

STAWIANIE MIN Z OKRĘTU NAWODNEGO

Przedstawiono i omówiono wybrane wyniki badań symulacyjnych i prowadzonych w warunkach rzeczywistych w odniesieniu do zrzutni minowych, stanowiących element wyposażenia pokładowego okrętu nawodnego, niezbędny do prawidłowego stawiania min morskich.

1. Wstęp

Zgodnie z potrzebami oraz wymaganiami taktyczno-technicznymi, wprowadzane do eksploatacji w MW RP okręty powinny, między innymi, być przystosowane do stawiania min.

Jest to tendencja ogólna. W Danii, na przykład, w latach 80 przystąpiono do przebudowy sił morskich w związku z wycofaniem z linii szeregu jednostek. (6 kutrów torpedowych t. *Spoven*, 9 okrętów patrolowych t. *Daphne*, 8 trałowców t. *Sund*). Względy ekonomiczne podyktowały realizację projektu okrętu wielozadaniowego (projekt SF-300), z wymiennymi modułami uzbrojenia, tworzącymi, w zależności od potrzeb, okręty o wymaganym przeznaczeniu i pożądanym charakterystykach taktyczno-technicznych. Jednym z ważnych zadań tych okrętów jest prowadzenie działań minowych.

Szwecja, modernizując swoją flotę¹ postawiła również na wielozadaniowe okręty (*Corvette 2000*). Wszystkie nowe okręty (w tym trałowce t. *Styrio*) i modernizowane (trałowce t. *Landsort*) są przystosowane do prowadzenia działań minowych. Ma to umożliwić, w ramach przyjętej koncepcji obrony, jednorazowe postawienie około 3000 min.

Obserwowane kierunki rozwoju broni minowej i ich nosicieli w Flocie Rosyjskiej nie odbiegają w zasadniczy sposób od tych, jakie stosowano w przeszłości. Dowodzi tego zarówno duża różnorodność min znajdujących się na uzbrojeniu, jak i przystosowanie dużej części okrętów i statków powietrznych do prowadzenia działań minowych.

Można więc zauważyć, że koncepcje rozwoju nawodnych nosicieli min idą obecnie w dwóch kierunkach:

- budowy wielozadaniowych okrętów nawodnych;
- przystosowania okrętów nawodnych do transportu i stawiania min, jednostek tym również jednostek znajdujących się w dyspozycji innych organów administracji morskiej i podmiotów gospodarczych (promów pasażersko-

¹) Wg deklaracji przedstawicieli szwedzkich kręgów wojskowo-politycznych, do 2000 roku zmniejszono o 15% liczbę okrętów bojowych. Kasacja (wycofanie z linii) objęła prawdopodobnie okręty stare i z przestarzałym uzbrojeniem.

samochodowych, średniej wielkości statków typu „ro-ro”, i.t.p., zwłaszcza jednostek planowanych do mobilizacji).

Głównym problemem stawiania min z pokładu takich jednostek jest wysokość rufy nad powierzchnią wody (w przypadku korwety dochodzi ona prawie do 6 metrów). Klóci się to z wymaganiami taktyczno-technicznymi² min, będących na uzbrojeniu MW RP.

Wymóg ten okazał się na tyle dyskusyjny, że wymusił przeprowadzenie stosownych badań sprawdzających, których metodyka prowadzenia i wyniki są prezentowane niżej.

2. Ruch miny na pochylni minowej

Z analizy ruchu miny po pochylni minowej i na trajektorii jej wodowania wynika, że istotnymi, z punktu widzenia oceny przydatności pochylni minowej, są:

- warunek drożności torów minowych (Δ_m),
- prędkość miny podczas ruchu na pochylni (V_p),
- prędkość wodowania miny (V_w),
- kąt wejścia miny w wodę (Θ_w),
- odległość wodowania (X_w).

Wielkości tych parametrów, pomijając samą minę, zależą głównie od charakterystyk technicznych zrzutni minowej:

- promienia krzywizny (R_z),
- kąta nachylenia pochylni (α),
- długości odcinka prostego (l_z),
- wysokości krawędzi pochylni zrzutni nad powierzchnią wody (h_z).

Można sformułować szereg warunków w aspekcie zapewnienia poprawnego stawiania min z okrętu nawodnego. Dwa z nich wydają się jednak najważniejsze i sprowadzić je można do wykluczenia takich zdarzeń, jak:

- uderzenie dnem miny, a w zasadzie dolną częścią wózka minowego, o krawędź pochylni minowej w procesie jej stawiania,
- niestabilność miny (koziółkowanie) na trajektorii jej wodowania i w warstwie wody, w której istnieje wpływ zawirowań od śrub napędowych.

Drożność torów minowych (Δ_m) zostanie zachowana, jeżeli promień krzywizny pochylni minowej, opisuje się zależnościami:

$$R_z > \frac{l^2}{8 \cdot R} - \frac{R}{2} \quad \text{dla przypadku, jak na rys. 1a,}$$

$$R_z > \frac{l^2}{8 \cdot (R \pm h_0)} - \frac{R \pm h_0}{2}, \quad \text{dla przypadku, jak na rys. 1b}^3,$$

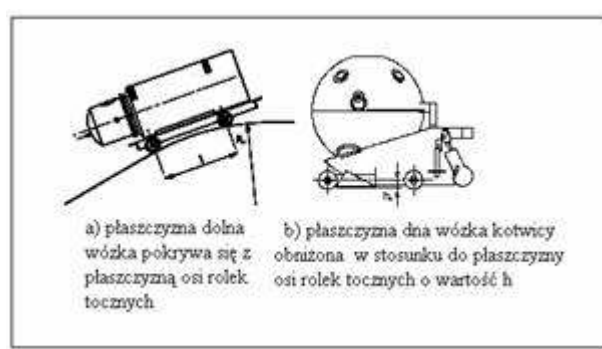
gdzie:

R_z [m] – minimalny promień krzywizny torów minowych pochylni minowej,

²) Dopuszczalna wysokość krawędzi pochylni nad powierzchnią wody -3m.

³) Znak „+” w przypadku, przy dolnej płaszczyźnie wózka leżącej powyżej płaszczyzny osi rolek tocznych, znak „-” w przypadku przeciwnym

l [m] – rozstaw osi wózka minowego,
 R [m] – promień rolki wózka minowego.



Rys.1 Warunek drożności miny

Prędkość miny (środka ciężkości miny) na pokładzie okrętu wynika głównie z możliwości grup zapalnych przetaczających miny po torach. Przyjmuję się, że marynarze ze składu tych grup, przygotowujący i stawiający miny, mogą przetaczać je z prędkością początkową od 0,6 do 1,2 m/s.

Na podstawie analizy zachowania się miny podczas ruchu na pochylni i na trajektorii wodowania oraz zależności matematycznych⁴, opisujących ten proces, opracowano program symulacyjny, umożliwiający określenie wymaganych wielkości, niezbędnych dla oceny badanej zrzutni minowej przy stawianiu min morskich wzoru: OS, OD, MMD-1, MMD-2. Przykładowe wyniki symulacji pokazano w tabeli 1 i na rys.2 (dla miny MMD-1)

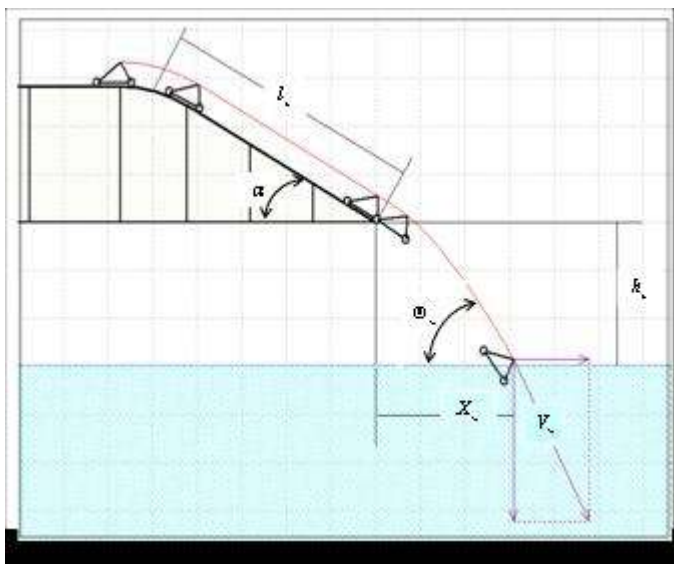
Tabela 1. Symulowane parametry ruchu min stawianych z wysokości 3 metrów

Miny	OS	OD	MMD-1	MMD-2
Parametry				
Prędkość wodowania miny [m/s]	13.61	13.76	13.61	13.45
Kąt wodowania [°]	58.22	56.10	59.95	55.41
Odległość wodowania (liczona od rufy okrętu) [m]	2.43	2.41	2.40	2.40

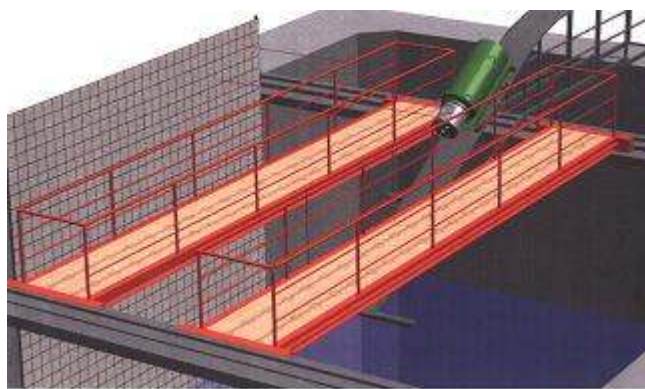
(promień krzywizny zrzutni minowej-3m, kąt nachylenia -30°, długość odcinka prostego -4.92m, prędkość wtoczenia miny na pochylnie -1.2 m/s)

Wyniki te zweryfikowano w czasie prowadzenia badań rzeczywistych zrzutni minowej o analogicznych parametrach, jak w badaniach symulacyjnych (zrzutnia minowa projektowana na jednostkę proj. 621). Widok stanowiska badawczego (obraz symulowany) pokazano na rys.3.

⁴) J. Myćka.: *Uzbrojenie minowe. Część II. Hydrodynamika min morskich*. WSMW, Gdynia 1983.
 J. Głębocki +zespół.: *Podstawy wojny minowej. Część I. Działania minowe*. Gdynia 2004.



Rys.2. Parametry zrzutni i symulowanej trajektorii miny



Rys. 3. Symulowany widok stanowiska badawczego

Stanowisko badawcze (rys.3) składało się z następujących elementów:

- basenu pomiarowego o wymiarach 16 x 10 x 10 [m];
- zrzutni minowej, będącej rzeczywistym odpowiednikiem zrzutni badanej;
- ekranu bocznego o wymiarach 6 x 7,35 [m] do rejestracji trajektorii ruchu badanej miny;
- elektrowciągu typu BZ-5 Q-3T;
- urządzeń rejestrujących;
- min ćwiczebnych wzoru: OS, OD, MMD-1, MMD-2.

Fotografie poniżej ilustrują wybrane elementy procesu stawiania min w trakcie prowadzonych badań.

Uzyskano porównywalne z symulowanymi wielkości parametrów ruchu swobodnego min (prędkości, kąty, odległości). Wyniki badań rzeczywistych przetworzono na trajektorie ruchu osi rolek tocznych wózka min i porównano je z symulowanymi trajektoriami ruchu środków ciężkości min. Ilustruje to rys. 4, na

którym, dla przykładu, pokazano trajektorie ruchu miny MMD-1.



Fot. 1. Mina MMD-1 na zrzutni minowej



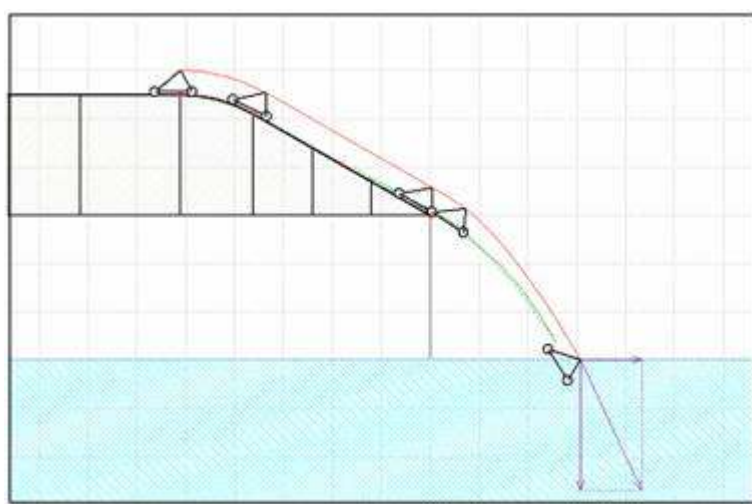
Fot. 2. Mina MMD-2 w moment zejścia z rzutni minowej



Fot. 3 Mina MMD-2 w moment wodowania

Można więc konstatować, że zestawienie rzeczywistych parametrów stawiania min z wynikami badań symulacyjnych, potwierdziło zasadność przyjętych założeń teoretycznych, poprawność algorytmizacji procesu stawiania min i działania symulacyjnego programu narzędziowego.

Wyniki symulacji, dla przypadku stawiania min z innych wysokości, przedstawiono w tabelach 2, 3, 4, a odpowiadające minie MMD-1 symulowane trajektorie ruchu na rys.4.



Rys. 3. Trajektorie ruchu miny MMD-1(**symulowana** środka ciężkości, **rzeczywiste** rolek tocznych, przednich i tylnych

Tabela 2. Symulowane parametry ruchu min stawianych z wysokości 4 metrów

Miny Parametry	OS	OD	MMD-1	MMD-2
Prędkość wodowania miny [m/s]	14.68	14.83	14.68	14.52
Kąt wodowania [°]	64.35	61.80	59.08	60.83
Odległość wodowania (liczona od rufy okrętu) [m]	3.03	3.00	2.98	2.98

(promień krzywizny zrzutni minowej-3m, kąt nachylenia -30°, długość odcinka prostego -4.92m, prędkość wtoczenia miny na pochylnie -1.2 m/s)

Tabela 3. Symulowane parametry ruchu min stawianych z wysokości 5 metrów

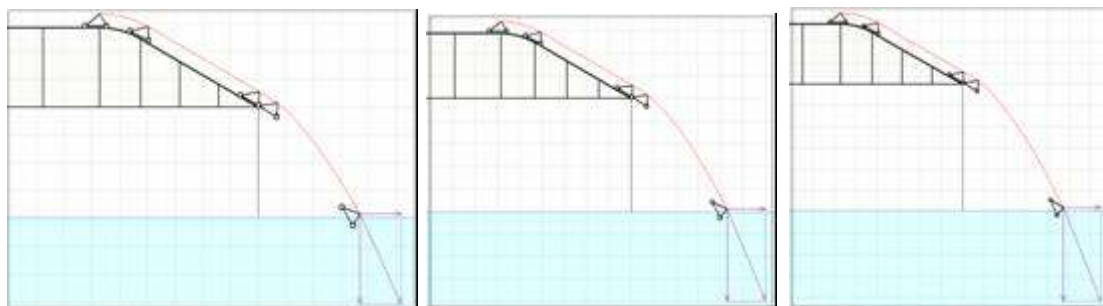
Miny Parametry	OS	OD	MMD-1	MMD-2
Prędkość wodowania miny [m/s]	15.63	15.78	15.64	15.48
Kąt wodowania [°]	69.99	67.05	63.80	65.48
Odległość wodowania (liczona od rufy okrętu) [m]	3.57	3.54	3.52	3.52

(promień krzywizny zrzutni minowej-3m, kąt nachylenia -30°, długość odcinka prostego -4.92m, prędkość wtoczenia miny na pochylnie -1.2 m/s)

Tabela 4. Symulowane parametry ruchu min stawianych z wysokości 6 metrów

Miny Parametry	OS	OD	MMD-1	MMD-2
Prędkość wodowania miny [m/s]	16.51	16.65	16.51	16.35
Kąt wodowania [°]	75.25	71.94	68.20	70.45
Odległość wodowania (liczona od rufy okrętu) [m]	4.08	4.05	4.02	4.02

(promień krzywizny zrzutni minowej-3m, kąt nachylenia -30°, długość odcinka prostego -4.92m, prędkość wtoczenia miny na pochylnie -1.2 m/s)



Rys. Trajektorie ruchu miny MMD-1 stawiane z wysokości odpowiednio 4, 5 i 6 m

Reasumując, wyniki badań rzeczywistych i symulacyjnych pozwalają na szereg uogólnień. I tak:

- Przyjęta metoda symulacji procesu stawiania min morskich jest do zaakceptowania, a uzyskane wyniki są porównywalne z wynikami z badań rzeczywistych. Umożliwia to ocenę badanych elementów zrzutni minowej i określenie stopnia ich przydatności na okrętach.

- Istnieją graniczne wielkości parametrów wodowania miny (kąt wodowania, prędkość wodowania i odległość wodowania) określające możliwości stawiania min z pokładu okrętów nawodnych. Graniczna prędkość wodowania miny z jednej strony powinna spełniać warunki odporności udarowej elementów miny i miny w całości, z drugiej zaś zapewnić uzyskanie kąta wodowania miny o wartości poniżej granicznej ($\Theta_{wgr.} \leq 80^\circ$). Graniczna odległość wodowania miny powinna z kolei wykluczyć wpływ zawirowań od śrub napędowych okrętu na stabilność wodowanej

miny.

- Uzyskane w trakcie badań wartości parametrów wodowania min (prędkości $14 \div 17 m/s$, kąty $59 \div 75^{\circ}$ i odległości $3 \div 4 m$), stawianych z wysokości 4, 5 i 6 metrów, nie stanowią wystarczającej podstawy do zanegowania możliwości stawiania min z pokładu projektowanej korwety⁵. Niezbędne są dalsze badania w tym zakresie i modyfikacja narzędzi programowych.

- Nie udało się wyjaśnić przyczyn zajmowania przez minę MMD-2 pozycji odwrotnej⁶ po jej postawieniu na dnie morza. Przypuszczać jedynie można, że jedną z nich może być wpływ zawirowań od śrub napędowych⁷. Problem ten nie dotyczy min kotwicznych (OS, OD) z uwagi na sposób ustawiania się ich na żądanie zanurzenie oraz miny MMD-1 z uwagi na jej konstrukcję (trzy dodatkowe łapy kotwiczne).

3. Bibliografia

1. J. Myćka.: *Uzbrojenie minowe. Część II. Hydrodynamika min morskich*. WSMW, Gdynia 1983.
3. Piechota.
4. J. Głębocki +zespół.: *Podstawy wojny minowej. Część I. Działania minowe*. Gdynia 2004.

⁵) Nie rozpatrywano odporności udarowej urządzeń badanych min

⁶) Odnotowywano przypadki, że mina leży na plecach (do góry rolkami tocznymi), co sprzyja zapiaszczeniu i może obniżać skuteczność działania jej urządzeń.

⁷) Warunki opływania wodowanej miny są niestabilne i mogą wywoływać momenty sił sprzyjające obracaniu miny względem jej środka ciężkości.