

## OCENA BEZPIECZEŃSTWA STATKÓW HANDLOWYCH RÓŻNYCH TYPÓW W WARUNKACH MORSKICH - WG PRZYJĘTYCH KRYTERIÓW

### Streszczenie

W artykule omówiono wpływ przykładowych kryteriów na bezpieczeństwo statku morskiego w realnych warunkach eksploatacyjnych. Jako kryteria oceny przyjęto konstrukcję statku, rodzaj ładunku, zastosowany system napędu głównego, czynnik ludzki w podejmowaniu decyzji eksploatacyjnych.

### WSTĘP

Współczesny statek morski (dalej zwany statkiem) to zawansowany technicznie i technologicznie obiekt techniczny. Jest równocześnie największym środkiem transportu. Prawo międzynarodowe jak i wypracowane zasady bezpieczeństwa żeglugi wymagają od statku odpowiedniego stanu technicznego konstrukcji i urządzeń jak i całkowitej autonomiczności w wielu procesach eksploatacyjnych zapewniających statkowi przetrwanie w każdych warunkach żeglugi. Mimo tak wysokiego stopnia świadomości zagrożeń, zdarzają się katastrofy morskie. Na bezpieczną eksploatację statku mają wpływ przyjęte, przykładowe kryteria:

- cechy ładunku (struktura fizyczno-chemiczna, zdolność do przemieszczenia, sposób ograniczenia zagrożeń występujących ze strony ładunku)
- cechy konstrukcyjne statku uwarunkowane cechami przewożonego ładunku (długość, szerokość, wysokość, zanurzenie, nośność, ilość pokładów ładunkowych, grodzi wzdłużnych i poprzecznych, wypełnienie przestrzeni ładunkowej ładunkiem),
- cechy napędu głównego uwarunkowane konstrukcją statku (typ konstrukcyjny silnika, ilość silników, typ pędnika)
- rola czynnika ludzkiego w podejmowaniu decyzji eksploatacyjnych (cechy załogi, cechy armatora) [1]

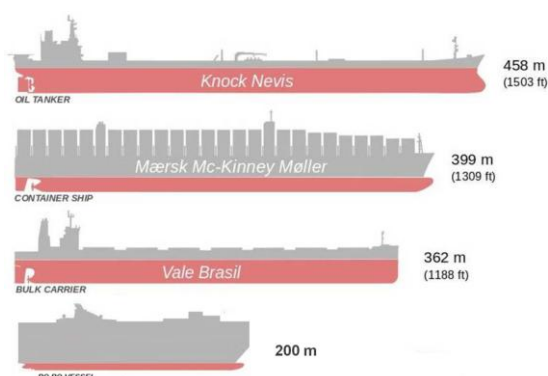


Rys. 1. Tysiące ton wody działające na konstrukcję statku podczas żeglugi w sztormie [14].

### 1. CECHY KONSTRUKCYJNE STATKU UWARUNKOWANE CECHAMI PRZEWOŻONEGO ŁADUNKU

Konstrukcje współczesnych statków są wynikiem doświadczenia konstruktorów, dążenia do maksymalizacji zysków przez armatorów, spełnienia przepisów dotyczących ochrony środowiska morskiego i bezpieczeństwa [2,3,4]. Konstrukcje dostosowane są do przewożonego ładunku pod względem jego struktury, własności

fizyko – chemicznych, bezpieczeństwa ładunku i statku. Zmiany rozwiązań technicznych i technologicznych są widoczne zarówno w najstarszych typach statków takich jak masowiec jak i w najnowszych konstrukcjach statków typu RoRo (Roll On / Roll Off) i LoLo (Lift on - Lift Off), które powstały jako wersje rozwojowe drobnicowców. W konstrukcjach statków RoRo – samochodowców i statków LoLo – kontenerowców bardzo widoczna jest widoczna jest pogoń za zyskiem (przy obniżeniu poziomu standardów bezpieczeństwa), zwana przez armatorów efektywnością. Na konstrukcję zbiornikowca olejowego do przewozu surowej ropy naftowej – ropowca, największy wpływ miały przepisy ochrony środowiska.



Rys. 2. Zestawienie sylwetek wybranych typów statków, przedstawiające podstawowe różnice konstrukcyjne kadłuba [5]

W celu podkreślenia stochastycznego działania wielkich wartości sił tnących i momentów gnących na strukturę konstrukcyjną statków zbudowanych z materiału o ograniczonej wytrzymałości przedstawione poniżej wartości przykładowych parametrów dotyczą największych morskich statków opisywanych typów.

#### 1.1. Masowiec



Rys. 3. Masowiec m/v Vale Brasil [6]

Cechy konstrukcyjne masowca m/v Vale Brasil [6] - długość- 362 [m]

- szerokość – 65 [m]
- wysokość burty – 30,4 [m]
- zanurzenie – 23 [m]
- nośność – 402 347 [t]
- ilość pokładów w przestrzeni ładunkowej - 1
- ilość grodzi wzdłużnych - brak
- ilość grodzi poprzecznych – 12
- rodzaj ładunku – ładunek masowy, sypki
- wypełnienie ładunkiem przestrzeni ładunkowej - w zależności od gęstości ładunku: przy relatywnie małej gęstości może wypełniać całe wszystkie ładownie (np. zboże, węgiel), przy relatywnie dużej gęstości mogą być częściowo załadowane tylko wybrane na podstawie obliczeń ładownie (np. rudy żelaza).

## 1.2. Zbiornikowiec olejowy



Rys. 4. Ropowca m/v Knock Nevis [7]

Cechy konstrukcyjne ropowca m/v Knock Nevis [7]

- długość – 458,45 [m]
- szerokość burty- 68,8 [m]
- wysokość – 29,8 [m]
- zanurzenie – 24,6 [m]
- ilość pokładów w przestrzeni ładunkowej - 1
- ilość grodzi wzdłużnych 3
- ilość grodzi poprzecznych 19
- wypełnienie ładunkiem przestrzeni ładunkowej – ładunek ciekły, przemieszczający się w obszarze poszczególnych zbiorników, wypełnienie 98%. Ilość napełnionych zbiorników w zależności od gęstości ładunku.

## 1.3. Kontenerowiec (Lo-Lo)



Rys.5. Kontenerowiec m/v MSC-Oscar [8]

Cechy konstrukcyjne kontenerowca m/v MSC-Oscar [8]

- długość– 395,4 [m]
- szerokość – 59,0 [m]
- wysokość – 30,30 [m]
- zanurzenie – 16,0 [m]
- nośność – 197362 [t], 19224 [TEU]
- ilość pokładów w przestrzeni ładunkowej – 1 lub brak
- ilość grodzi wzdłużnych - brak
- ilość grodzi poprzecznych - 27
- wypełnienie ładunkiem przestrzeni ładunkowej – większość ładunku ponad linią wodną

## 1.4. Samochodowiec (Ro-Ro)



Rys. 6. Samochodowca m/v Höegh Target

Cechy konstrukcyjne statku typu Ro-Ro -samochodowca m/v Höegh Target [10]

- długość – 199,9 [m]
- szerokość – 36,5 [m]
- wysokość – 46,5 [m]
- zanurzenie – 10,3 [m]
- nośność – 20766 t, 8500 pojazdów
- ilość pokładów w przestrzeni ładunkowej 14
- ilość grodzi wzdłużnych - brak
- ilość grodzi poprzecznych - brak
- wypełnienie ładunkiem przestrzeni ładunkowej – pojazdy różnych typów, mocowane

## 2. CECHY NAPĘDU GŁÓWNEGO I POMOCNICZEGO UWARUNKOWANE KONSTRUKCJĄ STATKU

Najwyższą sprawność z silników okrętowych posiadają silniki tłokowe, wolnoobrotowe, wozdżikowe, wielkich mocy. Stosowanie tych silników jako nawrotnych, w systemie napędu głównego, bezprzekładniowego pozwala uzyskiwać duże sprawności (wylimowanie strat potencjalnych elementów systemu napędowego). Jednak specjalistyczne konstrukcje takich statków jak statki RoRo wymuszają potrzebę szukania innych rozwiązań silników, o mniejszych gabarytach. Budowa wielopokładowa przestrzeni ładunkowej o długich, ciągłych pokładach oraz rampach burtowych, dziobowych i rufowych służących do samo załadunku i samo wyładunku, wyklucza stosowanie ekonomicznych ale wysokich, zajmujących cenną przestrzeń ładunkową silników wozdżikowych. Dobór systemu napędowego jak i silników napędu głównego warunkowane jest także zanurzeniem statku. Statki o małym zanurzeniu są napędzane relatywnie niewielkimi śrubami napędowymi, więc silniki nie muszą posiadać dużych momentów obrotowych. Można wtedy zastosować kilka silników średnioobrotowych w systemach o różnych konfiguracjach.

### 2.1. Masowiec

- typ konstrukcyjny silnika – wolnoobrotowy, wozdżikowy dużych i wielkich mocy, nawrotny lub nienawrotny
- ilość silników - 1,
- typ pędnika – śruba o skoku zmiennym, śruba o skoku stałym

### 2.2. Zbiornikowiec olejowy ropowiec

- typ konstrukcyjny silnika – wolnoobrotowy, wozdżikowy dużych i wielkich mocy, nawrotny lub nienawrotny
- ilość silników - 1,
- typ pędnika – śruba o skoku zmiennym, śruba o skoku stałym

### 2.3. Kontenerowiec (Lo-Lo)

- typ konstrukcyjny silnika – wolnoobrotowy, wozdżikowy dużych i wielkich mocy, nawrotny lub nienawrotny
- ilość silników – 1 lub 2
- typ pędnika – śruba o skoku zmiennym, śruba o skoku stałym

## 2.4. Samochodowiec (Ro-Ro) [ www.exchange.dnv.com]

- typ konstrukcyjny silnika - wolnoobrotowy, wodzikowy
- ilość silników – 1 ,
- typ pędnika – śruba o skoku stałym

## 3. ROLA CZYNNIKA LUDZKIEGO W PODEJMOWANIU DECYZJI EKSPLOATACYJNYCH

Najważniejszymi parametrami tzw. czynnika ludzkiego są :

- cechy załogi
- cechy armatora.

cechy załogi – załogi dobrane lodowo, posiadające dokumenty potwierdzające kompetencje wg prawa IMO i wymogów armatora

Losowo dobrani członkowie załogi reprezentują bardzo zróżnicowany poziom kompetencji i zależy on od kraju pochodzenia marynarza oraz od poziomu kształcenia ośrodków, w których zdobywali stopnie morskie i certyfikaty różnych uprawnień i umiejętności. W krytycznych sytuacjach bardzo dużo zależy od dowództwa statku, a szczególnie od oceny sytuacji i podjęcia decyzji przez Kapitana.

- cechy armatora – służby armatora muszą spełniać wymogi prawa IMO oraz często lądowe przepisy np.ISO, dążą do minimalizacji nakładów i maksymalizacji zysków Bardzo często służby armatora wywierają presję na kapitana i wpływają na jego decyzję, mimo, że prawo morskie IMO, a szczególnie ISM – Code wyraźnie wskazuje, że to kapitan jako bezpośredni eksploatator statku w konkretnych warunkach eksploatacyjnych powinien ocenić sytuację i podjąć racjonalną decyzję.

## 4. BEZPIECZEŃSTWO STATKÓW HANDLOWYCH RÓŻNYCH TYPÓW W WARUNKACH MORSKICH

Każde pogorszenie pogody, a szczególnie wzrost siły wiatru zwiększa zagrożenie uszkodzenia lub utraty statku. Charakter fal, ich długość i wysokość zależą od specyfiki akwenu. Wiatr oraz fale oddziałują na statek ze zmienną siłą, z różnych kierunków i nieregularnych przedziałach czasowych.

Statek jako obiekt techniczny jest przystosowany do wykonywania zadań eksploatacyjnych w środowisku morskim. Najczęściej pływa najkrótszą drogą do portu rozładunku lub załadunku. Żeby zachować sterowność, statek musi mieć prędkość manewrową.

Przy niesprzyjających, sztormowych warunkach środowiska morskiego (duża siła wiatru, wysoka, stroma fala) wskazana jest zmiana prędkości statku lub jego kursu. Według prawa decyduje o tym dowódca statku - kapitan. Jednak przy miliardowych zyskach z transportu morskiego, nawet podczas sztormowej żeglugi priorytetem nie jest bezpieczeństwo statku, tylko najkrótszy czas podróży morskiej. Dlatego też na kapitana wywierany jest nacisk służb armatorskich. Często zamiast sztormować (zwołać i ustawić statek korzystnie do kierunku fali, czym zwiększa się bezpieczeństwo statku), kapitan kontynuuje żeglugę kursem mającym zapewnić najkrótszy czas podróży.

Ważnym elementem jest niezawodność napędu głównego. Statek pozbawiony napędu ustawia się burta do fali. Dlatego wielosilnikowy napęd główny jest bardziej niezawodny od napędu jednosilnikowego.

Również typ statku ma wpływ podczas zachowania się podczas awarii napędu głównego.



Rys.7. Widok samochodowca załadowanego i zbiornikowca olejowego ropowca pustego, pod balastem [11]

Statki o dużym zanurzeniu takie jak masowce i zbiornikowce olejowe ropowce są zalewane przez fale.



Rys.8. Zbiornikowiec olejowy ropowiec zalewany przez sztormowe fale [12]

Natomiast duże powierzchnie boczne statków o relatywnie małym zanurzeniu (takich jak samochodowce (RoRo) i załadowane kontenerowce (LoLo)) są wystawione na działanie potężnych fal, co grozi przewróceniem jednostki.



Rys. 9. Przewrócony samochodowiec m/v Tricolor [13]

W Tab.1. poniżej przedstawiono tabelę, w której zestawiono w trójstopniowej skali ocenę wpływu wybranych kryteriów na bezpieczeństwa statku w warunkach morskich.

Tab. 1. Zestawienie w trójstopniowej skali ocenę wpływu wybranych kryteriów na bezpieczeństwa statku w warunkach morskich.

Czynniki mające wpływ na bezpieczeństwo statku					
Typ statku	Cechy konstrukcyjne	Typ napędu	Czynnik ludzki		Prawo
			Załoga	Armator	
Masowiec	- - +	- - -	- - +	- - -	- + +
Ropowiec	+ + +	- - -	- + +	- - -	- + +
Kontenerowiec LoLo	- - +	- - - 1 silnik + + + 2 silniki	- - +	- - -	- + +
Samochodowiec RoRo	- - -	- - -	- - +	- - -	- - +

## PODSUMOWANIE

Współczesne osiągnięcia nauki, rozwiązania techniczne i technologiczne pozwalają na budowanie statków o dużej niezawodności i wysokim poziomie bezpieczeństwa. Pozwala na to dostosowanie statków do własności fizyko – chemicznych ładunku, eliminując w ten sposób zagrożenia.

Niestety, dochodzi do katastrof morskich. Są one spowodowane pogonią za zyskiem. Armatorzy obniżają koszty własne poprzez działania w kilku kierunkach. Wpływają na prawodawców w celu liberalizacji przepisów dotyczących konstrukcji i wyposażenia statków, oszczędzają podczas budowy statków na niskiej jakości materiałów i najtańszych urządzeniach, zatrudniają załogi o niskich kwalifikacjach, wywierają wpływ na dowódców statków, by bez względu na bezpieczeństwo statku realizowali zadania transportowe.

## BIBLIOGRAFIA

1. Łosiewicz Z. Kamiński W.: *Analiza ryzyka” jako element pro aktywnego systemu zarządzania bezpieczeństwem eksploatacji statków morskich*, Logistyka Nr 6/2014, CD-ROM, s.765-768.
2. Łosiewicz Z., Mironiuk W *Analiza bezpieczeństwa w eksploatacji morskiej kontenerowca i statku RoRo jako ewolucyjnych konstrukcji okrętów transportowych marynarki wojennej*, TTS Technika Transportu Szynowego Nr 10/2013r, CD-ROM s.3259-3267
3. Łosiewicz Z., Mironiuk W.: *Konstrukcje statków morskich w aspekcie zdolności do przetrwania po zderzeniu lub ataku pirackim*, TTS Technika Transportu Szynowego, Nr 10/2013, CD-ROM s.3249-3257.
4. Łosiewicz Z., Mironiuk W.: *Wpływ przepisów ochrony środowiska morskiego na konstrukcję wybranych typów statków w aspekcie bezpieczeństwa jednostki transportowej*, Logistyka Nr 3/2012, CD-ROM, s.1401-1404.
5. [www.largestships.com]
6. www.largestships.com/ms-vale-brasil.
7. www.maritime-connector.com/worlds-largest-ships/
8. www.lloydslist.com/m/v msc-oscar
9. www.hoeghautoliner.com/Hoegh-target-delivered
10. www.vesseltracker.com
11. Mac Mackay, www.shipfax.blogspot.com/2014\_02\_01
12. George Sovarosi, www.youtube.com
13. www.histarmar.com.ar/AccidentesMaritimos/P-Tricolor.htm
14. [www.Full-Ahead.net]

dr inż. **Zbigniew Łosiewicz**, st.of.mech.okr. – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologicznego w Szczecinie, adres e-mail: HORN.losiewicz@wp.pl

dr inż. **Waldemar Mironiuk** – Akademia Marynarki Wojennej Gdynia

## ASSESSMENT OF THE SAFETY OF MERCHANT SHIPS OF DIFFERENT TYPES IN SEA CONDITIONS - ACCORDING TO ADOPTED CRITERIA

### *Abstract*

*Paper discussed the impact of exemplary criteria for the safety of a ship under real operating conditions.*

*As the evaluation criteria adopted ship's construction, kind of the main propulsion system, the role of human factors in decision-making supplies.*

Autorzy: