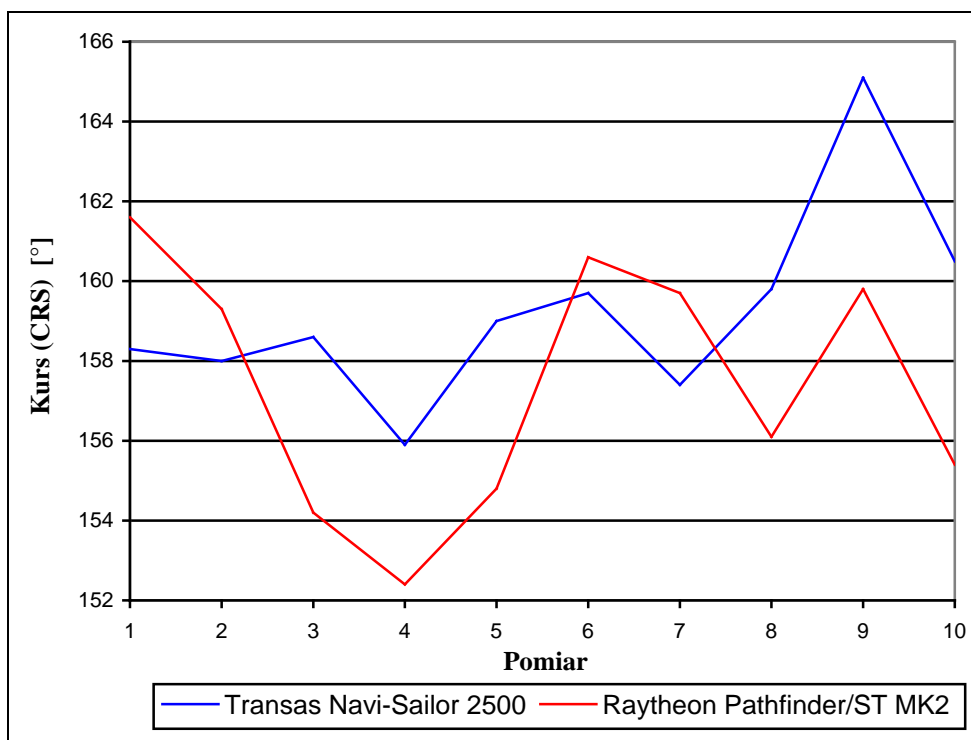
Rys. 6. Pomiar odległości do echa



Rys. 7. Wskazania namiaru



Rys. 8. Pomiar prędkości echa



Rys. 9. Obliczony kurs echa

3.2. Wyniki obserwacji

W czasie prowadzenia badań głównymi czynnikami decydującymi o poprawności otrzymanych danych były: dokładność pomiarów radarowych, dokładność podłączonych do radarów urządzeń ARPA. Pomiary były wykonywane na stanowisku laboratoryjnym, dlatego na uzyskane wyniki nie mają wpływu błędy parametrów tak zwanego wektora ruchu statku własnego: błędy żyrokompasu i logu wywołane ruchem statku na fali i myśkowaniem. Badane urządzenia w odmienny sposób reagowały na zmiany kursu i prędkości śledzonych obiektów. Jest to zapewne związane z różnymi algorytmami uśredniającymi zastosowanymi w obu urządzeniach.

Z przeprowadzonych badań i obserwacji wynika, że w większości wypadków ARPA podłączona do radaru pasma X (Raytheon Pathfinder/ST MK2) charakteryzowała się krótszym czasem reakcji na zmianę parametrów ruchu obiektów.

Na podstawie zebranych materiałów stwierdzono występowanie różnic we wskazaniach odległości i namiaru obu urządzeń. Odległość do obiektu podawana przez Raytheon Pathfinder/ST MK2 jest prawie we wszystkich pomiarach większa od odległości podawanej przez Transas Navi-Sailor 2500. Namiar na obiekt obserwowany jest przeważnie większy w przypadku Transas

Navi-Sailor 2500. Na wykresach dane pomiarów odległości i namiaru zarejestrowane przez oba urządzenia przecinają się, gdy zmiana kursu i prędkości w czasie obserwowanego manewru obiektu była bardzo duża.

Podczas prowadzenia obserwacji wystąpiły również błędy informacji, takie jak:

- mylenie dwóch ech znajdujących się w małej odległości od siebie,
- śledzenie kilku małych obiektów znajdujących się w małej odległości od siebie jako jednego echa,
- opóźnienie momentu wykrycia manewru,
- gubienie ze śledzenia obiektów w małych odległościach.

Badania utrudniały również różne możliwości wykrywania obiektów przez wykorzystywane urządzenia. Zdarzały się przypadki, gdy echo wykryte i poprawnie śledzone na jednym urządzeniu nie było widoczne na drugim. Występowały również sytuacje poprawnego wykrywania echa przez oba urządzenia, ale tylko jedno z tych urządzeń przyjmowało echo do śledzenia. Ma to związek z zasadą pracy ekstraktora [4].

Z przeprowadzonych badań wynika, że należy przyjąć zasadę ograniczonego zaufania do radaru i współpracującego z nim urządzenia ARPA.

Podczas badań wykorzystano również system kontroli ruchu statków VTS – Zatoka. Radary tego systemu wykrywały i śledziły jachty, również bez reflektora, w całym obszarze rejonu badań ograniczonego Półwyspem Hel.

4. WNIOSKI

Na podstawie opisanych pomiarów przeprowadzonych na akwenie Zatoki Gdańskiej można sformułować następujące wnioski ogólne:

- 1) Wyżej zainstalowana antena radarowa umożliwia wcześniejsze wykrycie obiektów przez radar i zwiększa poziom odbić sygnału od powierzchni morza, utrudniając lub uniemożliwiając prowadzenie obserwacji w pobliżu własnej pozycji, szczególnie ech małych jednostek pływających i pław.
- 2) Dla obiektów poruszających się z małą prędkością (do około 3 węzłów) dokładność obliczeń ARPA jest wysoce ograniczona.
- 3) Nawet bardzo małe jednostki rekreacyjno-sportowe (np. skutery wodne lub łódzie klasy „Optymist”) mogą być wykrywane za pomocą radaru, ale w niewielkich odległościach (około 1,0–1,5 Mm) i przy wysokościach fal morskich nie większych niż 0,5 m.
- 4) Nowoczesne radary wykrywają jachty żaglowe w odległościach 8–12 Mm. Jednak początkowo są one widoczne na ekranie jako słabe i fluktuacyjne echa, trudne do identyfikacji i wykrycia. Jako stabilne echa są najczęściej widoczne dopiero w odległościach mniejszych od około 6 Mm od statku własnego. W małych odległościach, rzędu 2–3 Mm, i przy średnich stanach morza echa od małych jednostek są maskowane przez zakłócenia od

powierzchni morza. Obserwacja ech tych jednostek jest więc możliwa przez krótki okres, odpowiadający zmianie odległości wzajemnej o 2–4 Mm.

- 5) Reflektor radarowy poprawia możliwości wykrycia echa jachtu za pomocą radaru statkowego, ale nie ma na te właściwości decydującego wpływu. Część reflektorów radarowych dostępna na rynku w bardzo małym stopniu poprawia wykrywalność.
- 6) Przydatność radaru pracującego w paśmie 3 i 10 cm jest dla obserwacji małych jednostek podobna i zależy głównie od stanu technicznego obu urządzeń.
- 7) Należy pamiętać, że odległość wykrycia jest określana w bardzo subiektywny sposób. Jest to indywidualne odczucie świadomego zarejestrowania wzrokiem na ekranie radaru pojawienia się echa obiektu, a więc może ono zależeć od wielu czynników, na przykład od stopnia zmęczenia obserwatora.

LITERATURA

1. Stupak T., Wawruch R., *Verification of the radar visibility of small objects*, Proceedings of the Third International Congress on Maritime Transport „Maritime Transport 2006”, Technical University of Catalonia, pp. 1157–1168.
2. Stupak T., Wawruch R., *Verification of the Radar Visibility of Small Yachts*, Proceedings IEEE of the 2nd Microwave & Radar Week in Poland, International Radar Symposium „IRS2006”, Kraków 2006, pp. 405–408.
3. Wawruch R., *Ocena dokładności ARPA*, AM w Gdyni, Gdynia 2003.
4. Wawruch R., Stupak T., *Accuracy of Information about Tracked Vessel obtained with VTS Radar and AIS*, Proceedings of the International Radar Symposium „IRS 2005”, German Institute of Navigation, Berlin 2005, pp. 481–488.
5. Wawruch R., Stupak T., *Radar Detection of Small Sailing Yachts*, Proceedings IEEE of the 2nd Microwave & Radar Week in Poland, International Radar Symposium „IRS 2006”, Kraków 2006, pp. 523–526.
6. Wawruch R., Stupak T., *Radar visibility of small objects*, Proceedings of the Third International Congress on Maritime Transport „Maritime Transport 2006”, Technical University of Catalonia, pp. 1145–1155.

THE YACHTS RADAR VISIBILITY ON GULF OF GDAŃSK

(Summary)

The maximum radar range of visibility and tracking different types of small sailing yachts was provided. The marine radar different types with scanner on different high were used. The VTS Gulf of Gdańsk was used too. In first step of experiment was observed two types of yachts accessible radar corners and without them. In the second step the yacht tracking parameters was registered and compared by radar working in S and X band. The investigation was made on Gulf of Gdańsk in 2004 and 2005.