

Magdalena KAUP, Dorota ŁOZOWICKA

SZACOWANIE SKUTECZNOŚCI OSPRZĘTU MOCUJĄCEGO W TRANSPORCIE WODNYM ŁADUNKÓW PONADNORMATYWNYCH

Artykuł dotyczy problematyki mocowania ładunków ponadnormatywnych w transporcie morskim i śródlądowym. Przedstawiono w nim metody oszacowania skuteczności osprzętu mocującego stosowanego do mocowania ładunków ponadnormatywnych w tym, zagadnienia wytrzymałości osprzętu mocującego oraz przybliżone i dokładne metody obliczeń. Opisano procedurę doboru wstępnego osprzętu mocującego na przykładzie konstrukcji żelbetonowej transportowanej zestawem pchanym składającym się z barki oraz pchacza.

WSTĘP

Wraz z rozwijającym się rynkiem usług transportu ładunków ponadnormatywnych ukształtowała się bardzo zróżnicowana oferta przewozowa armatorów. Dzięki temu, dziś możemy obserwować konkurencję między usługami wykorzystującymi specjalistyczne ciężarowce, statki wielozadaniowe czy barki. Obecna kondycja rynku spowodowała, że usługi transportowe udostępniane są w formie jednorazowych czarterów, jednak niektórzy armatorzy, widząc narastające zapotrzebowanie, uruchomili linie regularne. Taka decyzja jest odzwierciedleniem rozwijającego się górnictwa morskiego czy też realizacji dużych inwestycji przemysłowych. Jednostki do przewozu ładunków ponadnormatywnych i wielkogabarytowych projektowane są z myślą o transporcie między innymi platform wiertniczych, reaktorów chemicznych, kotłów energetycznych, małych jednostek pływających, uszkodzonych okrętów czy luksusowych jachtów. Ze względu na wielką różnorodność ładunków, jednostki te różnią się między sobą pod względem konstrukcji i przeznaczenia, przez co możemy wyróżnić ciężarowce konwencjonalne i konstrukcyjne, statki doki, barki dla ładunków ciężkich.

Duże zapotrzebowanie na transport ładunków ponadnormatywnych, powoduje, że konieczne jest doskonalenie metodyki przewozu takich ładunków. Zapewnienie bezpieczeństwa zarówno statku, jak i ładunku staje się priorytetem. Jednak ze względu na dużą różnorodność ładunków ponadnormatywnych, niemożliwe jest opracowanie jednej metody przewozu czy mocowania przewożonego obiektu. Ładunki ponadnormatywne przewożone na pokładach jednostek powinny być załadowane, rozmieszczone i zamocowane w taki sposób, aby zapobiec ich uszkodzeniu lub wywołaniu niebezpieczeństwa dla statku i osób znajdujących się na nim, a także utracie ładunku.

Celem artykułu jest przeanalizowanie procedury szacowania skuteczności mocowania ładunków ponadnormatywnych na pokładach jednostek transportu wodnego. Na wybranym przykładzie przedstawiono wyniki wstępnego doboru osprzętu mocującego.

1. DOKUMENTY I ZASADY DOTYCZĄCE MOCOWANIA ŁADUNKÓW PONADNORMATYWNYCH NA STATKACH

W transporcie morskim za ładunki ponadnormatywne uważa się ładunki, których wymiary wynoszą więcej niż wymiary kontenera 20 stopowego (wymiary zewnętrzne kontenera 20 stopowego: długość

6,1 m; szerokość 2,4 m; wysokość 2,6 m; masa 24 t) wymiary ładunków ponadnormatywnych mogą przekraczać kilkadziesiąt lub nawet kilkaset metrów. Waga takiego ładunku często wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset a nawet kilkudziesięciu tys. ton [3].

W transporcie wodnym śródlądowym o ładunku ponadnormatywnym wskazuje fakt, że jego transport wymaga zastosowania jednostki, która swoimi parametrami nie spełnia wymogów podanych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie przepisów żeglugowych na śródlądowych drogach wodnych (pkt. 1.06), lub gdy ładunek wystaje poza obrys statku bądź wystaje z luku ładowni i przekracza dopuszczalną wysokość do najwyższej nierozbieralnej części statku w stosunku do parametrów drogi wodnej (prześwity pionowe mostów, wrota śluz itp.), w rezultacie czego sternik ma ograniczoną widoczność [2], [4].

Metody oszacowania skuteczności osprzętu mocującego stosowanego do mocowania ładunków ponadnormatywnych zostały opracowane przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO) i powinny być stosowane dla ładunków niestandardowych z wyłączeniem ładunków bardzo ciężkich. Zadaniem zaprezentowanych poniżej metod nie jest zastąpienie wiedzy wynikającej z doświadczenia w rozmieszczaniu i mocowaniu ładunków, a jedynie uzupełnienie dobrej praktyki morskiej. Nie wyklucza się również zastosowania programów obliczeniowych, pod warunkiem, że otrzymane przez nie wyniki spełniają minimalne wymagania bezpieczeństwa przyjęte przez IMO [5]. W rozdziale VI, prawie piątym Międzynarodowej Konwencji Bezpieczeństwa Życia na Morzu (SOLAS) zawarto informacje dotyczące rozmieszczenia i mocowania ładunków na statkach [6]. W prawie tym zwraca się uwagę, iż należy podjąć odpowiednie środki ostrożności podczas załadunku i przewozu ładunków ciężkich lub ładunków o nietypowych wymiarach, aby nie nastąpiło uszkodzenie statku oraz aby zachowana była wystarczająca stateczność w trakcie rejsu. Ponadto wymaga się, aby [5], [6]:

1. przed załadunkiem spedytor przesłał wszystkie niezbędne informacje dotyczące ładunku, dzięki czemu będzie możliwe ustalenie czy towary, które mają być przewiezione, pasują do siebie oraz czy ładunek może być bezpiecznie rozmieszczony i zamocowany na statku
2. armator i operator statku, tam gdzie jest to niezbędne, wykonali lub zlecili odpowiednie ekspertyzy dla ładunku o nietypowych charakterystykach, który z powodu swoich wymiarów lub masy może wymagać specjalnej uwagi co do położenia na statku, ze względu na wytrzymałość konstrukcji kadłuba. Z tego powodu dla

ładunków ponadnormatywnych przeprowadza się obliczenia położenia środka ciężkości, rozłożenia nacisków jednostkowych od ciężaru ładunku oraz wykonuje obliczenia wytrzymałości i opracowuje system mocowania ładunku, który dobierany jest indywidualnie w zależności od charakteru i wymiarów ładunku ponadnormatywnego,

3. rozmieszczenie ładunku zapewniało utrzymanie stateczności przez czas od załadunku do wyładunku,
4. wszystkie liny i urządzenia mocujące posiadały odpowiednie certyfikaty, a w przypadku elementów dospawanych do konstrukcji np.: uch transportowych, aby połączenia spawane tych elementów z konstrukcją były wykonane przez certyfikowanych spawaczy,
5. określono ryzyko przesunięcia się ładunku, gdzie uwzględnia się m.in.:
 - wymiarowe i fizyczne charakterystyki ładunku oraz jego rozmieszczenie na statku,
 - czy statek oraz użyty na nim osprzęt mocujący jest odpowiedni dla przewożonego ładunku,
 - warunki morskie i pogodę oraz zachowanie się statku podczas przewidywanej pogody,
 - stateczność statku,
 - strefę geograficzną podróży i czas trwania podróży,
6. znając ryzyko przesunięcia się ładunku, kapitan upewnił się przed załadunkiem że:
 - obszar pokładu, na którym znajdzie się ładunek jest, jak to możliwe, czysty, suchy i wolny od oleju i smaru,
 - ładunek jest w stanie nadającym się do transportu i może być skutecznie zamocowany,
 - cały niezbędny osprzęt do mocowania ładunku znajduje się na pokładzie i jest w dobrym stanie technicznym,
7. obecni byli inspektorzy nadzorujący prace załadunkowe i odpowiedzialni za inspekcje zamontowanego ładunku, oraz o ile jest to możliwe regularnie sprawdzano ładunek w czasie podróży w celu sprawdzenia stanu jego zamocowania,
8. przyjęto dodatkową asystę holowników przy wyjściu lub wejściu do portu.
9. zapewniono ubezpieczenie dla jednostki transportowanego ładunku,
10. uzyskano zezwolenia administracji na wpłynięcie lub wypłynięcie z portu.

2. METODY OSZACOWANIA SKUTECZNOŚCI OSPRZĘTU MOCUJĄCEGO DLA ŁADUNKÓW PONADNORMATYWNYCH

Zadaniem metod oszacowania skuteczności osprzętu mocującego jest przede wszystkim uzupełnienie dobrej praktyki morskiej wiedzy wynikającej z doświadczenia w rozmieszczaniu i mocowaniu ładunków. Można tutaj zastosować wybrane programy obliczeniowe, przy czym, uzyskane wyniki muszą spełniać minimalne wymagania bezpieczeństwa przyjęte przez IMO [5].

Zgodnie z definicją maksymalne obciążenie zamocowania (MSL – maximum securing load) dla urządzenia mocującego odpowiada dopuszczalnemu obciążeniu robocznemu dla wciągacza wielokrążkowego. Producenci osprzętu mocującego zobowiązani są do przekazania informacji o wartości minimalnego obciążenia niszczącego ich wyrób.

Na podstawie MSL można wyznaczyć maksymalne dopuszczalne obciążenie osprzętu (CS – calculated strength). Jego wartość równa jest maksymalnemu obciążeniu zamocowania zmniejszonemu o współczynnik bezpieczeństwa:

$$CS = \frac{MSL}{sf} \quad (1)$$

Powodem, dla którego zmniejsza się wartość MSL przy użyciu współczynnika bezpieczeństwa jest możliwość nierównomiernego rozłożenia sił oraz zmniejszenie wytrzymałości zamocowania na skutek niedokładnego zestawienia jego elementów oraz wpływu innych czynników. Ponadto, w celu zapewnienia takiej samej elastyczności wykorzystanych zamocowań wymaga się, aby zastosowane elementy były wykonane z tych samych materiałów oraz miały taką samą długość.

Wartość współczynnika bezpieczeństwa należy przyjmować na poziomie 1,5 [5].

Według przybliżonej metody obliczeń całkowita wartość MSL po każdej stronie ładunku tzn. po lewej jak i prawej burcie, powinna odpowiadać jego ciężarowi.

Zaletą tej metody jest możliwość stosowania dla dowolnych statków, bez względu na miejsce ustawienia ładunku. Przy jej użyciu zaleca się, aby kąty nachylenia odciągów do pokładu w kierunku poprzecznym nie były większe niż 60°. Dodatkowe poprzeczne odciągi o kącie nachylenia większym niż 60° są wskazane w celu przeciwdziałania przesunięciu się ładunku, ale nie należy ich uwzględniać w ogólnej liczbie przyjętych odciągów.

Do wad metody zalicza się brak uwzględniania niekorzystnych kątów nachylenia odciągów i nierównomiernego rozłożenia sił na poszczególne urządzenia mocujące. Pominięte są w niej również działania sił tarcia.

Dokładna metoda obliczeń polega na zrównoważeniu sił i momentów. Obliczenia równowagi powinny być przeprowadzone przede wszystkim dla:

- poprzecznego przesunięcia się ładunku w kierunku prawej i lewej burty,
- poprzecznego wywracania się ładunku w kierunku prawej i lewej burty,
- wzdłużnego przesunięcia się ładunku w warunkach zmniejszonego tarcia w kierunku dziób-rufa.

W metodzie tej ważne jest w kolejności:

1. Wyznaczenie sił zewnętrznych działających na jednostkę ładunku w kierunku wzdłużnym, poprzecznym i pionowym.
2. Sprawdzenie równania równowagi, aby zapobiec poprzecznemu przesuwaniu się ładunku.
3. Sprawdzenie równania równowagi, aby zapobiec przewracaniu się ładunku w kierunku poprzecznym.
4. Sprawdzenie równania równowagi, aby zapobiec przesuwaniu się ładunku w kierunku wzdłużnym.

Można również zastosować alternatywną metodę obliczeń zrównoważenia sił i momentów, która w sposób bardziej szczegółowy podchodzi do wartości kątów nachylenia odciągów. W warunkach rzeczywistych osprzęt mocujący nie jest rozmieszczony jedynie w kierunku wzdłużnym lub poprzecznym. Oprócz wartości kąta α leżącego na płaszczyźnie pionowej, posiada również kąt β leżący na płaszczyźnie poziomej.

Jeszcze odrębną metodę stosuje się do niecertyfikowanych urządzeń mocujących. Należą do nich między innymi ucha transportowe. W przypadku braku wymaganych certyfikatów lub problemów ze zdobyciem informacji od dostawców lub producentów sprzętu mocującego, maksymalne obciążenie mocujące MSL może zostać wyznaczone na podstawie zalecanych wzorów. Wartości poszczególnych funkcji i parametrów zostały przedstawione w "Cargo Securing Model Manual" opracowanym przez towarzystwo klasyfikacyjne Det Norske Veritas (DNV) [1].

3. PROCEDURA DOBORU WSTĘPNEGO OSPRZĘTU MOCUJĄCEGO

Procedurę doboru osprzętu mocującego zaprezentowano na podstawie narzędzia LashCon IMO v9.0 stworzonego przez DNV na podstawie procedur przedstawionych w Aneksie 13 Kodeksu bezpiecznego postępowania przy rozmieszczaniu i mocowaniu ładunku (Kodeks CSS).

Pierwszym krokiem jest wprowadzenie do programu podstawowych danych statku: nazwy jednostki i jej numeru oraz wymiarów głównych: długości między pionami, szerokości, prędkości. Należy również podać wysokość metacentryczną GM.

Wartość wysokości metacentrycznej jednostki można wyznaczyć stosując wzór 2.

$$GM = KB + BM - KG \quad (2)$$

Gdzie:

GM – wysokość metacentryczna [m],

KB – wysokość od płaszczyzny podstawowej do środka wyporu [m],

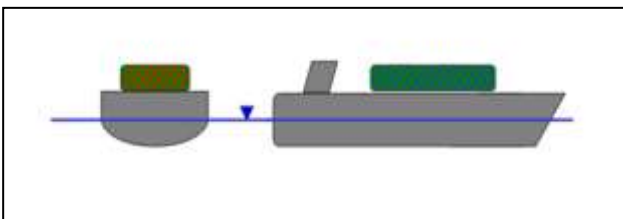
BM – wysokość od środka wyporu do metacentrum [m],

KG – wzniesienie środka ciężkości statku ponad płaszczyznę podstawową [m].

Dla barek i pontonów o współczynniku pełnotliwości podwodzia większym bądź równym 0,9 można zastosować pewne uproszczenia. Wartość KB można przyjąć na poziomie połowy zanurzenia T, natomiast wysokość BM jest stosunkiem momentu bezwładności na wodnicy pływania L_{WL} do objętości zanurzonej części jednostki. Wielkość KG należy podać dla statku załadowanego. Wartość tę można uzyskać poprzez obliczenie sumy momentów statycznych pustego statku oraz wszystkich składowych ciężarów statku względem interesującej nas osi, a następnie wyznaczenie ilorazu uzyskanej wartości i sumy mas statku pustego i pozostałych ciężarów. Dla barek o współczynniku pełnotliwości podwodzia większym bądź równym 0,9, wartość KG można przyjąć na poziomie wysokości jednostki.

Drugim krokiem jest wprowadzenie do programu danych dotyczących wielkości ładunku: jego masy, powierzchni narażonej na działanie wiatru oraz wody, długości ramienia momentu siły względem osi obrotu ładunku.

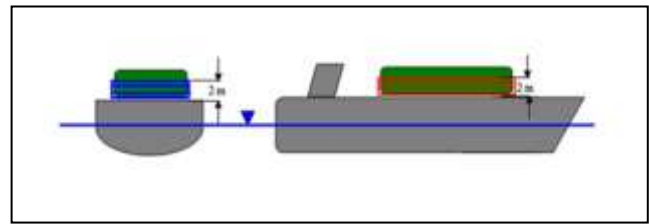
Powierzchnię narażoną na działanie wiatru oznaczaną, jako A_w i wyrażaną w m^2 należy podać w kierunku wzdłużnym i poprzecznym jako iloczyn szerokości i wysokości, oraz długości i wysokości ładunku.



Rys. 1. Powierzchnia ładunku narażona na działanie wiatru

Źródło: LashCon IMO - Rev 9.0

Powierzchnia narażona na działanie wody morskiej oznaczana, jako A_s wyznaczana jest w sposób analogiczny do wartości A_w z tą jednak różnicą, że za maksymalną wysokość, na którą będzie oddziaływała fala, przyjmuje się wysokość 2 m powyżej pokładu.



Rys. 2. Powierzchnia narażona na działanie wody morskiej

Źródło: LashCon IMO - Rev 9.0

Poza wymienionymi właściwościami ładunku, należy również podać współczynnik tarcia dla ładunku i powierzchni, na jakiej spoczywa oraz jego położenie na statku w kierunku pionowym, po wysokości oraz w kierunku wzdłużnym, po długości statku.

4. DOBÓR OSPRZĘTU MOCUJĄCEGO NA WYBRANYM PRZYKŁADZIE

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki obliczeń doboru osprzętu mocującego zgodnie zaprezentowanymi w poprzednich rozdziałach procedurami postępowania dla ładunku ponadnormatywnego przewożonego w ramach zestawu pchanego ($L=131$ m) składającego się z barki oraz pchacza. W obliczeniach przyjęto następujące dane wejściowe:

- masa ładunku: 350,0 t,
- długość ładunku: 42,0 m,
- szerokość ładunku: 24,0 m,
- wysokość ładunku: 8,0 m,
- długość barki: 108,0 m,
- szerokość barki: 27,0 m,
- prędkość jednostki: 6,0 kn,
- współczynnik tarcia: 0,3.

Wartości przyspieszeń zostały przyjęte dla długości $L=0,7$ i wysokości międzypokładu (rys. 3).

	Przyspieszenie poprzeczne a_x , w m/s^2										Przyspieszenie wzdłużne a_y , w m/s^2	
na pokładzie, wysoko	7,1	6,9	6,8	6,7	6,7	6,8	6,9	7,1	7,4		3,8	
na pokładzie, nisko	6,5	6,3	6,1	6,1	6,1	6,1	6,3	6,5	6,7		2,9	
międzypokład	5,9	5,6	5,5	5,4	5,4	5,5	5,6	5,9	6,2		2,0	
dno ładowni	5,5	5,3	5,1	5,0	5,0	5,1	5,3	5,5	5,9		1,5	
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	L	
	Przyspieszenie pionowe a_z , w m/s^2											
	7,6	6,2	5,0	4,3	4,3	5,0	6,2	7,6	9,2			

Rys. 3. Wielkości przyspieszeń wzdłużnych, poprzecznych i pionowych na statku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]

Po uwzględnieniu współczynników obliczonych na podstawie wzorów i wartości z tabel zawartych w Kodzie CSS otrzymano:

- przyspieszenie wzdłużne a_x : 1,35 m/s^2 ,
- przyspieszenie poprzeczne a_y : 6,69 m/s^2 ,
- przyspieszenie pionowe a_z : 4,16 m/s^2 .

Ze względu na ramową konstrukcję ładunku siłę od działania ciśnienia wiatru i fali morskiej wstępnie przyjęto na poziomie:

- dodatkowa siła wzdłużna: 50,0 kN,
- dodatkowa siła poprzeczna: 100,0 kN.

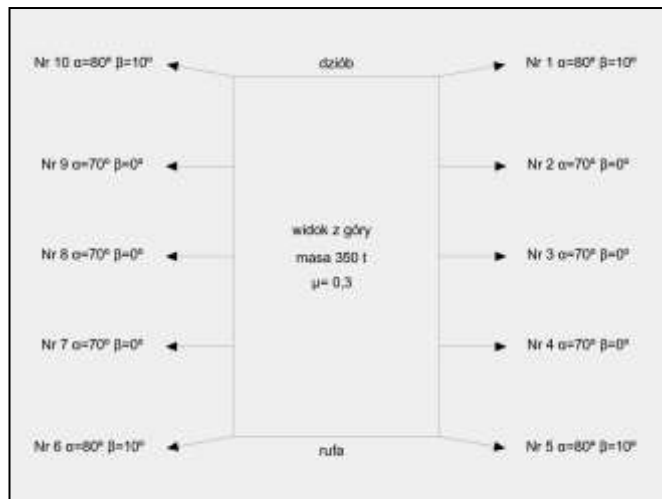
Na podstawie przedstawionych powyżej założeń określono siły zewnętrzne działające na ładunek:

- siła wzdłużna F_x : 523,0 kN,
- siła poprzeczna F_y : 2442,0 kN,

– siła pionowa F_z : 1456,0 kN.

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że podstawowym zadaniem osprzętu mocującego będzie przeciwstawienie się siłom poprzecznym działającym na transportowany ładunek.

Często ze względu na ograniczenie miejsca na barce pchanej, rozmiary samego ładunku oraz występujące siły poprzeczne, liczba koncepcji sztauowania jest mocno ograniczona. Po analizie wszystkich dostępnych możliwości, wybrano jedną, w której użyto pięciu lin zabezpieczających ładunek osobno na prawej i lewej burcie. Do mocowania lin użyto uch transportowych o CS wynoszącym 55 t. Wybraną koncepcję przedstawiono na schemacie zawierającym kąty sztauowania (rys. 4). Szczegółowe dane niezbędne do dalszych obliczeń zostały zawarte w tabeli 1.



Rys. 4. Koncepcja sztauowania konstrukcji żelbetonowej na barce pchanej – widok z góry, α, β – kąty naciągu, μ – współczynnik tarcia
Źródło: Opracowanie własne

Tab1. Koncepcja sztauowania - kąty naciągu i dopuszczalne obciążenia. Źródło: Opracowanie własne

CS [kN]	α [°]	β [°]	f_y [-]	$CS \cdot f_y$ [kN]	f_x [-]	$cs \cdot f_x$ [kN]
539,55	80	10	0,47	253,59	0,33	178,05
539,55	70	0	0,62	334,52	0,28	151,07
539,55	70	0	0,62	334,52	0,28	151,07
539,55	70	0	0,62	334,52	0,28	151,07
539,55	80	10	0,47	253,59	0,33	178,05
539,55	80	10	0,47	253,59	0,33	178,05
539,55	70	0	0,62	334,52	0,28	151,07
539,55	70	0	0,62	334,52	0,28	151,07
539,55	70	0	0,62	334,52	0,28	151,07
539,55	80	10	0,47	253,59	0,33	178,05

Obliczenia przeprowadzono w oparciu o alternatywną metodę zrównoważenia sił i momentów.

1. Poprzeczne przesunięcie ładunku w kierunku na prawą i lewą burtę

W związku z zastosowaniem symetrycznego układu sztauowania, aby zapobiec poprzecznemu przesuwaniu się ładunku musi zostać spełniony poniższy warunek:

$$F_y \leq \mu \cdot m \cdot g + CS_1 \cdot f_{y1} + CS_2 \cdot f_{y2} + CS_3 \cdot f_{y3} + CS_4 \cdot f_{y4} + CS_5 \cdot f_{y5} \quad (3)$$

gdzie:

F_y - siła poprzeczna działająca na ładunek [kN],

μ - współczynnik tarcia [-],

m - masa ładunku [t],

g - przyspieszenie ziemskie [m/s²],

CS_n - dopuszczalne obciążenie osprzętu mocującego [kN],

f_y - funkcja μ i kąta α i β nachylenia odciągów [-].

$$2442 \text{ kN} \leq 2540 \text{ kN}$$

Warunek na poprzeczne przesunięcie ładunku został spełniony.

2. Wzdłużne przesunięcie ładunku w kierunku dziób - rufa

Aby zapobiec przesuwaniu się ładunku w kierunku wzdłużnym, równania równowagi muszą spełnić następujący warunek:

$$F_x \leq \mu \cdot (m \cdot g - F_z) + CS_1 \cdot f_{x1} + CS_5 \cdot f_{x5} \quad (4)$$

gdzie:

F_x - siła wzdłużna działająca na ładunek [kN],

F_z - siła pionowa działająca na ładunek [kN],

f_x - funkcja μ i kąta α i β nachylenia odciągów [-].

$$523 \text{ kN} \leq 949 \text{ kN}$$

Warunek na wzdłużne przesunięcie ładunku został spełniony.

3. Przewracanie ładunku w kierunku poprzecznym

Aby zapobiec przewracaniu się ładunku w kierunku poprzecznym, równania równowagi muszą spełniać poniższy warunek:

$$F_y \cdot a \leq b \cdot m \cdot g + 0,9 \cdot (CS_1 \cdot c_1 + CS_2 \cdot c_2 + CS_3 \cdot c_3 + CS_4 \cdot c_4 + CS_5 \cdot c_5) \quad (5)$$

gdzie:

a - ramię siły przewracającej [m],

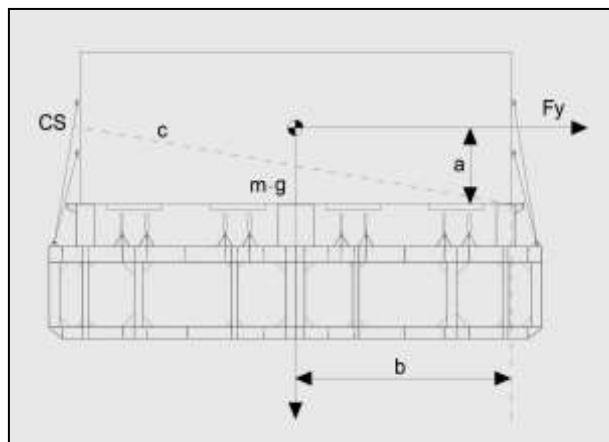
b - ramię siły utrzymującej stabilność układu [m],

c_n - ramię siły w urządzeniu mocującym [m].

$$9768 \text{ kNm} \leq 41202 \text{ kNm}$$

Warunek na przewracanie ładunku w kierunku poprzecznym został spełniony bez uwzględniania dodatkowych momentów od sił w linach.

Siły biorące udział w przewracaniu ładunku zaznaczono na rysunku 5.



Rys. 5. Schemat przewracania ładunku w kierunku poprzecznym.
Źródło: Opracowanie własne

Z przeprowadzonych powyżej obliczeń wynika, że przy założonych danych wejściowych zaproponowana koncepcja sztauowania

spełnia zalecenia kodeksu bezpiecznego postępowania przy rozmieszczaniu i mocowaniu ładunków.

PODSUMOWANIE

Prawidłowe zamocowanie ładunku ponadnormatywnego ma istotne znaczenie w terminowym i bezpiecznym jego przewozie. Ponieważ coraz częściej realizowane są tego typu przewozy, należy postępować zgodnie z wymaganymi procedurami, aby nie zakłócać procesu transportowego na akwenach. Jest to istotne w szczególności w przypadku żeglugi śródlądowej, gdyż w wystąpieniu zdarzenia niepożądanego może skutkować wstrzymaniem żeglugi na wybranym odcinku drogi wodnej. Niejednokrotnie złe zamocowanie było przyczyną częściowej lub całkowitej utraty ładunku oraz uszkodzenia jednostki.

Zaprezentowane w artykule wytyczne dotyczące szacowania skuteczności osprzętu mocującego ładunków ponadnormatywnym na barkach, zarówno morskich, jak i śródlądowych, mogą stanowić źródło informacji dla podmiotów zajmujących się przewozem tego typu ładunków, co może być niezbędne podczas wdrażania bezpiecznych i wypróbowanych rozwiązań. Celem wytycznych jest ułatwienie przeprowadzania operacji przewozowych w zakresie mocowania ładunków.

Przeprowadzone w artykule analizy i obliczenia wykazały, że przyjęta koncepcja sztauowania spełnia zalecenia Kodeksu bezpiecznego postępowania przy rozmieszczaniu i mocowaniu ładunków.

BIBLIOGRAFIA

1. Cargo Securing Model Manual, DNV 2004
2. Galor W. [red]: Przewóz i techniki mocowania ładunków ponadnormatywnych w transporcie, Szczecin 2011
3. Galor A., Krzyżan W.: Mocowanie ładunków ponadnormatywnych (ŁPN) w transporcie morskim, Logistyka 3/2011
4. Kaup M., *Wybrane problemy śródlądowego transportu wodnego ładunków ponadnormatywnych*, „Logistyka” 2015, nr4
5. Kodeks bezpiecznego postępowania przy rozmieszczaniu i mocowaniu ładunków, 1999 CSS-Code
6. Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu, 1974 SOLAS

Estimating the efficiency of oversized cargo fastening tools in water transport

Article is about the issues of fixing oversized cargo in maritime transport and inland waterways. It assesses methods effectiveness fixing hardware used to fasten oversized cargo in this, the strength of fixing hardware and the approximate and precise methods of calculation. Describes the procedure for the selection of the initial fixing hardware for example, the construction of reinforced concrete cooling-transported by set consisting of a barge and towboat.

Autorzy:

dr inż. **Magdalena Kaup** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, al. Piastów 41, 71-065 Szczecin, mkaup@zut.edu.pl

dr inż. **Dorota Łozowicka** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, d.lozowicka@am.szczecin.pl