

Stanisław Milewski¹,

Warunki wykorzystania kamer termowizyjnych w systemach ochrony torów podejściowych i baz morskich

Wstęp

Zapewnienie bezpieczeństwa żeglugi na morzach oraz ochrona portów są podstawowymi zadaniami wykonywanymi przez jednostki Ratownictwa Morskiego, jednostki Straży Granicznej oraz Marynarki Wojennej. Efektywność realizacji tych zadań w dużym stopniu zależy od posiadanych technicznych środków rozpoznania, w tym sensorów optoelektronicznych. Przykładem takich sensorów są kamery termowizyjne wykorzystywane w warunkach ograniczonej widzialności meteorologicznej oraz w nocy. W/w urządzenia umożliwiają wczesne (przy dużym zasięgu) wykrycie i identyfikację obiektów oraz zdarzeń niosących zagrożenie dla poprawnego funkcjonowania statków oraz portów i baz morskich.

Od wielu lat, za główne zagrożenie dla bezpiecznej żeglugi na morzach uważano ataki terrorystyczne, które mając różnorodne podłoże, w tym: ekonomiczne, religijne lub polityczne, można było podzielić ze względu na: rejon i intensywność występowania, wykorzystywane środki transportu, uzbrojenie, sposób realizacji ataku oraz determinację napastników². Cechą wspólną, charakteryzującą działania grup dywersyjnych, specjalnych, bądź też terrorystycznych jest wykorzystanie szybkich łodzi motorowodnych typu RIB (*ang. Rigid Inflatable Boat*). Łodzie tego typu są coraz częściej wykorzystywane w turystyce i rekreacji morskiej oraz w zastosowaniach transportowych.

Oprócz powszechnie znanych aktów terroryzmu morskiego (Morze Chińskie, Zatoka Adeńska), uprowadzenie statku „Arctic Sea” na, uważanych za bezpieczne, szwedzkich wodach Morza Bałtyckiego w 2009 roku wskazuje, że w działaniach asymetrycznych³ nie występują żadne ograniczenia, co do celu, sposobu, przebiegu i miejsca ataku.

Ze względu na swoje znaczenie oraz lokalizację bazy, porty morskie oraz obiekty infrastruktury brzegowej (cywilne jak i wojskowe), jako potencjalne obiekty ataku są pod stałym nadzorem różnorodnych systemów ochrony. Jednakże, w rejonach takich jak: tory podejściowe do portów i redy portowe występują ograniczone możliwości ochrony, ze względu na duże natężenie ruchu oraz różnorodność jednostek pływających, z których wiele np. małych jednostek turystycznych, a w szczególności specjalnych – pozostaje poza wszelką kontrolą.

Wskazane powyżej uwarunkowania wskazują, że podstawowym warunkiem zapewnienia bezpiecznej żeglugi oraz efektywnej ochrony portów i baz morskich jest możliwość wczesnego wykrycia i identyfikacji zagrożenia. Sytuację taką umożliwia:

- wskazanie newralgicznych, pod względem ochrony, rejonów żeglugi;
- identyfikacja potencjalnych zagrożeń;
- dostosowanie systemów ochrony do przewidywanych (zidentyfikowanych) zagrożeń oraz warunków funkcjonowania.

Charakterystyka zagrożeń w rejonach portów i torów podejściowych

Analiza istniejących procedur bezpieczeństwa, warunków funkcjonowania oraz parametrów systemów ochrony statków i portów wskazuje, że ze względu na: przeznaczenie, manewrowość oraz gabaryty – małe jednostki, np. skutery wodne, czy łodzie motorowodne typu RIB, jak również małe turystyczne statki powietrzne są obiektami najtrudniejszymi do wykrycia i kontroli.

W/w obiekty, zaprojektowane jako turystyczne, są szczególnie niebezpieczne ze względu na fakt, że można je wykorzystać do transportu grup dywersyjnych, materiałów niebezpiecznych, terrorystów, a zwłaszcza terrorystów samobójców. Poza tym, ze względu na ich ogólną dostępność, rekre-

¹ dr inż. Stanisław Milewski, Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Nawigacji i uzbrojenia Okrętowego, Instytut Uzbrojenia Okrętowego

² K. Kubiak, *Przemoc na oceanach. Współczesne piractwo i terroryzm morski*, Centrum Europejskie Natolin, Wydawnictwo TRIO, Warszawa 2009




³ Z punktu widzenia Marynarki Wojennej działania asymetryczne, charakteryzujące się dysproporcją zaangażowanych w walce sił i środ-

ków, to również takie, w których przeciwnikiem są grypy terrorystyczne lub dywersyjne przeciwnika.

acyjne lub sportowe przeznaczenie oraz ich gabaryty i manewrowość kwalifikuje się je jako:

- trudne do wykrycia i śledzenia w przypadku zakwalifikowania ich jako potencjalne zagrożenie;
- trudne do kontroli z wykorzystaniem automatycznych systemów identyfikacji;
- trudne do obehwładnienia.

Przykłady turystycznych jednostek pływających przedstawiono na kolejnych rysunkach.

	<p>Typ: Formoza RIB2 Vśr. = 54 kt (28 m/s) L = 9 m B = 3,16 m H = 1,5 m Liczba osób – 16</p>
	<p>Typ: GTI-SE-155 Vśr. = 35 kt (18 m/s) L = 2,32 m B = 1,1 m H = 1,12 m Liczba osób – 3</p>
	<p>Typ: S6100 Vśr. = 27 kt (14 m/s) L = 6,1 m B = 2,5 m H = 1,35 m Liczba osób – 6</p>

Rys. 1. Przykłady małych jednostek pływających oraz ich parametry techniczne istotne w aspekcie poszukiwania i identyfikacji

Źródła: www.formoza-rib.pl/rib.html, www.skutery-Wodne-k3/Sea-doo-m109/GTI-SE-155-p2939.html, www.sportis.com.pl/lodzie-profesjonalne/s-6100-k.html

Łodzie typu RIB pod względem budowy przypominają ponton – z częściowo usztywnionymi burkami – w większości przypadków są pokryte gumą. Charakteryzują się małymi wymiarami, zwłaszcza wysokością. Ze względu na gabaryty oraz przeznaczenie – nie podlegają obowiązkowi posiadania nadajników AIS oraz rygorom bezwzględnej meldowania wyjść i wejść do portów, jak również nie posiadają reflektorów radarowych. Czynniki te powodują, że łodzie typu RIB można uznać za najtrudniejsze do monitorowania i kontroli na akwenach morskich i przybrzeżnych, zwłaszcza przy wykorzystaniu systemów radarowych.

Warunki funkcjonowania optoelektronicznych systemów ochrony

Przy założeniu odpowiednich kryteriów – każdy systemu ochrony można uznać za rodzaj sys-

temu rozpoznania, w którym są realizowane dwa podstawowe zadania⁴:

1. Poszukiwanie – zakończone zdarzeniem określanym jako *Wykrycie*;
2. Śledzenie – zakończone zdarzeniem określanym jako *Identyfikacja*.

Celem poszukiwania jest wykrycie obiektu w zadanej przestrzeni (strefie rozpoznania) i czasie, to jest określenie jego pierwotnego położenia. Wykrycie (stwierdzenie istnienia lub wyodrębnienie obiektu z tła) powinno umożliwić jego śledzenie, czyli stworzyć warunki uzyskania dalszych informacji o obiekcie.

Śledzenie obiektu jest procesem, w którym jest określana, przede wszystkim, jego tożsamość oraz cechy świadczące o charakterze działania⁵.

Skuteczność realizacji w/w zadań jest rozpatrywana w funkcji odległości (zasięgu), odpowiednio: wykrycia i identyfikacji.

W rejonie ochranianego portu (tory podejściowe, redy, itp.) w normalnych warunkach, będą występowały różnorodne obiekty podlegające obserwacji i jednocześnie mogące stanowić zagrożenie dla pojedynczego statku lub infrastruktury portowej. Mogą to być zarówno te, uważane za konwencjonalne: statki powietrzne (samoloty i śmigłowce) cywilne i wojskowe, jak również jednostki pływające: statki handlowe i pasażerskie, jednostki turystyczne, w tym RIB.

W czasie monitorowania sytuacji nawigacyjnej w ochranianych rejonach „poszukiwaniu” będą podlegały, przede wszystkim:

- jednostki pozostające poza zasięgiem i oddziaływaniem systemów automatycznej kontroli ruchu, np. AIS (ang. *Automatic Identification System*);
- przebywające w wyznaczonym rejonie niezgodnie z ich przeznaczeniem, np. jednostki turystyczne na torze podejściowym;
- przebywające w wyznaczonym rejonie wbrew zakazom;

Wykrycie zagrożenia będzie więc stanowiło każde zdarzenie polegające na stwierdzeniu obecności jednostki (obektu) spełniającej w/w kryteria.

W czasie śledzenia obiektu wykorzystywany system ochrony powinien umożliwić określenie jego tożsamości oraz charakter działania, na podstawie których jest podejmowana decyzja, co do dalszego postępowania.

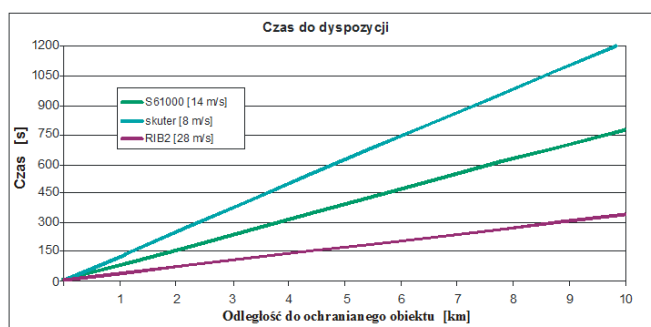
Jak wcześniej podkreślono, czynnikiem determinującym skuteczność systemów ochrony jest zasięg wykrycia i identyfikacji zagrożenia wpływający bezpośrednio na czas dyspozycyjny (czas na reakcję). Zasięgi wykrycia i identyfikacji w dużej mierze zależą od parametrów technicznych wyko-

⁴ Kobierski J. W.: Kierowanie ogniem naziemnych systemów obrony powietrznej (zarys teorii). Wyd. AMW. Gdynia 2004. Kobierski

⁵ Tamże.

rzystywanych sensorów, warunków meteorologicznych oraz charakterystyki poszukiwanych obiektów.

W warunkach funkcjonowania systemów ochrony w rejonach torów podejściowych i portów, czas na podjęcie działań zapobiegających atakowi lub zmniejszających jego skutki, jest dodatkowo zdeterminowany poprzez zdolności manewrowe oraz prędkości przemieszczania się wyróżnionych wcześniej obiektów.



Rys.2. Zależności pomiędzy odległością wykrycia obiektu, a czasem dyspozycyjnym

Warunki wykrycia i identyfikacji jednostki pływającej na morzu z wykorzystaniem termowizyjnych systemów rozpoznania są analizowane w kilku aspektach, z których najważniejsze to:

1. Parametry techniczne urządzenia obserwacyjnego;
2. Parametry obiektu;
3. Meteorologiczne i geometryczne warunki poszukiwania.

Warunki wykrycia jednostki pływającej z wykorzystaniem kamer termowizyjnych

W zakresie podczerwieni maksymalnym zasięgiem wykrycia obiektu jest odległość, przy której różnica temperatury pomiędzy obiektem i tłem (wyznaczająca wartość kontrastu termicznego ΔT lub kontrastu luminancji ΔL w danej scenie) jest zredukowana w atmosferze do wartości nie mniejszej niż wykrywalna przez urządzenie różnica temperatury NETD (*ang. Noise Equivalent Temperature Difference*). Podstawowe kryterium wykrycia obiektu, odniesiony do czułości termicznej systemu obserwacyjnego NETD oraz warunków propagacji promieniowania w atmosferze jest opisany zależnością (1) [3-5]:

$$\frac{\Delta T \cdot \tau_{atm}(R)}{NETD} = 1 \quad (1)$$

gdzie:

$\tau_{atm}(R)$ - współczynnik transmisji promieniowania przez atmosferę na drodze R;

ΔT - kontrast (różnica) temperatury obiektu i tła;

NETD - minimalna wykrywalna różnica temperatury (czułość termiczna urządzenia);

Zależność (1) odnosi się do zasięgu i warunków wykrycia obiektu, w których rozmiar kątowy obiektu jest porównywalny z rozdzielczością geometryczną kamery termowizyjnej. W efekcie, w obrazie termowizyjnym obserwowanej sceny obszar odpowiadający powierzchni obiektu jest porównywalny z rozmiarem 1 piksela obrazu - obiekt jako punkt.

W wielu zastosowaniach, spełnienie zależności (1) nie jest wystarczające do stwierdzenia, że wykryty obiekt jest obiektem poszukiwanym.

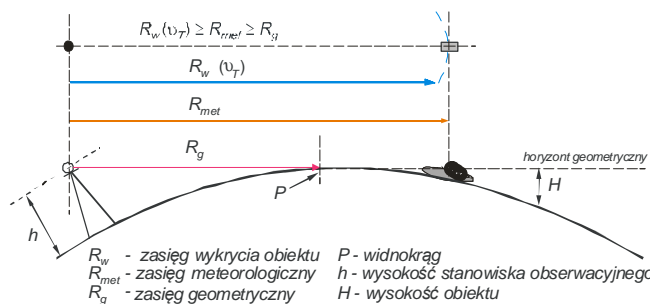
Jednostki pływające (statki, jachty, motorówki,...) ze względu na specyficzne cechy budowy, w tym geometria oraz stosunek długości W do wysokości H są określane jako obiekty o otwartej strukturze. W zadaniach wykrycia i identyfikacji obiektów o otwartej strukturze przyjmuje się kryteria określające liczbę rozróżnialnych pikseli w obrazie termicznym obserwowanej sceny.

W przypadku systemów obserwacyjnych pracujących w podczerwieni najistotniejszymi warunkami mającymi wpływ na osiągnięcie odpowiednio dużych (lub oczekiwanych) zasięgów wykrycia, rozpoznania oraz identyfikacji są:

- właściwości termiczne i spektralne obiektów w danych warunkach - określane poprzez kontrast temperatury ΔT oraz emisyjność ϵ ;
- współczynnik tłumienia atmosfery τ (lub transmisji τ_{atm});
- ekwiwalent wielkości i geometrii obiektu A_T ;
- parametry techniczne urządzenia obserwacyjnego (FOV, NETD, IFOV, f);

Analizując geometryczne warunki pracy optoelektronicznych systemów ochrony w warunkach morskich należy wziąć pod uwagę, przede wszystkim, wysokość stanowiska obserwacji (h) oraz wysokość obiektu (H). Parametry te wyznaczają, odpowiednio tzw. zasięg (horyzont) geometryczny oraz geograficzny zasięg widoczności obiektu. Oznacza to, że przy założeniu idealnych warunków obserwacji⁶ (brak tłumienia atmosfery), w pierwszej kolejności mogą być wykryte (są widoczne) elementy konstrukcyjne jednostki pływającej, które najszybciej pojawią się nad widnokregiem P (rys.3).

⁶ Warunki obserwacji na morzu są określone wg morskiej skali widzialności, gdzie warunki idealne - w skali odległości - są określone jako (>28Mm)



Rys. 2. Interpretacja graficzna warunków wykrycia jednostki pływającej na morzu

Warunki obserwacji na morzu są określone wg morskiej skali widzialności dla światła widzialnego i są podawane w Mm. W zakresie podczerwieni, czynniki meteorologiczne wpływające na propagację promieniowania, o długości fali odpowiadającej czułości widmowej kamery termowizyjnej, są scharakteryzowane poprzez wsp. tłumienia lub transmisji.

R_w (2) oznacza zasięg wykrycia obiektu o rozdzielczości kątowej (w optyce często przestrzennej), dla którego istnieje możliwość utworzenia obrazu dla podstawowych parametrów termowizyjnego systemu obserwacyjnego, jakimi są: czułość termiczna oraz rozdzielczość. W odniesieniu do warunków morskich, wykrycie jednostki pływającej, o określonej wielkości będzie możliwe w warunkach meteorologicznych i geometrycznych spełniających zależność;

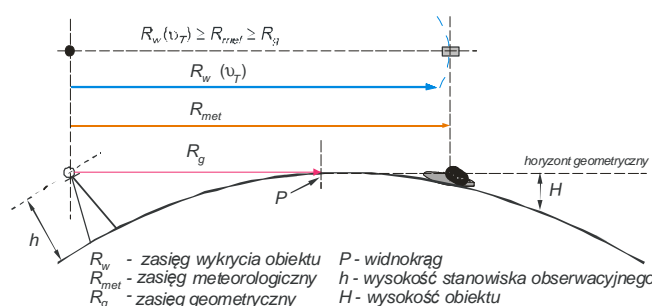
$$R_w(v_T) \geq R_{met} \geq R_g \quad (2)$$

Parametry kamer termowizyjnych są jednym z elementów porównawczych tej grupy urządzeń. Jednakże, do zastosowań specjalnych, przy prowadzeniu wielokanałowej obserwacji oraz dążeniu do automatyzacji procesów poszukiwania oraz rozpoznawania obiektów (ang. *ATR – Automatic Target Recognition*) są dedykowane kompleksowe i rozbudowane systemy, tzw. główce optoelektroniczne. W przypadku tego typu urządzeń mnogość i różnorodność podawanych parametrów jest trudna do porównania i w wielu przypadkach potencjalny użytkownik musi wybierać – który kanał (zakres spektralny) lub funkcje systemu obserwacyjnego w przewidywanym zastosowaniu są najistotniejsze. Wymaga to ścisłego sprecyzowania warunków funkcjonowania systemu ochrony oraz przewidywanych zadań.

W przypadku podawania charakterystyk urządzeń w taki sposób należy uwzględnić fakt, że podawane zasięgi (wykrycia, rozpoznania, identyfikacji) są wyznaczane dla założonego poziomu prawdopodobieństwa równego 50%. Niezwykle

istotne, np. do oceny i porównania systemów, są również założenia oraz warunki wykonywania pomiarów. Np. producenci urządzeń podają, że w/w zasięgi zależą od aktualnych ustawień kamery, warunków otoczenia, doświadczenia operatora oraz monitora. Jest to oczywiste, ale bardzo trudno mierzalne w aspekcie porównania urządzeń różnych producentów lub wybrania na ich podstawie optymalnego urządzenia do projektowanego systemu ochrony.

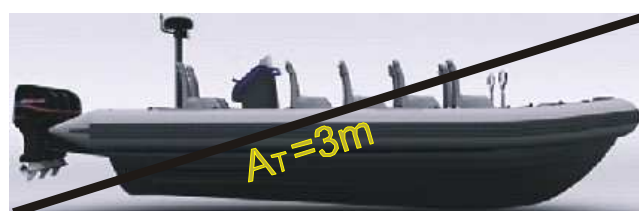
Przykładową specyfikację techniczną kamery termowizyjnej sporządzonej w oparciu o uzyskane zasięgi wykrycia i identyfikacji wybranych obiektów pokazano na rys.4.



Rys. 4. Przykład specyfikacji technicznej kamery termowizyjnej.

Kryteria wykrycia i identyfikacji jednostki pływającej typu RIB

Przy uwzględnieniu podstawowego warunku wykrycia obiektu określonego wzorem (1) (tj. detekcji sygnału od określonej liczby pixeli należących do obiektu) przyjęto założenie, że RIB⁷ w zakresie podczerwieni opisują, takie wielkości jak: średni kontrast ΔT , emisyjność ϵ oraz wysokość⁸ H i szerokość L. Na podstawie wymiarów H x L jest wyznaczany tzw. wymiar krytyczny lub ekwiwalentny oznaczony jako A_T (rys.5).



Rys. 5. Przykładowy obraz RIB i sposób wyznaczania wymiaru krytycznego

⁷ <http://www.turbosquid.com/FullPreview/Index.cfm/ID/475948>

⁸ Do analiz zasięgowych przyjmuje się wysokość jednostki H, gdyż od tej wysokości zależy zasięg geometryczny obserwacji (poszukiwania), a następnie zasięg wykrycia.

Do określenia zasięgów wykrycia i identyfikacji małej jednostki pływającej często jest wykorzystywany model oparty na tzw. kryterium Jonsona, w którym określona liczba pixeli obrazu termowizyjnego przypadająca na krytyczny wymiar obiektu wyznacza odpowiedni poziom rozpoznania obiektu. [3]

Jako wymiar krytyczny, odpowiadający wartości przekątnej prostokąta opisanego na obiekcie typu RIB o wymiarach 1,1 m x 3m, przyjęto $A_T = 3m$.

Tabela 1. Poziomy rozpoznania małej jednostki pływającej typu RIB określone na podstawie kryterium Johnsona

Poziom rozpoznania	Liczba pixeli (Johnson)	Liczba pixeli [m]	Liczba pixeli ekwiwalent [pixel x pixel]	Opis poziomu rozpoznania
Wykrycie	1,5	0,5	4,5 x 1	stwierdzenie, że w polu widzenia kamery jest potencjalny obiekt poszukiwania
Rozpoznanie	6	2	18 x 2	stwierdzenie, że śledzonym obiektem jest łódź
Identyfikacja	12	4	36 x 4	stwierdzenie, że śledzonym obiektem jest łódź typu RIB

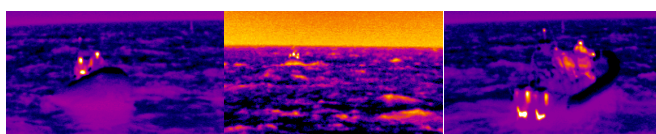
Do analiz zasięgowych przyjmuje się wysokość jednostki H, gdyż od tej wysokości zależy zasięg geometryczny obserwacji (poszukiwania), a następnie zasięg wykrycia.

Przykład zastosowania kryterium Johnsona do analizy obrazów termowizyjnych w zadaniach poszukiwania i identyfikacji jednostek pływających przedstawiono na rys.6.



Rys.6. Sposób zliczania pixeli obrazowych do wykrycia, rozpoznania i identyfikacji obiektu typu RIB

Przykładowe obrazy termiczne łodzi typu RIB wraz z ludźmi na pokładzie pokazano na rys.7.



Rys.7. Przykładowe obrazy termiczne łodzi motorowodnej typu RIB, zakres 8-12 ̊m

W celu wyznaczenia teoretycznych zasięgów wykrycia i identyfikacji małej jednostki pływającej (na przykładzie RIB) przyjęto następujące parametry modelu systemu ochrony:

1. Kamera termowizyjna serii Sentinel (parametry tab.2);
2. Wysokość punktu obserwacyjnego – 10 m;
3. Ekwiwalent RIB $A_T = 3m$ (rys.6);
4. Kryterium dyskryminacyjne wg. Kryteriów Johnsona (tab.1)

Tabela 2. Parametry techniczne kamery termowizyjnej

Parametry kamery serii Sentinel	
Rozdzielczość matrycy bolometrycznej (niechłodzonej)	320 x 240 pixeli
Ogniskowa układu optycznego	140
NFOV	5° x 3,75°
Minimalna rozdzielczość geometryczna (IFOV)	38 mrad
Widmowy zakres pracy	7,5 +13 ̊m



Źródło: <http://www.gs.flir.com/products/land/sentinel.cfm>

W/w kamerę wybrano do obliczeń ze względu na jej popularność i dostępność.

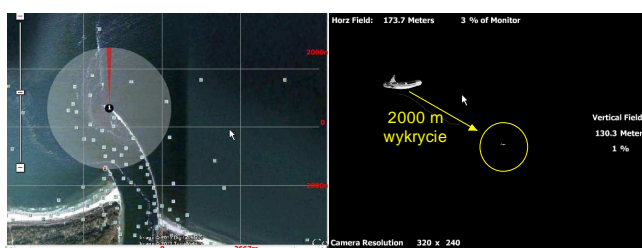
Z drugiej strony należy przyjąć, że uzyskane wyniki obliczeń - przy tak założonej specyfikacji i konfiguracji systemu ochrony - są przykładowe i wyznaczają minimalne wymagania parametrów systemu, a zarazem stanowią minimalne (dopuszczalne) granice wykrycia i identyfikacji zagrożenia.

Przykładowe obliczenia i uzyskane wyniki obliczeń zasięgów wykrycia RIB z wykorzystaniem przedstawiono poniżej.

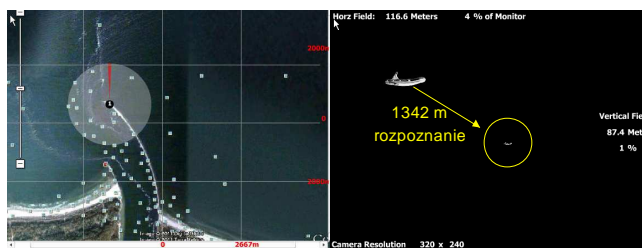
Tabela 3. Wyniki obliczeń zasięgów wykrycia i identyfikacji

ZASIĘG [m]	Ekwiwalent A_T [pixele]	Wysokość obiektu H [pixel]	Długość obiektu L [pixel]	Uwagi
Wykrycie	> 2000	< 16,6	< 4,5	Rys. 8
Klasyfikacja	1342	37	2,7	Rys. 9
Identyfikacja	975	73	3,8	Rys. 10

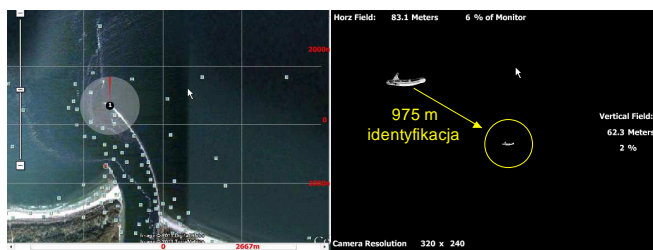
Wyniki symulacji komputerowych oraz wizualizacje komputerowe kolejnych przybliżeń przyjętych w procesie wyznaczania zasięgów wykrycia i identyfikacji obiektu typu RIB przedstawiono na kolejnych rysunkach.



Rys. 8. Wizualizacja końcowego etapu procesu poszukiwania zagrożenia - wykrycie RIB



Rys. 9. Wizualizacja etapu procesu śledzenia - klasyfikacja RIB



Rys. 10. Wizualizacja etapu procesu śledzenia – rozpoznanie RIB

Wnioski

Analiza warunków funkcjonowania systemów ochrony w rejonie torów podejściowych oraz baz morskich wskazuje, że są one bardzo złożone, a wskazane (w niniejszym opracowaniu) potencjalne zagrożenia w postaci małych obiektów pływających, takich jak skutery czy RIB – najtrudniejsze do wykrycia.

Należy przy tym zaznaczyć, że analiza przeprowadzonych ataków terrorystycznych wskazuje, że nowoczesne systemy ochrony powinny zapewnić możliwość jednoczesnego monitorowania sytuacji nawodnej, powietrznej i brzegowej w otoczeniu ochraniających obiektów. Za standardowe, są już uważane systemy ochrony zapewniające kontrolę (automatyczne systemy identyfikacji obiektów) w szerokim spektrum promieniowania elektromagnetycznego, w tym również w zakresie podczerwieni – poprzez zastosowanie kamer termowizyjnych.

W niniejszym opracowaniu przedstawione zostały wybrane wyniki badań w zakresie wykorzystania kamer termowizyjnych w systemach ochrony portów i baz morskich⁹. Wskazują one, że zastosowanie kamer termowizyjnych¹⁰ umożliwia wykrycie szybkiej łodzi motorowodnej typu RIB w odległości 2000 m oraz jej identyfikację w odległości 975 m.

O tym, czy jest to wystarczająca odległość wykrycia i identyfikacji zagrożenia do skutecznego uniknięcia lub odparcia ataku będzie decydowała zastosowana, w danym systemie ochrony, metoda reagowania.

W analizowanym systemie ochrony, funkcjonującym w rejonie torów podejściowych, wykrycie obiektu typu RIB w odległości 2000m - zbliżającego się od strony morza z prędkością 100 km/h powoduje, że czas na reakcję wynosi 71 s (Rys.2).

⁹ Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2011 jako projekt rozwojowy nr O R00 0028 12

¹⁰ W opracowaniu przyjęto założenie, że wykryty obiekt stanowi zagrożenie

Streszczenie

Doświadczenia mienionych lat wskazują, że największe zagrożenie dla statków i obiektów portowych od strony morza stanowią szybkie łodzie motorowe np. typu RIB (ang. Rigid Inflatable Boat) zdolne do przenoszenia zarówno ludzi, jak i materiałów niebezpiecznych stanowiących potencjalne zagrożenie. Ze względu na różnorodny charakter tego typu jednostek, np. turystyczny lub też specjalny pozostają one poza kontrolą cywilnych systemów monitorowania, takich jak system np. AIS (Automatic Identification System). W artykule zostanie przedstawiony proces i warunki wykrycia, identyfikacji zagrożenia w postaci szybkich łodzi motorowych w rejonach portów, i baz morskich z wykorzystaniem środków obserwacji technicznej pracujących w zakresie podczerwieni. W oparciu o przeprowadzone obliczenia teoretyczne zostaną przedstawione zasięgi wykrycia i identyfikacji RIB w warunkach funkcjonowania systemów ochrony.

Abstract

The experience of the recent years indicate that fast Rigid Inflatable Boats (RIB) which are able to proliferation as well as people and weapons to be potentially dangerous are the greatest threat to ships and port facilities from the sea. Due to the heterogeneous nature of these units, eg, tourist or a special (border guards or army) - they remain beyond the control of civilian monitoring systems such as AIS (Automatic Identification System). The goal of this article is to present the process and conditions of detection and identification fast boats in the areas of ports and naval bases with the use of technical observation systems working in the infrared range. Based on the results of experiments the ranges of detection and identification of RIB in a security systems will be defined.

Literatura

1. Kubiak K.: „Piractwo i terroryzm morski. Nowe wyzwania dla bezpieczeństwa międzynarodowego”, www.wns.dsw.edu.pl/fileadmin/user_upload/w_szechnica/04.pdf
2. Kobierski J. W.: „Kierowanie ogniem naziemnych systemów obrony powietrznej (zarys teorii)”. Wyd. AMW. Gdynia 2004. Kobierski
3. Holst G. C., “Electro-optical Imaging System Performance”, JCD Publishing, Winter Park, FL, (1995).
4. S. P. van den Broek et al., “Detection and classification of infrared decoys and small targets in

- a sea background," in Proc. of SPIE, 2000, vol. 4029, pp. 70–80.
5. Diani M., Baldaci A., Corsini G.: Novel background removal algorithm for Navy infrared search and track systems; Optical Engineering 40(8), August 2001.
 6. Milewski S. „Badania wpływu warunków obserwacji oraz cech promiennych jednostek pływających na zasięg ich wykrywania w podczerwieni”, Rozprawa doktorska, WAT Warszawa (2006). Nazwisko Inicjał, Tytuł, Wydawnictwo, rok i miejsce wydania.
 7. Milewski S., „Model promieniowania termicznego obiektów morskich”, Metrologia Wspomagana Komputerowo, MWK2005, Tom II, 189-184, Waplewo (2005)
 8. FLIR92 Thermal Imaging Systems Performance Model, User's Guide, NVESD document UG5008993, Fort Belvoir, VA (1993).