

Grzegorz Rutkowski
Akademia Morska w Gdyni

**OCENA BEZPIECZEŃSTWA NAWIGACYJNEGO
KONTENEROWCÓW KLASY PS
PODCZAS MANEWRÓW PODEJŚCIOWYCH
DO TERMINALU DTC W GDAŃSKU
— NA PRZYKŁADZIE M/S „EMMA MAERSK”**

STRESZCZENIE

Artykuł obejmuje ocenę bezpieczeństwa żeglugi (bezpieczeństwa nawigacyjnego) kontenerowców oceanicznych klasy PS typu „Emma Maersk” na Zatoce Gdańskiej podczas manewrów podchodzenia do terminalu DTC Gdańsk Port Północny. Oceny bezpieczeństwa dokonano przy działaniu różnych zakłóceń zewnętrznych pochodzących od prądu, wiatru i fali, bazując na ogólnie przyjętych metodach praktycznych, w tym zaleceniach Polskiej Administracji Morskiej oraz doświadczeniu morskim autora.

Słowa kluczowe:

bezpieczeństwo żeglugi, ryzyko nawigacyjne, manewrowanie statkiem, rezerwa nawigacyjna, zapas wody pod stępką, „Emma Maersk”, DCT Gdańsk.

WSTĘP

W transporcie morskim, podobnie jak w innych dziedzinach transportu, przedmiotem przedsięwzięć badawczych, technicznych i organizacyjnych są z jednej strony problemy zwiększenia efektywności przewozów, z drugiej zaś problemy zapewnienia bezpieczeństwa ludzi, środowiska i ładunku.

W tym aspekcie rozbudowa Portu Północnego o nowoczesny terminal kontenerowy DCT Gdańsk wymusiła pewne zmiany w systemie kontroli i organizacji ruchu na Zatoce Gdańskiej, powiązane z koniecznością obsługi największych kontenerowców klasy PS, które od maja 2011 roku odwiedzać mają regularnie terminal DCT w Gdańsku w ramach obsługi serwisu dalekomorskiego AE10 Maersk Line, łączącego Daleki Wschód (Azję) z Europą Północną.



Fot. 1. Zdjęcie kontenerowca typu PS „Emma Maersk”, który zawijać ma do terminalu DCT Gdańsk Port Północny w ramach obsługi serwisu dalekomorskiego AE10 Maersk Line, łączącego Daleki Wschód (Azję) z Europą Północną

Źródło: <http://www.maerskline.com>.

Kontenerowce (pojemnikowce) klasy PS (nazywane niekiedy w prasie klasą E), takie jak „Emma Maersk” oraz jej siostrzane statki („Elly Maersk”, „Evelyn Maersk”, „Eleonora Maersk”, „Estelle Maersk” oraz „Ebba Maersk”), mają nominalną ładowność nieprzekraczającą zwykle 15000 TEU (TEU = ekwiwalent kontenera 20-stopowego). Pierwszym statkiem z tej serii była „Emma Maersk”, przekazana do eksploatacji w 2006 roku przez duńską stocznię Odense Steel Shipyard Ltd.

Kontenerowiec „Emma Maersk” (IMO 9321483) charakteryzuje się długością całkowitą kadłuba $L = 397,60$ m, długością między pionami $L_{pp} = 376,00$ m, szerokością kadłuba $B = 56,40$ m, zanurzeniem maksymalnym $T_{max} = 16,02$ m (aczkolwiek przy obsłudze terminalu DCT Gdańsk Port Północny jednostka ta będzie miała zredukowane zanurzenie do $T_{zr} = 14,50$ m), wysokością boczną $H_B = 30,20$ m, wysokością całkowitą $H_c = 76,50$ m, nośnością DWT = 156907 t, wypornością $D = 218788$ t, masą statku pustego równą 61881 t, masą segregowanych balastów wynoszącą 60338 t, tonażem pojemnościowym brutto GT = 170794, tonażem pojemnościowym netto NRT = 55396 oraz maksymalną ładownością kontenerów 14770 TEU. „Emma Maersk” wyposażona została w jeden z największych silników spalinywych na świecie o masie własnej 2300 ton. Jest to 80 MW siłownia Wartsila Sulzer 14RT-Flex96c, która dostarcza moc rzędu 80080 kW (108877 KM) MCR/68 068 kW (92545 KM) CSR. Ponadto statek wyposażony jest w pięć generatorów prądowórczych opartych na silnikach wysokoprężnych MaK 9M32C o mocy po 4140 kW każdy oraz zespół prądowórczy (tzw. turbogenerator) oparty na turbinie parowo-gazowej (zasilany gazami SG) o mocy 8500 kW. Statek ma system odzysku ciepła

ze spalin, redukujący zużycie paliwa i szkodliwe emisje do atmosfery. Dzięki temu może on zaoszczędzić do 10–12 procent mocy silnika głównego, co sprawia, iż jest on bardzo ekonomiczny i może przebyć dystans aż 66 kilometrów, zużywając 1 kWh energii na każdą tonę swego ładunku. Trzeba dodać, że przenoszona przez śrubę napędową moc nie ogranicza się do tej pochodzącej z wielkiego wysokoprężnego silnika głównego. Jest on wspomagany „dopalaczami” — dwoma silnikami elektrycznymi zawieszonymi na wale śrubowym, a zasilanymi przez energię wytworzoną przez agregaty prądotwórcze. Statek ma śrubę okrętową stałą prawoskrętną o masie własnej rzędu 135 ton. Do najważniejszych cech tego statku należy wysoki stopień automatyzacji i komputeryzacji systemów okrętowych i procesów eksploatacyjnych. Jednostka ta może uzyskać prędkość maksymalną rzędu $V_{max} = 27,5$ węzła (50,9 km/h). Prędkość eksploatacyjna wynosi jednak zwykle około $V_e = 24,50$ węzła (45,3 km/h). Dwa dziobowe i dwa rufowe stery strumieniowe firmy Rolls Royce, każdy ze śrubą nastawną o naporze do około 25 T, pomagają manewrować kolosem. Dziobowe stery umieszczone są odpowiednio 38,19 m oraz 44,44 m od pionu dziobowego, rufowe zaś 38,50 m oraz 44,72 m od pionu rufowego. Wszystkie stery umieszczone są na wysokości 2,77 m od stępki statku. W ciężkich warunkach pogodowych nadmierne kołysanie (i ewentualne szkody ładunkowe) można zredukować dzięki dwóm parom aktywnych stabilizatorów płetwowych (*Litton Sperry Fin Stabilizers*). Automatyka siłowniana monitoruje 8000 punktów generujących dane z czujników. Dzięki temu kolos ten może być obsadzony jedynie przez trzynastoosobową załogę. Nadbudówka może jednak pomieścić trzydzieści osób. „Emma Maersk” ma dwie kotwice, każda o wadze 29 ton z doczepionymi czternastoma szakłami łańcucha o łącznej długości 385 m.

Oceny ryzyka dla tego typu jednostek dokonano przy działaniu różnych zakłóceń zewnętrznych wzdłuż eksploatowanych torów wodnych oraz na obrotnicach usytuowanych w Porcie Północnym, stosując metody ogólne oraz zalecenia Polskiej Administracji Morskiej.

CHARAKTERYSTYKA TERMINALU KONTENEROWEGO DCT GDAŃSK PORT PÓLNOCNY

Port Północny [1] stanowi część portu gdańskiego (Rejon IV) położoną w odległości około 3 Mm (5,5 km) na wschód od ujścia Martwej Wisły do Zatoki Gdańskiej. Zasadniczym przeznaczeniem tego portu jest obsługa dużych masowców i zbiornikowców. W Porcie Północnym funkcjonuje terminal olejowy zajmujący się

przeładunkiem ropy naftowej, terminal gazowy LPG, terminal ładunków masowych suchych przeznaczony głównie do przeładunku węgla kamiennego oraz nowoczesny głębokowodny terminal kontenerowy DCT Gdańsk Port Północny. Rozważa się również budowę nowego terminalu gazowego CNG.



Rys. 1. Zdjęcie i plan terminalu kontenerowego DCT Gdańsk Port Północny przeznaczonego do obsługi statków klasy Post-Panamax o maksymalnym zanurzeniu $T=15$ m
 Źródło: Zarząd Portu Gdańsk S.A., fot. Hochtief Polska, Gdańsk 2009.

Terminal kontenerowy w Porcie Północnym Gdańsk, należący do DCT Gdańsk S.A., jest pierwszym terminalem w basenie Morza Bałtyckiego zdolnym do obsługi statków klasy Post-Panamax zarówno ze względu na głębokość podejść i stanowisk postojowych, jak również z uwagi na infrastrukturę i wyposażenie nabrzeża. Ten wolny od zalodzenia terminal powstał na sztucznie usypanym pirsie o długości 800 m i szerokości 315 m, na którym wybudowano dwa stanowiska do przeładunku kontenerów. Pierwszy odcinek nabrzeża ma długość 385 m oraz głębokość 16,5 m. Drugi odcinek ma długość 265 m, głębokość 13,5 m i dodatkowo zakończony jest rampą do obsługi statków Ro-Ro. Terminal ten umożliwi zatem obsługę kontenerowców z głębokością zanurzenia do 15 m, czyli obsługę największych statków mogących wchodzić w akwen Morza Bałtyckiego.

OCENA BEZPIECZEŃSTWA NAWIGACYJNEGO STATKU MANEWRUJĄCEGO NA TORZE WODNYM

Tor wodny do Portu Północnego Gdańsk [1] przebiega wzdłuż linii nabieżnika o kierunku 253,6 stopni i zasięgu 7 Mm. Parametry toru wodnego określone są w rozporządzeniu ministra infrastruktury (DzU z 2003, nr 4, poz. 41) i wynoszą

odpowiednio: głębokość $h = 17,0$ m, szerokość w dnie $b = 350$ m, długość $l = 6300$ m. Parametry toru pozwalają na bezpieczne obsługiwanie statków o długości do 350 m i zanurzeniu do 15,0 m. Północna strona toru wodnego oznakowana jest przez pławę świetlną P-1, wyposażoną dodatkowo w urządzenie radarowe bierne typu „RACON”. W dalszej kolejności tor wyznaczają stawy świetlne P-5, P-9 i P-13. Stronę południową toru oznakowują pławy świetlne P-2, P-6, P-10, P-14 i P-18. Zakończenie toru stanowi obrotnica o średnicy 670 m i głębokości 17 m. Część południowa obrotnicy ograniczona jest falochronem wyspowym, za którym rozciąga się akwen portu o głębokości 16,0 m, którego granice wyznaczają falochron wschodni oraz Pirs Węglowy i Pirs Rudowy.

Statek zmierzający do Portu Północnego ma obowiązek skorzystania z systemu rozgraniczenia ruchu statków Zatoka Gdańska — TSS-E, którego strefę wyznaczają pozycje i pławy świetlne ZN i ZS opisane w załączniku 2. do *Przepisów Służby Kontroli Ruchu Statków* [9]. Równoleżnik $54^{\circ} 45'$ szerokości geograficznej północnej stanowi tzw. linię zgłoszeniową dla statków zmierzających do Portu Północnego, czyli granicę systemu VTS Zatoka Gdańska. Wszystkie jednostki deklarujące zamiar wejścia w strefę systemu zobowiązane są do uzyskania zgody od służby VTS, która z kolei uzależniona jest od złożenia stosownego meldunku na kanale 71 VHF. Szczegóły dotyczące meldunku zawarte są w *Locji Bałtyku* [1] i podane w „Wiadomościach Żeglarskich” publikowanych przez Admiralicję Brytyjską, a także przez Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej RP na podstawie wymienionego zarządzenia ministra.

Po minięciu pławy świetlnej ZS statek, w zależności od informacji, którą uzyskuje od służby VTS, powinien albo sterować kursem $KR = 242^{\circ}$ i zostawiając pławę świetlną PP po lewej burcie, zmierzać do miejsca, gdzie zostanie obsadzony przez pilota (0,4 Mm na zachód od pławy PP przy bezpośrednim wejściu do portu), albo położyć się na kurs $KR = 275^{\circ}$ i skierować na kotwiczowisko nr 4 (kotwiczowisko dla masowców), którego wschodnia granica znajduje się w odległości 3,5 Mm od pławy ZS, albo pójść kursem $KR = 270^{\circ}$ w przypadku zbiornikowca i skierować się na kotwiczowisko nr 3, którego granica znajduje się w odległości $D = 1,5$ Mm od trawersu pławy ZS.

Obydwa kotwiczowiska charakteryzują się dnem piaszczystym i są wolne od zanieczyszczeń, które mogłyby stanowić zagrożenie dla przeprowadzenia bezpiecznego manewru kotwiczenia statku. Głębokości na kotwiczowisku nr 3 są największe w jego wschodniej części i wynoszą około 30 m, zmniejszając się stopniowo w kierunku zachodnim do 25 m. Przeciętne głębokości na kotwiczowisku nr 4 utrzymują się w granicach 25 m. Statki zmierzające z obydwu kotwiczowisk do portu i poruszające się

w kierunku toru podejściowego w celu przyjęcia pilota powinny w sposób zdecydowany unikać takiego manewru i dokonywać próby jego przyjęcia w bezpośrednim sąsiedztwie pierwszej pary pław P-1 i P-2. Zgodnie z wytycznymi zawartymi w *Locji Bałtyku* [1], a także na mapach nawigacyjnych winno to następować w okolicach pławy PP w odległości około 0,4 Mm (740 m) na zachód od niej.

Wprowadzenie do Portu Północnego kontenerowców klasy PS (E), czyli jednostek o pojemności rzędu 15000 TEU i zanurzeniu do 14,5–15,0 m, wymaga podczas żeglugi torem podejściowym — w celu zapewnienia bezpieczeństwa, a także dla zatrzymania i obrócenia statku — utworzenia zespołu holowniczego na linach. Powyższy wymóg może być spełniony przy sile wiatru do 7°B wiejącego z kierunków NW-N-SE oraz przy wietrze o wartości maksymalnej 8°B z kierunków SE-S-NW.

Wiatry przekraczające wyżej wymienione wartości powodują zbyt duże falowanie na torze i obrotnicy i praktycznie uniemożliwiają utworzenie efektywnie współpracującego zespołu holowniczego. Dlatego też operacje manewrowe kontenerowców klasy PS przy terminalu DCT Gdańsk Port Północny sugeruje się przeprowadzać przy maksymalnej sile wiatru 7°B podczas wprowadzania jednostki oraz do 7°B przy jej wyprowadzaniu (na obrotnicy do 6°B). Maksymalna wysokość fali nie powinna przy tym przekroczyć wysokości rzędu $h_f = 1,2$ m.

Ponadto dla jednostek klasy PS operacje należy ograniczyć w zakresie widzialności do 1,0 Mm (tak jak dla dużych zbiornikowców) i dopuszczalnej siły wiatru do 7°B na wejście i do 7°B na wyjście. Manewry wykonywane na torze wodnym powinny odbywać się w asyście holowników, manewry portowe zaś obowiązkowo z holownikami zamocowanymi przynajmniej na dziobie i rufie (1+1). Do obsługi statku przy sile wiatru 7°B i więcej należy zapewnić asystę holowników (najlepiej tzw. pędnikowców) w rekomendowanej liczbie czterech jednostek usytuowanych odpowiednio: dwa holowniki na dziobie oraz dwa na rufie (2+2).

Statek powinien być wyprowadzony z portu, jeżeli prognozy pogody przewidują wystąpienie wiatrów o sile 8°B i większych z kierunków NE i SE z odpowiednim wyprzedzeniem, gdy warunki pogodowe pozwalają jeszcze na bezpieczne przeprowadzenie tej operacji. Decyzję taką podejmuje kapitan statku w porozumieniu z kapitanem portu. Takie same prognozy pogody nakażą podjęcie decyzji o niewprowadzeniu statku do portu.

Pilot obsadza statek w miejscu oddalonym o 0,4 Mm na zachód od pławy PP lub na kotwicowisku. O ile warunki pogodowe na to pozwalają, utworzenie zespołu holowniczego (z holownikami na linach) powinno nastąpić przed wejściem na tor podejściowy. Na żądanie statku holowniki podają własne hole bądź biorą jako hole liny statkowe. Po obsadzeniu przez pilota statek jest prowadzony w nabieżnik

wejściowy o kierunku 253,6 stopni pomiędzy pławy świetlne P_1 i P_2 stanowiące pierwszą bramkę torową. Po drodze mija pławy MG-A oraz MG-B, wyznaczające granicę głębokiej wody (16,5 m), po północnej stronie spłyceń.

Prowadzący statek powinien mieć świadomość, że podczas żeglugi torem podejściowym na odcinku pomiędzy znakami P-1 i P-9 może napotkać na prąd północny, który powstaje przy występowaniu wiatru południowego o sile przekraczającej 5 °B, a przy zbliżaniu się do falochronu północnego na prąd południowy, który nieregularnie pojawia się między pławą P-13 i falochronem.

Optymalną prędkością jednostki zapewniającą dostateczną stateczność kursową są prędkości rzędu od 3,5 do 5 węzłów. Minimalna prędkość sterowa kontenerowców klasy PS, takich jak „Emma Maersk”, wynosi w stanie załadowanym oraz pod balastem 3 węzły. Dalsze zmniejszanie prędkości bez asysty holowników może spowodować nadmierny dryf oraz znos statku z toru wodnego, szczególnie przy silnym wietrze i prądzie działającym poprzecznie do wzdłużnej osi toru wodnego. Prędkość żeglowną na torze podejściowym (w przypadku utworzenia zespołu holowniczego na linach), należy utrzymywać w przedziale od 4 do 6 węzłów, dla zachowania sterowności statku.

Przy zbliżaniu się do falochronu północnego powinna nastąpić redukcja szybkości poprzez zastopowanie silnika głównego oraz pracę holownika rufowego na hamowanie. Po zatrzymaniu statku na obrotnicy należy obrócić statek przy wsparciu holowników i skierować rufę w kierunku środka portu.

Wobec aktualnych parametrów pogłębionego toru wodnego wschodniego, czyli $b = 350$ m oraz $h = 17,0$ m, dla bezpiecznej obsługi dużych statków na torze wodnym można określić niezbędną szerokość minimalnego pasa ruchu statku oraz wymaganego zapasu wody pod stępką. Ocena szerokości toru będzie dokonana w aspekcie zapewnienia bezpiecznego pasa ruchu w ruchu jednokierunkowym oraz w ruchu dwukierunkowym dla maksymalnych kontenerowców klasy PS przewidzianych do obsługi w Porcie Północnym DCT, w szczególności statków klasy PS, takich jak „Emma Maersk” lub bliźniacza „Eleonora Maersk” o parametrach: $L \times B \times T = 397,60$ m x 56,40 m x 14,50 m.

Dla określenia minimalnego bezpiecznego pasa ruchu dla statku poruszającego się na ograniczonym akwenie wodnym niezbędne jest uwzględnienie myszkowania statku oraz wpływu kąta dryfu. Okres myszkowania jest odstępem czasu, jaki upływa od momentu zejścia statku z kursu w kierunku jednej z burt, powrotu na kurs pod wpływem steru, ponownego zejścia z kursu w kierunku burty przeciwnej do momentu powrotu na kurs początkowy pod wpływem ponownego wychylenia steru. Kątem dryfu jest wartość kątowa, o jaką odchylony jest statek od geograficznego

kursu w celu utrzymania go na żądanym torze, i ma oczywisty związek z wiatrem występującym na kątach kursowych różnych od 000° i 180° .

Kąt dryfu wzrasta wraz ze wzrostem prędkości wiatru i odpowiednio maleje ze wzrostem prędkości statku. Wzrost kąta dryfu następuje także wraz ze zmniejszeniem zanurzenia statku oraz wzrostem powierzchni nawiewu nadwodnej części kadłuba powiększonej dodatkowo o powierzchnię nawiewu wytworzoną przez ładunek (np. kontenery) umieszczony na pokładzie głównym. Kąt dryfu statku wzrasta również wraz ze zwiększeniem się kąta kursowego wiejącego wiatru do 90° .

Na podstawie wyliczeń teoretycznych i badań praktycznych [8], [6] niezbędną minimalną szerokość pasa ruchu, dla jednostki charakteryzującej się dostateczną sterownością, można określić jako liczbę równoważną trzykrotnej wartości szerokości statku ($3 \times B$) w ruchu jednokierunkowym. Wartość ta uwzględnia myszkowanie oraz kąt dryfu statku w optymalnych warunkach pogodowych, bez uwzględnienia wartości prądu. W odniesieniu do szerokości toru podejściowego w Porcie Północnym i szerokości kontenerowców klasy PS typu „Emma Maersk” o DWT = 156907 i $B = 56,40$ m warunek zapewnienia minimalnego pasa ruchu jest spełniony, gdyż $3 \times B = 3 \times 56,40$ m = 169,2 m, a uwzględniając działanie prądu i niekorzystnego (silnego) wiatru $4 \times B = 4 \times 56,40$ m = 225,60 m.

Według innych źródeł [7] szerokość pasa ruchu statku na torze wodnym, który jest torem pogłębionym w dnie morskim, powinna być wyznaczona z trzech parametrów: części nawigacyjnej (d_n), części manewrowej (d_m) oraz rezerwy szerokości pasa ruchu (d_r), związanej z przysysaniem statku do skarpy toru, dna akwenu oraz z dokładnością naniesienia izobaty bezpieczeństwa równej sumie zanurzenia statku (T) oraz rezerwy wody pod stępką (R):

$$D = 2 (d_n + d_m + d_r) \quad [\text{m}], \quad (1)$$

gdzie:

- d_n — nawigacyjna składowa szerokość pasa ruchu [m] zależna od parametrów systemu określania pozycji (dokładność i częstotliwość określania pozycji) oraz warunków hydrometeorologicznych i związanych z nimi wielkości dryfu statku i znosu;
- d_m — manewrowa składowa szerokość pasa ruchu [m] determinowana przez szerokość pasa zajmowanego przez krzywoliniową trajektorię ruchu środka ciężkości (sc) statku powstała podczas jego myszkowania (d_{m1}) oraz szerokość pasa zajmowana przez kadłub statku wychodzący poza trajektorię jego ruchu (d_{m2});
- d_r — rezerwa szerokości pasa ruchu przyjmowana ze względu na przysysanie kadłuba statku do skarpy toru wodnego, występuje na pogłębionych kanałach oraz akwenach spłyconych.

W praktyce rezerwę tę przyjmuje się jako wartość empiryczną określoną wzorem uproszczonym (za [7], [8]):

$$d_r = 0,6 \cdot B \quad [\text{m}]. \quad (2)$$

Podobną metodę, tzw. metodę Kanału Panamskiego [7], można stosować do określania szerokości pasa ruchu (d) w funkcji szerokości statku (B) na prostoliniowych odcinkach torów wodnych:

$$d = k \cdot B + 2d_r \quad [\text{m}], \quad (3)$$

gdzie:

d — szerokość bezpiecznego pasa ruchu [m];

k — współczynnik określony doświadczalnie zależny od sterowności statku (stacyjności kursowej):

$k = 1,2$ — dobra sterowność $m_k < 1^\circ$,

$k = 1,6$ — średnia sterowność $1^\circ < m_k < 2^\circ$,

$k = 1,8$ — pogorszona sterowność $2^\circ < m_k < 3^\circ$;

d_r — rezerwa szerokości pasa ruchu określona np. z zależności (2) [m].

Dla statku o gabarytach $L \times B \times T = 397,60 \text{ m} \times 56,40 \text{ m} \times 14,50 \text{ m}$ idącego pogłębnym torem wodnym wschodnim, przyjmując współczynnik $k = 1,8$ (pogorszona sterowność), minimalna szerokość pasa ruchu statku określona ze wzoru (3) wyniesie 169,20 m. A zatem w odniesieniu do szerokości toru wodnego wschodniego oraz szerokości badanych kontenerowców klasy PS, takich jak „Emma Maersk”, warunek zapewnienia minimalnego pasa ruchu jest spełniony. Kierując się jednak potrzebą wprowadzenia na torze ruchu dwukierunkowego, przy założeniu że winien on spełniać warunek zapewnienia bezpiecznego pasa ruchu dla dwóch największych przewidywanych do obsługi w Porcie Północnym jednostek (np. kontenerowca typu PS „Emma Maersk” oraz jednostki typu VLCC o DWT 300000 i $B = 60 \text{ m}$), korzystających z toru w tym samym czasie, ale odbywających żeglugę w przeciwnych kierunkach, należy stwierdzić, że aktualny parametr jego szerokości warunek ten również spełnia ($169,20 \text{ m} + 180 \text{ m} = 349,20 \text{ m} < 350 \text{ m}$).

OCENA BEZPIECZEŃSTWA NAWIGACYJNEGO STATKU MANEWRUJĄCEGO NA OBROTNICY ORAZ PRZY NABRZEŻU W PORCIE

Przy obsłudze dużych statków, w tym kontenerowców klasy PS, wejście do Portu Północnego obłożone jest koniecznością wykonania pełnego obrotu statku na obrotnicy portowej. Wprawdzie średnica obrotnicy spełnia wymogi proceduralne dla

wykonania tego manewru, jednakże uwzględniając gabaryty jednostek maksymalnych, czyli np. kontenerowców klasy PS, takich jak „Emma Maersk” o $L \times B \times T = 397,60 \text{ m} \times 56,40 \text{ m} \times 14,50 \text{ m}$, oraz mając na uwadze jej bezwładność w sytuacji działania wiatru na wynurzoną część kadłuba i zapas wody pod stępką w akwencie ograniczonym oscylujący w granicach niezbędnego minimum — wartość maksymalnej siły wiatru, umożliwiającej bezpieczne wykonanie manewru obrotu, należy przyjąć na poziomie 6 °B (13,8 m/s). Wielkość ta znajduje potwierdzenie nie tylko w przywołaniu wzajemnych rozmiarów dostępnego akwenu manewrowego oraz badanych kontenerowców, ale także oparta jest na długoletnich doświadczeniach pilotowych w obsłudze dużych statków (głównie masowców i zbiornikowców) w Porcie Północnym w Gdańsku [6]. Przekroczenie określonej powyżej siły wiatru może w stopniu wielce prawdopodobnym skutkować wadliwym wykonaniem manewru obrotu, a w konsekwencji kolizją badanego kontenerowca z konstrukcją brzegową (falochron północny, falochron wyspowy wschodni, nasada pirsu stanowisk P/R).

Dla należytej oceny nowych możliwych przegłębień w miejscach pozycjonowania dziobu i rufy zaleca się przeprowadzanie sondaży kontrolnych w odstępie czasowym nie dłuższym niż sześć tygodni do momentu właściwej oceny sytuacji i podjęcia odpowiednich działań.

W stanie pełnego załadowania kontenerowce klasy PS, takie jak „Emma Maersk” ($LOA = 397,60 \text{ m}$, $B = 56,40 \text{ m}$, około 15000 TEU), będą dysponowały nośnością rzędu 156907 DWT i zanurzeniem $T = 14,50 \text{ m}$. Zapas wody pod stępką wynoszący 2,50 m na torze wodnym będzie zatem przewyższał wartość minimalną R_t^{min} obliczoną na podstawie zależności (4) zaledwie o 1,05 m. Jest to jednak wartość oparta na przesłankach teoretycznych i wskutek przekroczenia średnich wartości określonych dla każdej jednostki indywidualnie (wartość osiadania, ugięcie kadłuba) może ulec niebezpiecznemu zmniejszeniu. W korelacji z bardzo dużą powierzchnią nawiewu oraz dość znaczną wypornością niezbędne jest zatem określenie dla wchodzącego do portu kontenerowca warunków wiatrowych i wynikających z nich warunków falowania gwarantujących pełną skuteczność asysty holowniczej, zapewniającej zdolności manewrowe zespołu holowniczego przy zachowaniu minimalnej szybkości dla optymalnego zmniejszenia efektu osiadania oraz dryfu statku na wietrze. W aspekcie parametrów basenu nr 2 i toru podejściowego, a także sposobu wyjścia z portu (jednostka ustawiona dziobem do wyjścia, manewr opuszczenia portu bez obrotu) dopuszczalną siłę wiatru na wyjściu statku [6] można określić na 17 m/s (7 °B). Przekroczenie tej wartości może skutkować utratą wymaganej zdolności manewrowej zespołu holowniczego (zerwanie holu) i w efekcie osadzeniem statku na mieliźnie.

Dla bezpiecznej obsługi kontenerowców o tak dużych gabarytach podczas ich wprowadzania do portu i wyprowadzania z niego konieczne jest posługiwanie się

asystą holowniczą (w rozumieniu trzymania jednostki na holach). Jest to wymóg zarówno proceduralny, odnoszący się do zbiornikowców i statków przewożących ładunki niebezpieczne (np. przepisy portowe [10], *Zarządzenie Nr 5 Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z 08.10.2002 r. w sprawie bezpieczeństwa ruchu i postoju zbiornikowców przewożących ładunki niebezpieczne* [4]), jak i praktyczny, umożliwiający bezpieczne wykonanie manewrów na torze i obrotnicy portowej oraz przeprowadzenie operacji cumowania i odcumowania jednostki. Na podstawie długoletnich doświadczeń praktycznych [6] maksymalną wysokość fali umożliwiającą bezpieczną pracę holowników na holach można określić jako $h_f = 1,2$ m. Wartość ta dotyczy fali wiatrowej i martwej. Przekroczenie tego rygoru może skutkować zerwaniem holu i w efekcie kolizją zbiornikowca z konstrukcją lądową lub utknięciem na mieliźnie.

Widzialność podczas wprowadzania statku do portu i wyprowadzania z niego nie może być mniejsza od 1 Mm. Wobec gabarytów i wyporności badanych statków mogących przewozić ładunki niebezpieczne w kontenerach, warunek ten powinien mieć zastosowanie także do operacji wprowadzania statku do portu w stanie załadowanym i wyprowadzania go z portu w stanie pod balastem. Niezastosowanie się do tego zalecenia może skutkować kolizją z jednostką pomocniczą, która porusza się poza kontrolą służb dyżurnych Kapitanatu Portu.

W przypadku wystąpienia zalodzenia na torze podejściowym i w basenie nr 2 zgoda na obsługę kontenerowca powinna być udzielona po uzyskaniu zupełnej pewności, że stan pokruszenia lodu w żaden sposób nie będzie utrudniał manewrów zespołu holowniczego na torze podejściowym, obrotnicy i w basenie nr 2, a także podczas dobijania do nabrzeża. Niezastosowanie się do tych zaleceń będzie skutkowało znaczącym wydłużeniem czasowym w obsłudze statku w porcie, a także znaczącym zwiększeniem jej kosztów.

W sporadycznych przedziałach czasowych w basenach paliwowych nr 1 i 2 oraz w pobliżu basenu kontenerowego po stronie portu wewnętrznego odnotowuje się przypadki występowania martwej fali, penetrującej wody basenów w sposób bardzo niebezpieczny dla cumujących statków. Jej obecność nie koresponduje z określonymi układami barycznymi i kierunkami występujących uprzednio wiatrów, a przez to jest bardzo trudna do przewidzenia.

Wystąpienie martwej fali w sytuacji cumującego kontenerowca klasy PS (np. „Emma Maersk”) może spowodować niebezpieczny ruch jednostki przy nabrzeżu, podnosząc prawdopodobieństwo zerwania lin cumowniczych oraz wprowadzając realne zagrożenie dla bezpieczeństwa konstrukcji pirsu i kontenerowca. Zgodnie z dotychczas stosowaną praktyką portową, bezpieczeństwo cumujących w bazie

kontenerowców, w przypadku pojawienia się martwej fali powodującej niebezpieczny ruch jednostki ze skutkami, o których powyżej wspomniano, stosowano zasadę korzystania z asysty holowniczej (dopychanie) pracującej na zlecenie statku (armatora). Jednak sposób ten nie daje pełnej gwarancji bezpieczeństwa statku i pirsu, nie gwarantuje, że wszystkie jednostki cumujące w bazie uzyskają pomoc (co wynika z ograniczeń ilościowych właściwego taboru holowniczego) i do tej pory miał odniesienie jedynie do statków o tonażu nieprzekraczającym 150000 DWT. Racjonalna ocena możliwości bezpiecznego cumowania jednostki o tonażu zbliżonym do kontenerowców klasy PS (15000 TEU, 156907 DWT) przy wystąpieniu martwej fali powodującej jej niebezpieczny ruch przy pirsie powinna być sygnałem do wydania nakazu opuszczenia portu przez statek.

Zgodnie z wymogami proceduralnymi (*Zarządzenie Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni w sprawie bezpieczeństwa i postoju zbiornikowców przewożących materiały niebezpieczne* oraz *Zarządzenie Nr 10 Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z dnia 6 maja 2005 r. „Przepisy Służby Kontroli Ruchu Statków — Służby VTS”* [3] i wynikający z nich obowiązek meldunkowy) kapitan statku zobowiązany jest do powiadomienia dyrektora Urzędu Morskiego poprzez służbę VTS o każdej niesprawności technicznej statku mogącej mieć wpływ na bezpieczną obsługę nawigacyjną i ładunkową jednostki. W rozumieniu bezpiecznej obsługi nawigacyjnej czynnikiem, który określa możliwość wprowadzenia jednostki do portu, jest pełna sprawność jego urządzeń napędowych i sterowych. Każde uszczuplenie tej sprawności powinno skutkować skierowaniem statku na kotwiczowisko w celu dokonania niezbędnej naprawy. W sytuacji zaistnienia awarii któregoś z wymienionych urządzeń podczas operacji wprowadzania jednostki do portu jego obsługa ładunkowa staje się niemożliwa zgodnie z obowiązkiem przepisowym utrzymania pełnej gotowości technicznej statku podczas prowadzenia tych prac, co jednoznacznie przesądza o konieczności skierowania jednostki na kotwiczowisko. Niesprawność wszelkich urządzeń pomocniczych (radary) lub urządzeń gwarantujących bezpieczne prowadzenie operacji załadunkowych (system balastowy jednostki) powinno być każdorazowo i indywidualnie poddane ocenie Kapitanat Portu w aspekcie możliwości wprowadzenia statku do portu (widzialność) oraz możliwości i czasu dokonania naprawy uszkodzonych urządzeń, bez narażania portu na niebezpieczeństwo. Żadne okoliczności nie powinny uzasadniać wydania zgody na wprowadzenie do portu statku z uszkodzonym napędem lub urządzeniem sterowym bez uruchomienia „planu portu schronienia”, z zastosowaniem odpowiednich procedur formalnych i technicznych, gdyż w sytuacji wystąpienia zagrożenia pożarowego lub wycieku substancji niebezpiecznych bądź zanieczyszczających skutki takiej decyzji mogą przybrać rozmiar katastrofy.

Zatrudnianie nie w pełni sprawnego holownika, bez powzięcia wiedzy o tym przez kapitana statku i pilota wykonującego usługę, będzie skutkować ograniczonymi właściwościami manewrowymi całego zespołu holowniczego z potencjalnym skutkiem wejścia kontenerowca na mieliznę bądź kolizji z konstrukcją brzegową.

Każdy holownik uczestniczący w zespole holowniczym obsługującym badany kontenerowiec i deklarujący niesprawność urządzenia, mającego lub mogącego mieć wpływ na bezpieczne i profesjonalne wykonanie usługi, powinien być bezwzględnie wycofany z zespołu holowniczego i o ile jest to możliwe — zastąpiony inną jednostką o podobnych walorach techniczno-manewrowych. Na kapitanie holownika spoczywa bezwzględny obowiązek natychmiastowego powiadomienia kapitana statku i pilota wykonującego usługę o stwierdzonej niesprawności.

Zgodnie z wytycznymi *Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 01.06.1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie* [5] R_t^{min} , czyli minimalny sumaryczny zapas głębokości wody pod stępką, powinien umożliwiać pływalność statku w najniekorzystniejszych warunkach hydrologicznych i nie może być mniejszy od R_t^{min} , tj. minimalnego sumarycznego zapasu głębokości wody. Minimalny sumaryczny zapas głębokości wody składa się z:

- rezerwy na niedokładność hydrograficznego pomiaru głębokości;
- rezerwy nawigacyjnej, tj. minimalnego zapasu wody pod stępką jednostki pływającej zależnego od rodzaju gruntu dna akwenu;
- rezerwy na niskie stany wody;
- rezerwy na falowanie wody;
- rezerwy na podłużne przegłębienie kadłuba (do 2°) i przechyły boczne (do 5°);
- rezerwy na poprzeczny przechył kadłuba;
- rezerwy na przegłębienie rufy jednostki pływającej będącej w ruchu;
- rezerwy na osiadanie jednostki w ruchu.

Wyraża się on wzorem:

$$R_t^{min} = \eta \times T_C \quad [\text{m}], \quad (4)$$

gdzie:

T_C — największe dopuszczalne zanurzenie kadłuba równomiernie załadowanego statku [m];

η — współczynnik bezwymiarowy zależny od rodzaju akwenu lub toru wodnego, dla zewnętrznych torów podejściowych z morza do portów i przystani morskich wynosi on 0,10, a dla akwenów osłoniętych od falowania 0,05.

W przypadku toru podejściowego i obrotnicy zależności te określone dla kontenerowców klasy PS, takich jak „Emma Maersk”, w stanie załadowanym ($T_C = 14,50$ m) wynoszą odpowiednio: $R_t^{min} = \eta \times T_C = 0,10 \times 14,5 \text{ m} = 1,45 \text{ m}$. Głębokość akwenu $h = 17,0$ m; T_{max} statku = $T_C = 14,5$ m; zapas wody pod stępką = $2,5 \text{ m} > R_t^{min} = 1,45 \text{ m}$ i $1,05 \text{ m}$.

Z powyższych danych wynika, że wymóg wspomnianego rozporządzenia [5] w aspekcie głębokości toru podejściowego w odniesieniu do statków o zanurzeniu $T_{max} = 14,5$ m jest spełniony. Należy jednak zauważyć, że według *Report of Working Group IV of the Pianc International Commission for The Reception of Large Ships* w części toru wodnego wyeksponowanego na dużą falę rozkołysu zapas wody pod stępką powinien wynosić 15% zanurzenia statku i w przypadku Portu Północnego dla kontenerowców klasy PS, np. „Emma Maersk”, z $T_{max} = 14,50$ m przybiera wartość $2,18$ m, z wymogiem głębokości toru minimum $16,68$ m. Dla toru wodnego o głębokościach $h = 17$ m warunek ten jest więc spełniony.

Kontenerowce klasy PS traktowane są jak każda inna jednostka niebędąca zbiornikowcem, w rozumieniu wymogów ministra transportu i gospodarki morskiej w sprawie budowli hydrotechnicznych [5], w aspekcie minimalnych wartości obrotnicy, która jest przez tę jednostkę wykorzystywana do obrotu. Obrotnica paliwowa w Porcie Północnym charakteryzuje się głębokością $17,0$ m i średnicą równą 670 m. Dwie obrotnice wewnętrzne charakteryzują się głębokością $16,50$ m oraz średnicą 670 m.

Zgodnie z wytycznymi przywoływanego już rozporządzenia średnica obrotnicy dla statków innych niż zbiornikowce może mieścić się w przedziale od $2,0 \cdot L_C$ do $1,6 \cdot L_C$. W przypadku kontenerowców klasy PS, których kadłuby osiągają długość całkowitą rzędu $L_C = 397,60$ m, współczynnik ten wynosi $1,69$. Można więc przyjąć, że dla obrotnicy paliwowej o średnicy 670 m i głębokości akwenu 17 m oraz każdej z dwóch obrotnic wewnętrznych o średnicy 670 m z głębokościami akwenu $16,5$ m warunek ten jest spełniony. Pewne zastrzeżenia mogą jednak budzić dostępne tu głębokości akwenu.

Szczególną uwagę należałoby zatem poświęcić manewrom kontenerowców klasy PS na obrotnicach wewnętrznych, gdzie przy głębokościach akwenu $16,5$ m minimalny zapas wody pod stępką ($R_t^{min} = 2,0$ m) oszacowany dla jednostek o zanurzeniu $T = 14,5$ m oscylowałby na przyjętej granicy bezpieczeństwa. Zapas wody pod stępką obliczony na podstawie zależności (4) oparty jest bowiem jedynie na przesłankach teoretycznych i wskutek przekroczenia średnich wartości określonych dla każdej jednostki indywidualnie (np. przy osiadaniu, ugięciu kadłuba, przechyłach bocznych na fali lub dynamicznym działaniu holowników) zawsze może ulec niebezpiecznemu zmniejszeniu. Obracanie badanych kontenerowców klasy PS powinno zatem nastąpić na obrotnicy paliwowej przy dobrych warunkach pogodowych i/lub zmniejszonym zanurzeniu.

WNIOSKI

Z przeprowadzonej analizy bezpieczeństwa wynika, że przejście nawigacyjne kontenerowców klasy PS, takich jak „Emma Maersk”, o gabarytach $L \times B \times T_{zr} = 397,60 \text{ m} \times 56,40 \text{ m} \times 14,5 \text{ m}$ w stanie załadowanym torem wodnym wschodnim do terminalu kontenerowego DCT Gdańsk Port Północny będzie możliwe przy dobrych warunkach pogodowych (maksymalna siła wiatru 7°B na wejście, 7°B na wyjście i 6°B na obrotnicy, przy maksymalnej wysokości fali $h_f = 1,2 \text{ m}$ oraz minimalnej widzialności poziomej określonej w analizie nawigacyjnej rzędu 1 Mm) i wielce ryzykowne przy warunkach zewnętrznych niedogodnych (falowanie $h_f \geq 1,2 \text{ m}$, silny wiatr $\geq 7^\circ\text{B}$, widzialność pozioma $\leq 0,6 \text{ Mm}$). Ponadto:

1. Przy dobrych warunkach hydrometeorologicznych manewry wykonywane na torze wodnym powinny odbywać się w asyście holowników, manewry portowe zaś obowiązkowo z holownikami (najlepiej tzw. pędnikowcami) zamocowanymi przynajmniej po jednym na dziobie i rufie (1+1).
2. Optymalną prędkością jednostki zapewniającą dostateczną stateczność kursową są prędkości rzędu od 3,5 do 5 węzłów. Dalsze zmniejszanie prędkości bez asysty holowników może spowodować nadmierny dryf oraz znos statku z toru wodnego, szczególnie przy silnym wietrze i prądzie działającym poprzecznie do wzdłużnej osi toru wodnego.
3. Minimalna prędkość manewrowa kontenerowców klasy PS, takich jak „Emma Maersk”, wynosi w stanie załadowanym oraz pod balastem 3 węzły.
4. Prędkość żeglowną na torze podejściowym (w przypadku utworzenia zespołu holowniczego na linach) należy utrzymywać w przedziale od 4 do 6 węzłów, dla zachowania sterowności statku.
5. Dla jednostek klasy PS operacje należy ograniczyć w zakresie widzialności do 1,0 Mm (tak jak dla dużych zbiornikowców) i dopuszczalnej siły wiatru do 7°B na wejście, 7°B na wyjście oraz rekomendowanych 6°B na obrotnicy.
6. Do obsługi statku przy sile wiatru 7°B i więcej należy zapewnić asystę holowników (najlepiej tzw. pędnikowców) w liczbie około czterech jednostek usytuowanych odpowiednio: dwa holowniki na dziobie i dwa na rufie (2+2).
7. Dla należytej oceny nowych możliwych przegłębień przy nabrzeżu w miejscach pozycjonowania dziobu i rufy zaleca się przeprowadzanie sondaży kontrolnych w odstępie czasowym nie dłuższym niż sześć tygodni do momentu właściwej oceny sytuacji i podjęcia odpowiednich działań.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ‘Admiralty Sailing Directions, Baltic Pilot’, Vol. I, NP18, ed. 15/2010.
- [2] ‘Admiralty List of Radio Signals’, Vol. 6(2), NP286 (2), ed. 2009/2010.
- [3] Dz.Urz. Woj. Pomorskiego, 2005, nr 65, poz. 1214.
- [4] DzU, 1998, poz. 98.101.645.
- [5] Ekspertyzy wewnętrzne Urzędu Morskiego w Gdyni opracowane w lutym 2005 r. na potrzeby obsługi statków VLCC w Naftoporcie oraz w 2010 r. na potrzeby kontenerowców Post-Panamax w terminalu DCT Gdańsk.
- [6] Gucma S., Jagniszczak I., *Nawigacja morska dla kapitanów*, Wydawnictwo Foka, Szczecin 1997.
- [7] Nowicki A., *Wiedza o manewrowaniu statkami morskimi*, Wydawnictwo Trademar, Gdynia 1999.
- [8] *Zarządzenie porządkowe Nr 10 Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z dnia 6 maja 2005 r.*
- [9] *Zarządzenie Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni Nr 12 z dnia 14 czerwca 2005 r. w sprawie przepisów portowych*, Dz.Urz. Woj. Pomorskiego, 2005, nr 69, poz. 1312.

SAFETY OF SHIPPING WHEN NAVIGATING ON PS CLASS VESSELS „EMMA MAERSK” WHILE APPROACHING DCT TERMINAL IN GDAŃSK PORT PÓLNOCNY

ABSTRACT

The paper presents the analysis of safety of shipping (safety of navigation) in the Bay of Gdańsk while approaching DCT terminal in Gdańsk Port Północny on PS Class containers, „Emma Maersk” type. To estimate the safety of navigation in divergent external conditions the practical methods and guidelines published by the Polish Maritime Administration are used.

Keywords:

safety of navigation, navigational risk, ship maneuvering, navigational reserve, margin of water under keel, „Emma Maersk”, DCT Gdańsk.