



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

Jerzy HAJDUK

CUMOWANIE STATKU Z WYKORZYSTANIEM HOLOWNIKÓW

Streszczenie

Cumowanie statku morskiego do nabrzeża jest manewrem skomplikowanym zależnym od wielu czynników. Na liczbę holowników, ich parametry oraz taktykę cumowania ma wpływ wielkość statku, jego wyposażenie w urządzenia napędowo-sterowe, rozmiar bezpiecznego akwenu manewrowego, aktualne czynniki hydrometeorologiczne oraz dotychczasowa praktyka i doświadczenie przekładające się zwłaszcza na taktykę manewrowania. Konieczność stosowania holowników wynika bezpośrednio z przepisów lokalnych. Na świecie nie wykreowano jednolitych zasad wykorzystania holowników, a przepisy w tym zakresie tworzone są każdorazowo indywidualnie z wykorzystaniem bazy dotychczasowych doświadczeń. Modyfikacja przepisów lokalnych jest wymuszana wypadkowością, zmianami infrastruktury portowej oraz zwiększaniem wielkości statków.

WSTĘP

Początkową i końcową fazą każdej podróży morskiej jest manewr zacumowania/odcumowania statku. Manewr ten jest skomplikowany i związany z ryzykiem awarii nawigacyjnej. Każdy port morski posiada przepisy lokalne, w których w sposób mniej lub bardziej sformalizowany regulowana jest konieczność użycia holowników w trakcie manewrów zacumowania/odcumowania statku. Przepisy te uzależniają liczbę koniecznych holowników od wielkości statków oraz innych lokalnych uwarunkowań. Ponadto często formułowane są wymagania w stosunku do parametrów samych holowników, które mają być wykorzystywane w trakcie manewrów.

Użycie holowników powinno zapewnić bezpieczeństwo tych manewrów w określonych warunkach nawigacyjnych. Jednak w większości portów usługi holownicze obarczają kosztami armatorów, którzy starają się je minimalizować poprzez odpowiednie wyposażenie swoich statków w specyficzne urządzenia napędowo-sterowe. Typowe rozwiązania to montowanie sterów strumieniowych na dziobie statku i ewentualnie na rufie oraz stosowanie napędu dwuśrubowego z pędnikami nastawnymi.

Holowniki charakteryzują się parametrami, które właściwie przywołane w przepisach lokalnych powinny zapewnić bezpieczne wykonanie manewru dla określonego statku w zadanych warunkach nawigacyjnych. Jakkolwiek parametry holowników są sformalizowane i pozwalają porównywać holowniki między sobą to jednak przywoływanie ich w przepisach lokalnych nie jest usystematyzowane i w większości wynika z dotychczasowej praktyki i tradycji. Zmiany technologiczne w budowie statków i holowników wymuszają obecnie konieczność wykonania badań symulacyjnych manewrów

cumowania/odcumowania, których wyniki powinny wskazywać na konieczne minimum użycia określonych holowników w zadanych warunkach nawigacyjnych.

Zastosowanie nowoczesnych narzędzi i procedur badawczych nie zawsze skutkuje właściwym zrozumieniem wyników i ich implementacją do przepisów lokalnych. Brakuje w tym zakresie nie tylko standardów międzynarodowych oraz krajowych. Często propozycja zmiany przepisów lokalnych napotyka na przeszkody związane z czynnikiem ludzkim wynikającym z konserwatyizmu i braku zrozumienia dla zachodzących przemian.

1. WIELKOŚĆ STATKU

Wielkość statku w sensie fizyki zjawiska nie jest pojęciem jednowymiarowym. Może być określona kilkoma parametrami, które w wielu sytuacjach nawzajem się uzupełniają. Wskaźniki liczbowe tych parametrów są jednoznaczne, umożliwiając porównywanie statków różnej konstrukcji.

Długość statku. Wyróżnia się długość całkowitą statku, oraz długość między pionami. Długość całkowita statku jest to odległość pozioma mierzona w płaszczyźnie symetrii między prostymi prostopadłymi do wodnicy konstrukcyjnej i przechodzącymi przez najbardziej wysunięte do dziobu i do rufy stałe punkty kadłuba. Długość całkowita statku jest jednym z bardziej istotnych parametrów charakteryzujących statek.

Szerokość statku. Szerokość całkowita statku podobnie jak jego długość całkowita jest jednym z podstawowych wymiarów fizycznych statku. Szerokość całkowita statku, jest to odległość pozioma mierzona prostopadle do płaszczyzny symetrii statku między najbardziej na zewnątrz wysuniętymi stałymi punktami kadłuba.

Zanurzenie statku. Trzeci wymiar statku, czyli jego zanurzenie jest parametrem który należy rozpatrywać w dwóch aspektach. Pierwszy, jako parametr stały — konstrukcyjny. Zanurzenie konstrukcyjne jest to odległość pionowa mierzona od wodnicy konstrukcyjnej do płaszczyzny podstawowej. Jest to parametr pozwalający na wstępną klasyfikację wielkości statku. Drugi aspekt, to aktualne zanurzenie maksymalne. Zanurzenie maksymalne jest to odległość pionowa od lustra wody do najgłębiej zanurzonego stałego punktu kadłuba. Jest to parametr zmienny, odczytywany dla danej gęstości wody.

Wysokość statku ponad poziom wody. Wysokość statku ponad poziom wody (air draft) jest parametrem jednoznacznym, który warunkuje bezpieczną nawigację statku w przypadku ograniczeń wysokości jego konstrukcji wystającej ponad poziom wody.

Wyporność statku. Wyporność statku jest to masa wody wypartej przez kadłub, przy określonym zanurzeniu. Jest wyrażona w tonach metrycznych lub angielskich i podawana dla określonej gęstości wody. Faktycznie równa jest masie całkowitej statku dla określonego zanurzenia.

Nośność statku (DWT). Nośność statku jest to wielkość masy ładunku, bunkru, zapasów i ludzi, jaką statek może przyjąć do dopuszczalnej linii zanurzenia. Charakteryzuje możliwość załadowania na statek wszystkich ciężarów. Wyróżnić należy nośność konstrukcyjną, która jest wartością stałą podawaną dla zanurzenia konstrukcyjnego, oraz nośność aktualną, której wielkość wynika z bieżącego zanurzenia.

Pojemność statku. Pojemność statku jest parametrem, który ze względu na zmienność miar i przepisów ulegał w swojej historii wielorakim modyfikacjom. Obecnie według obowiązującej Międzynarodowej Konwencji o Pomierzaniu Pojemności Statków z 1969 roku, pojemność statku jest wielkością bezwymiarową. Pojemność brutto (GT) jest to miara całkowitej wielkości statku, a więc całkowitej jego bryły łącznie z nadbudówkami, mierząc po wewnętrznej powierzchni poszycia stalowego lub po powierzchni zewnętrznej statku zbudowanego z innego materiału. Pojemność brutto statku wyrażana jest wzorem.

Pojemność netto (NT) jest to miara pojemności użytkowej, czyli obejmującej zamknięte pomieszczenia ładunkowe będące pomieszczeniami przystosowanymi do przewożenia

ładunku, które zostały włączone do pojemności brutto. Do obliczania pojemności netto (wielkość bezwymiarowa) również stosowany jest wzór matematyczny [6].

2. AKWEN MANEWROWY

Na akwenach ograniczonych, gdzie prowadzona jest nawigacja pilotażowa ustalenie położenia statku jest równoznaczne z ustaleniem położenia jego wodnicy w stosunku do bezpiecznej izobaty [1, 2]. Na każdym akwencie ograniczonym określone są dostępne akwenty żeglugowe warunkowane występującymi głębokościami, gdzie ograniczająca je izobata nazywana jest bezpieczną izobata, którą określa następująca zależność [2]:

$$h = T + \Delta \quad (1)$$

gdzie: h – głębokość bezpieczna,

T – zanurzenie maksymalne statku,

Δ – rezerwa wody pod stępką.

Bezpieczny akwen manewrowy statku w rejonie cumowania do nabrzeża jest szczególnym przypadkiem bezpiecznego obszaru manewrowego. Klasyfikując wielkość i kształt bezpiecznego akwenu manewrowego statku w rejonie cumowania do nabrzeża " Γ ", jako zmienną zależną od parametrów statku S_i , środowiska B_i i parametrów zastosowanych urządzeń technicznych T_i , otrzymuje się [4]:

$$\Gamma = f(S_i, B_i, T_i) \quad (2)$$

Określając bezpieczny akwen manewrowy dla projektowanego nabrzeża, należy określić warunki jego eksploatacji w formie przepisów portowych, to znaczy warunki graniczne globalnych parametrów ze zbiorów S_i , B_i , i T_i .

Środowisko w jakim sterowany jest obiekt dzieli się na akwen podejściowy, nabrzeże jako docelowa pozycja statku oraz warunki hydrometeorologiczne występujące na akwencie.

Akwent podejściowy. Jedną z zasadniczych czynności, którą należy wykonać w czasie manewru cumowania jest wytracenie prędkości statku. Obowiązuje tutaj podstawowa zasada, że na wykonanie każdego manewru należy przewidzieć wystarczającą ilość czasu i miejsca. Akwent podejściowy może być Nielimitowany i limitowany. Przykładem Nielimitowanego akwenu podejściowego są pirsy budowane z ładu prosto w morze. Najczęściej akwenty podejściowe wewnątrz portów są limitowane głębokościami, brzegami i innymi nabrzeżami przyjmując kształty odcinków prostych i łuków. Kryterium bezpieczeństwa na tych akwenach jest pas ruchu statku [7].

Nabrzeże. Wyróżnia się dwa czynniki, a mianowicie długość linii cumowniczej i uzbrojenie nabrzeża. Długość linii cumowniczej może być ograniczona i nieograniczona. Ograniczenie wynika z cumujących innych jednostek, innych nabrzeży usytuowanych w pobliżu oraz niedostatecznych głębokości. Nieograniczenie linii cumowniczej jest umowne i można przyjąć, że ma miejsce, gdy długość linii cumowniczej równa jest kilku długościom statku i nie ma wymienionych wyżej ograniczeń. Uzbrojenie nabrzeża w aspekcie cumowania statku dzieli się na uzbrojenie w urządzenia odbojowe i cumownicze, które rzutują między innymi na wielkość energii dopuszczalnej wydzielanej na nabrzeżu (składowej normalnej do nabrzeża wektora prędkości w momencie kontaktu statek - nabrzeże), oraz uzbrojenie w urządzenia przeładunkowe, których położenie na nabrzeżu może limitować taktykę podejścia statku, w tym głównie kąt między linią diametralną statku, a linią nabrzeża w momencie pierwszego kontaktu statku z nabrzeżem i w trakcie przemieszczania wzdłuż nabrzeża do pozycji cumowania.

Warunki hydrmeteorologiczne. Warunki hydrometeorologiczne, to jest wiatr, prąd i falowanie są jednymi z głównych czynników zewnętrznych działających na statek. Parametrami charakteryzującymi wymienione czynniki są wektory prędkości średnich (długoterminowych), chwilowych (bieżących) istniejących w czasie wykonywania manewru i maksymalnych (ograniczających) przy których wykonywanie manewrów jest jeszcze dopuszczalne.

Działanie wiatru na statek dotyczy jego części nadwodnej i jest zależne od typu statku i stanu załadowania (powierzchnia nawiewu), oraz kierunku i prędkości wiatru. Jest to działanie stosunkowo łatwo przewidywalne i wyróżnia się warunki zerowe (brak wiatru), wiatr sprzyjający manewrom i niesprzyjający, co rzutuje między innymi na taktykę wykonywania manewru.

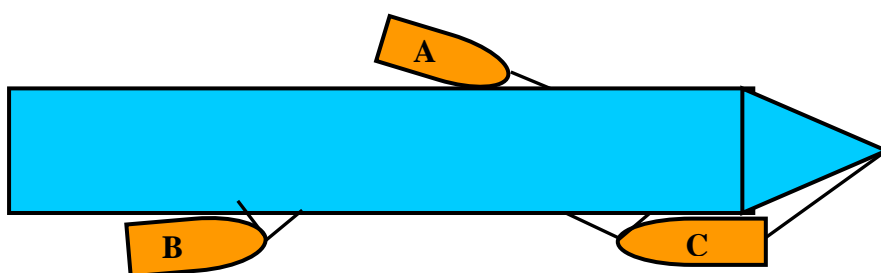
Działanie prądu na statek dotyczy jego części podwodnej i jest zależne od typu statku, stanu załadowania oraz kierunku i prędkości prądu. Jest to działanie trudno przewidywalne, ponieważ często zwłaszcza w pobliżu nabrzeży, chwilowa wartość wektora prądu jest zmienna zarówno w przekroju pionowym jak i poziomym. Wyróżnia się manewry w warunkach zerowych (zamknięte baseny portowe) oraz prąd ułatwiający lub utrudniający wykonywanie cumowania.

3. TAKTYKA MANEWROWANIA

Wyróżnia się dwie taktyki manewrowania z użyciem holowników: amerykańska i europejska. Można spotkać również metodę mieszaną.

W metodzie amerykańskiej holowniki mocowane są bezpośrednio przy statku a ich praca polega głównie na pchaniu i ciągnięciu [8]. Miejsce ich pracy zależy od sytuacji i rodzaju manewru. Holownik może pracować na dziobie, rufie jak i przy jednej z burt statku. Praktykowane są trzy sposoby mocowania holownika do statku (rys.1) [13]:

- A - za pomocą jednej liny,
- B - za pomocą dwóch lin,
- C - za pomocą trzech lin.

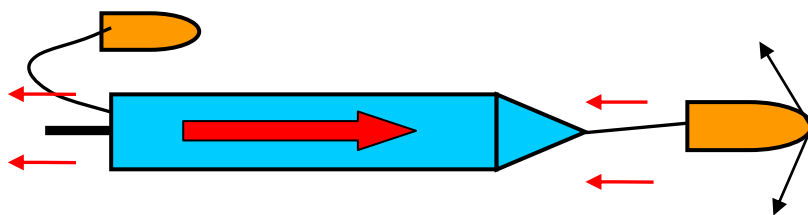


Rys. 1. Mocowanie holownika do statku w systemie amerykańskim [10]

Sposób mocowania holownika do statku zależy od typu holownika oraz rodzaju pracy, jaki musi wykonać. Lina dziobowa z reguły wychodzi bezpośrednio z dziobu holownika natomiast, jeśli jest używany również szpring to powinien także wychodzić z miejsca jak najbliższej dziobu. Jeżeli spełniony jest ten warunek holownik może swobodnie obracać się w stosunku do diametralnej statku od 160 do 180 stopni. Zastosowanie trzeciej rufowej liny powoduje, że holownik jest zamocowany do statku praktycznie na sztywno. Rufowa lina ma za zadanie przeciwdziałać prądowi, przeciwdziałać bocznym efektom śruby w holownikach konwencjonalnych oraz uniemożliwiać odchodzenie rufy jednostki od burty statku, gdy ten pracuje swym napędem wstecz. Pomaga również utrzymać holownik (przy prędkościach

powyżej 6 węzłów) pod odpowiednim kątem do burty statku podczas ruchu naprzód lub wstecz [13].

W metodzie europejskiej holowniki zatrudniane są na długich holach na rufie i dziobie statku. Metoda ta jest stosowana w wielu portach świata, głównie przy asystach np. przy przejściach pod mostami czy też pokonywaniu zakrętów w wąskich przejściach (rys.2). Holowniki mocowane są w miejscach określonych szczegółowo w przepisach portowych każdego portu. O tym, czy liny holownicze podawane są ze statku czy z holownika decyduje jego wyposażenie i przepisy lokalne. Podanie, czy też wzięcie liny holowniczej wymaga często zredukowania prędkości statku do 4 -5 węzłów zwłaszcza dla holownika na dziobie. Manewr ten wymaga dużego doświadczenia ze strony szypra ze względu na działające siły hydrodynamiczne pomiędzy statkiem i holownikiem i często niesprzyjające warunki (prąd, wiatr). Po zamocowaniu holowników statek może zwiększyć swoją prędkość do około 7 węzłów. W takim przypadku holownik dziobowy wspomaga statek w utrzymaniu i zmianie jego kursu. Natomiast holownik na rufie podąża na luźnym holu ze statkiem. Dopiero po dojściu całego zestawu do miejsca cumowania lub obrotu, zmniejszeniu prędkości do około 3-4 węzłów i zastosowaniu rajtału, holownik rufowy może odejść za rufę. Ustawia się prawie prostopadłe do diametralnej statku wykładając odpowiednio ster na burtę i pracując maszyną naprzód. Hamownie statku spowodowane jest więc powierzchnią jego podwodnej części kadłuba. Bardzo duże znaczenie podczas tego manewru ma kąt, pod jakim holownik ustawia się w stosunku do napierającej wody. Jeżeli prędkość statku jest dość duża, a kąt zbliżony do prostego, może to spowodować zerwanie holu lub liny holowniczej, a w konsekwencji nawet do przewrócenia holownika. Przypadek taki opisano w części 7.



Rys. 2. Przykład mocowania holowników w systemie europejskim [10]

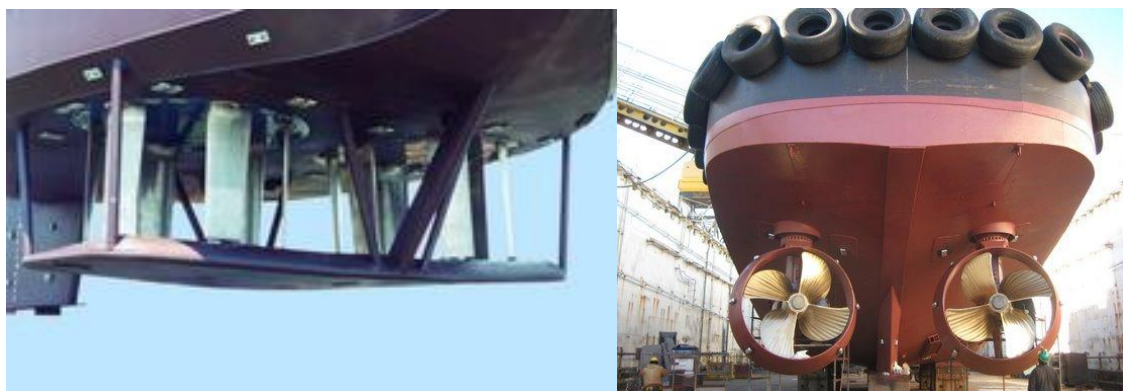
Po zatrzymaniu statku, do burty mogą podejść następne dwa holowniki, aby dopychać statek do nabrzeża. Natomiast rufowy i dziobowy holownik odchodzą na wodę, aby móc kontrolować prędkość dochodzenia statku do kei. Mogą również być wykorzystane do późniejszego dokładnego ustawienia statku przy nabrzeżu.

4. PARAMETRY HOLOWNIKÓW

Holownik jako statek może być charakteryzowany parametrami opisującymi jego wielkość jako statku specyficznej konstrukcji i zastosowania. Jednak wymienione wcześniej parametry opisujące wielkość statku nie są w stanie prawidłowo scharakteryzować cech holownika, które decydują o jego przydatności w trakcie holowania.

Podstawowe parametry, które właściwie opisują zdolność holownika do świadczenia zadań stawianych przed tego typem statku to moc maszyn, siła uciągu i rodzaj pędnika. W przeszłości, gdy holowniki posiadały napęd konwencjonalny, jedynym parametrem charakterystycznym i porównywalnym, który powszechnie stosowany był w przepisach to moc silnika głównego. W ostatnich latach coraz powszechniej stosowanym parametrem charakteryzującym holowniki jest siła uciągu na palu. W połączeniu z nowymi rodzajami stosowanych w holownikach napędów jak np. typu „traktor”, pędniki azymutalne (ASD) (rys.3) jest to parametr lepiej opisujący ich możliwości eksploatacyjne. Ma to duże znaczenie

przy obsłudze w trakcie manewrów zacumowania/odcumowania coraz większych statków w tym zwłaszcza zbiornikowców, masowców i kontenerowców [9,11,12].



Rys. 3. Pędnik holownika typu „traktor” oraz azymutalny (ASD) [17, 18]

Charakteryzowanie holowników poprzez podawanie parametru siły uciągu na palu jest tendencją obserwowaną zarówno w przepisach towarzystw klasyfikacyjnych nadzorujących projektowanie, budowę i eksploatację statków, które wprowadzają do swoich przepisów konieczność przeprowadzania testu badającego siłę uciągu holownika na palu jak również zmiany w lokalnych przepisach portowych, gdzie dotychczasowy opis holownika parametrem mocy jego silnika głównego zostaje zastępowany siłą uciągu na palu [9, 11, 15].



Rys. 4. Test holownika badający siłę uciągu na palu [9]

5. PRZEPISY DOTYCZĄCE DOBORU HOLOWNIKÓW

Przepisy dotyczące doboru holowników na trasie podejściowej i w momencie cumowania są zawarte w przepisach lokalnych czasami nazywanych portowymi. Nie ma przepisów czy też zaleceń nadrzędnych i dlatego wymagania zawarte w przepisach lokalnych wynikają głównie z panujących warunków nawigacyjnych na akwenu oraz dotychczasowej praktyki. W większości przypadków określają one obecnie liczbę holowników w zależności od długości całkowitej statku. Wyjątkowo liczba wymaganych holowników jest uzależniana od pojemności brutto statku (GT). Holowniki charakteryzowane są mocą silników głównych. Można zaobserwować tendencję polegającą na uwzględnieniu w przepisach postępu technologicznego związanego z rodzajem napędu holowników oraz wyników prowadzonych

badan. Wprowadza się do przepisów lokalnych zamiast mocy silników głównych – wymaganą siłę uciągu na palu lub sumaryczną siłę uciągu holowników oraz konieczność zastosowania jednego lub większej liczby holowników o napędzie cykloidalnym [8,11,12].

W polskich portach w zakresie wymagań dotyczących holowników nie ma ujednoliconego podejścia. W portach wybrzeża zachodniego stosowane są obecnie przepisy wychodzące naprzeciw tendencjom światowym. Definiowana jest minimalna liczba holowników w zależności od długości holowanego statku z określeniem minimalnej ich sumarycznej siły uciągu. Dodatkowo wskazana jest konieczność stosowania holowników z nowymi rodzajami pędników dla statków największych. W portach Trójmiasta w dalszym ciągu przepisy lokalne bazują na określaniu liczby holowników ze wskazaniem mocy ich silników głównych [11, 12].

Tab. 1. Porównanie przepisów portowych w zakresie liczby holowników [11, 16]

Swinoujście			Instanbuł		
Długość statku [m]	Liczba holowników	Siła uciągu (suma) [T]	Pojemność brutto	Liczba holowników	Siła uciągu jednego holownika [T]
90-120	1	12	2000-5000	1	16
>120-140	1	30	5000-15000	2	18
>140-160	2	50	15000-30000	2 lub 3	27 18
>160-180	2	70	>30000	2 lub 3	30 20
>180-210	3	80			
>210-230	3	90			
> 230	4	110			

6. WYPADKI HOLOWNIKÓW

Wypadki holowników mogą być bardzo różne. Można je podzielić na wypadki, które są charakterystyczne dla statków morskich oraz specyficzne będące pochodną świadczonych usług holowniczych. Wypadki charakterystyczne powstałe w trakcie świadczenia usług holowniczych są często wynikiem niewłaściwej pracy w trakcie manewrów holowniczych. Powstają zwłaszcza w sytuacjach niewłaściwej pracy z naprężoną liną holowniczą lub nieprawidłowym ustawieniem się holownika w stosunku do działającej na niego dodatkowej siły wynikającej z przyjętego holu. Dotyczy to zwłaszcza holowników o tradycyjnym napędzie jednośrubowym. Klasycznym przykładem takiego wypadku jest zatonięcie holownika *Flying Phantom* podczas holowania statku m/s *Red Jasmine* na rzece Clyde w dniu 19.12.2007 [14].

Holownik *Flying Phantom* jest holownikiem o tradycyjnym napędzie wyposażonym w pojedynczą nastawną śrubę umieszczoną w dyszy Korta. Statek *Red Jasmine* jest masowcem o długości całkowitej 225 metrów. Zdarzenie miało miejsce podczas gęstej mgły. W ostatnim momencie przed wypadkiem dziób statku przemieszczał się w lewo i holownik dostał dyspozycję, aby mocno odciągać dziób statku w prawo zapobiegając tym samym uderzeniu przez kadłub statku w przeszkodę nawigacyjną. Holownik po mocnym odejściu w prawo znalazł się na mieliźnie o czym zameldował pilotowi. W tej pozycji lina holownicza ustawiona była prostopadle do linii diametralnej statku. Szyper holownika otrzymał polecenie

zwolnienia holu, ale na to polecenie już nie zareagował, gdyż holownik dostał przechyłu na lewą burtę i przez niezamknięte drzwi wodoszczelne nabrał wody i prawie natychmiast zatonął. W wypadku zginęły trzy osoby z załogi holownika, a jedna została ranna.



Rys. 5. Ostatnia pozycja holownika Flying Phantom o godz.17.59.40 [14]

PODSUMOWANIE

Manewr cumowania statku z wykorzystaniem holowników jest manewrem specyficznym wymagającym dużych umiejętności pilota znajdującego się na statku oraz szypra manewrującego holownikiem. Ważnym czynnikiem jest czynnik łączności pomiędzy statkiem i holownikiem. Zasady użycia holowników są ujęte w przepisach lokalnych (portowych). Zależą one od warunków lokalnych danego akwenu oraz dotychczasowej praktyki.

Zmiany technologiczne w budowie holowników i rozwoju badań symulacyjnych dają możliwość lub wręcz wymuszają konieczność wprowadzania zmian do przepisów lokalnych. Jednak czynnik ludzki przejawiający się u decydentów konserwatyzmem i nierozumieniem obecnych możliwości w zakresie współpracy statek-holownik oraz weryfikacji propozycji zmian przepisów wynikami badań symulacyjnych powoduje stagnację w tym zakresie. Przykładem są porty polskie, gdzie jedna administracja morską utrzymuje różne przepisy w tym zakresie dla różnych portów polskich.

Zmiany technologiczne w budowie statków morskich, które przejawiają się budowaniem coraz większych jednostek morskich, „dopasowanych” do akwenów na których są eksploatowane w połączeniu z transportowanymi dużymi partiami ładunków niebezpiecznych wymuszają wymianę taboru holowniczego na jednostki bardziej zaawansowane zwłaszcza w zakresie ich napędu i sterowania. Współbieżnie z tymi zmianami powinny następować zmiany przepisów lokalnych, których założenia wynikające z możliwości technologicznych można weryfikować przy wykorzystaniu badań symulacyjnych. Wprowadzanie takich zmian wymaga zaawansowanego szkolenia na symulatorach dla pilotów i szyprów.

SHIP'S BERTHING WITH TUGS

Abstract

Ship mooring to quay is difficulty maneuver and dependent on many factors. The number of tugs, their parameters and tactics mooring affects the size of the vessel, its equipment in device drive-

steering, the size of the available area of maneuvering, current hydro meteorological factors and practice and translational experience especially on the tactics of maneuvering. The need to use tugs stems directly from local regulations. The world does not develop uniform rules the use of tugs, and the provisions in this regard are created each individually using a database of past experience. Modification of local regulations is enforced by accidents, changes to port infrastructure and the increasing size of vessels.

BIBLIOGRAFIA

1. Gucma S.: *Inżynieria ruchu morskiego*, Okrętownictwo i żegluga, Gdańsk 2001.
2. Gucma S.: *Nawigacja pilotażowa*, Fundacja Promocji Przemysłu Okrętowego i Gospodarki Morskiej. Gdańsk 2004.
3. Gucma S., Jagniszczak I.: *Nawigacja dla kapitanów*, Fundacja Promocji Przemysłu Okrętowego i Gospodarki Morskiej, Gdańsk 2006.
4. Hajduk J.: *Akwen manewrowy statku w rejonie cumowania do nabrzeża*, Rola nawigacji w zabezpieczeniu działalności ludzkiej na morzu, Materiały na VIII konferencję naukowo-techniczną. Sekcja Nawigacji Komitetu Geodezji PAN, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni 1994.
5. Hajduk J.: *Designing ports with computer simulation methods*, Marine Technology and Transportation, Wessex Institute of Technology, UK Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston 1995.
6. Hajduk J.: *Termin "statek maksymalny" w inżynierii ruchu morskiego*, Inżynieria Morska i Geotechnika, Nr 5/1998.
7. Hajduk J.: *Pas ruchu statku jako kryterium oceny bezpieczeństwa żeglugi*, Zeszyty Naukowe WSM w Szczecinie 1990.
8. Hajduk J.: *Przepisy lokalne w ujęciu algorytmicznym*, Proceedings of the XIV International Scientific And Technical Conference On Maritime Traffic Engineering, Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2011.
9. Hans van der Ster.: *Bollard pull testing becoming standard for newly classed tugs*, 2010. <http://www.towingline.com/>
10. Maliczak R.: *Taktyka manewrowania statkami typu „Świnmax” w porcie Świnoujście z wykorzystaniem holownika z pędnikiem azymutalnym*, Praca dyplomowa, Akademia Morska w Szczecinie 2005.
11. Przepisy portowe.: *ZARZĄDZENIE NR 4 Dyrektora Urzędu Morskiego w Szczecinie z dnia 17 września 2002 r.*
12. Przepisy portowe.: *ZARZĄDZENIE NR 12 Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z dnia 14 czerwca 2005r.*
13. Reid G.H.: *Shiphandling with tugs*, Cornell Maritime Press, 1986.
14. *Report on the investigation of the loss of the tug Flying Phantom while towing Red Jasmine on the River Clyde on 19 December 2007 resulting in 3 fatalities and 1 injury*, MAIB, UK, Report No 17/2008 September 2008.
15. *Rules for building and classing*, Steel vessels under 90 meters (295 feet) in Length, 2012, Part 5, Specialized vessels and services, American Bureau of Shipping, 2011, American Bureau of Shipping, Houston, TX 77060 USA.
16. <http://www.tdi.com.tr>
17. <http://ookaboo.com/>
18. <http://www.oscartugs.com>

Autor:

dr inż. kpt.ż.w. Jerzy HAJDUK – Akademia Morska w Szczecinie