

Politechnika Gdańska
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa

PODSTAWY PROJEKTOWANIA OKRĘTÓW I JACHTÓW

PROJEKT DROBNICOWCA UNIWERSLANEGO

Imię i Nazwisko
Kierunek, rok; grupa
Rok akademicki
Nr zadania

Prowadzący

Spis treści

1.	Przyjęte oznaczenia i konwencje.	- 3 -
2.	ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE I DOBÓR STATKU WZORCOWEGO	- 4 -
2.1.	Zbiór głównych założeń projektowych.	- 4 -
2.2.	Zbiór uzupełniających założeń projektowych.	- 4 -
3.	DOBÓR STATKU WZORCOWEGO	- 5 -
3.1.	Metryka podobieństwa.	- 5 -
3.2.	Parametry wybranego statku wzorcowego zawiera tabela.	- 6 -
3.3.	Weryfikacja statku wzorcowego.	- 7 -
4.	PROJEKTOWANIE PARAMETRYCZNE	- 9 -
4.1.	Wyznaczenie wyporności statku projektowego.	- 9 -
4.2.	Długość statku (między pionami).	- 11 -
4.3.	Szerokość statku.	- 13 -
4.4.	Współczynnik pełnotliwości kadłuba.	- 14 -
4.5.	Współczynnik pełnotliwości owręza.	- 15 -
4.6.	Odcięta środka wyporu	- 15 -
4.7.	Zanurzenie konstrukcyjne	- 15 -
4.8.	Wysokość boczna	- 16 -
4.9.	Oszacowanie mocy silnika głównego.	- 15 -
4.10.	ZESTAWIENIE GŁÓWNYCH PARAMETRÓW STATKU	- 17 -
5.	WSTĘPNA KONCEPCJA PODZIAŁU PRZESTRZENNEGO	- 18 -
5.1.	Oszacowanie wielkości zapasów.	- 18 -
5.2.	Wyznaczenie wysokości i objętości dna podwójnego.	- 21 -
5.3.	Dobór odstepu wręgowego.	- 21 -
5.4.	Rozmieszczenie grodzi.	- 22 -
5.5.	Rozmieszczenie pokładów.	- 24 -
5.6.	Wielkość luków.	- 24 -
6.	OCENA STATECZNOŚCI	- 25 -
6.1.	Kryteria stateczności.	- 25 -
6.2.	Stany załadowania.	- 26 -
6.3.	Charakterystyki statecznościowe dla wybranych stanów załadowania.	- 27 -
6.4.	Zestawienie obliczonych wartości parametrów statecznościowych.	- 34 -
7.	POMIAR REJESTROWY	- 35 -
8.	WYZNACZENIE WOLNEJ BURTY	- 37 -
9.	PLAN GENERALNY i OPIS TECHNICZNY	- 42 -

1. Przyjęte oznaczenia i konwencje.

Nazwa parametru	Symbol	Jednostka miary
Oznaczenia parametrów dla statku projektowanego	X	-
Oznaczenia parametrów dla statku wzorcowego	$X^o, X|_o$	-
Przyrosty wartości	$\Delta X = X - X^o$	-
Nośność	P_N	$[t]$
Wyporność	D	$[t]$
Masa	M	$[t]$
Objętość, pojemność	V	$[m^3]$
Objętość podwodzia	∇	$[m^3]$
Prędkość	v	$[kn]$
Zasięg pływania	Z	$[Mm]$
Liczba całkowita (liczność zbioru)	n	$[-]$
Długość	L	$[m]$
Długość między pionami	L_{pp}	$[m]$
Szerokość maksymalna kadłuba	B	$[m]$
Zanurzenie konstrukcyjne kadłuba	T	$[m]$
Wysokość boczna kadłuba	H	$[m]$
Maksymalna wysokość statku	T_a	$[m]$
Współczynnik pełnotliwości kadłuba	c_B, δ_K	$[-]$
Moc silnika głównego	N_e	$[kW]$
Współczynnik Admiralicji	c_A	$\left[t^{\frac{2}{3}} \cdot \left(\frac{m}{s} \right)^3 / kW \right]$
Współczynnik pełnotliwości owreża	c_M, β	$[-]$
Odcięta środka wyporu	x_V	$[m]$
Współczynnik wykorzystania wyporności	η_D	$[-]$
Gęstość	ρ	$[t/m^3]$
Współczynnik skali	s	$[-]$
Czas	t	$[h, doba]$
Jednostkowe zużycie paliwa, wody, prowiantu	g	$\left[\frac{g}{kWh} \right]$ $\left[\frac{kg}{osoba \cdot doba} \right]$
Odstęp wręgowy	a	$[m]$
Współczynnik pełnotliwości wodnicy	c_W, α	$[-]$

2. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

2.1. Zbiór głównych założeń projektowych.

Nazwa parametru	Oznaczenie i jednostka	Wartość parametru
Typ funkcjonalny statku	-	Drobnicowiec uniwersalny
Nośność	$P_N [t]$	
Objętość ładowni na bele	$V_{LB} [m^3]$	
Prędkość kontraktowa	$v [kn]$	
Zasięg pływania	$Z [Mm]$	
Liczba koi stałych (członków załogi i pasażerów)	$n_Z [osoba]$	

2.2. Analiza warunków eksploatacji.

Opracowanie własne studenta: analiza warunków przeładunku i żeglugi obejmująca port Gdynia, port docelowy, kanały i cieśniny na trasie. Należy uwzględnić takie czynniki jak: położenie portu (głębokowodny, osłonięty, śródlądowy), charakterystykę akwenu (otwarte morze, zatoka, prądy, pływy, redy, ruch statków na podejściu do portu, łatwe/trudne podejście pod względem nawigacyjnym, zamarzanie), parametry techniczne (głębokość i szerokość wejścia, długość i powierzchnia nabrzeży, urządzenia przeładunkowe własne, i portowe, pilotaż, holowanie) oraz prawne (konwencje międzynarodowe i prawo lokalne). Uzupełniające założenia projektowe wynikają z przeprowadzonej analizy.

2.3. Zbiór uzupełniających założeń projektowych.

Nazwa parametru	Oznaczenie i jednostka	Wartość parametru
Typ architektoniczny statku	-	Nadbudówka na rufie
Typ napędu	-	Silnik tłokowy, wolnoobrotowy
Liczba pędników	-	1
Urządzenia przeładunkowe	-	
Wyposażenie dodatkowe	-	
Dopuszczalne zanurzenie	$T [m]$	
Dopuszczalna szerokość	$B [m]$	
Dopuszczalna długość	$L [m]$	
Dopuszczalna wysokość statku	$T_a [m]$	
Bandera		Polska
Nadzór instytucji klasyfikacyjnej		PRS
Uwzględniane przepisy i konwencje międzynarodowe		

3. DOBÓR STATKU WZORCOWEGO

3.1. Metryka podobieństwa.

Statkiem wzorcowym może być statek już zbudowany, spełniający warunki:

- istotne parametry techniczne są znane, dostępne i wiarygodne;
- jest tego samego typu co statek projektowany (typ funkcjonalny, architektura, rodzaj napędu, liczba pędników);
- który w przypadku typu funkcjonalnego drobnicowca uniwersalnego, minimalizuje wartość metryki określonej parametrami nośności P_N i prędkości v :

$$\|\bar{p} - \bar{p}^o\| = \min \left(\frac{|P_N - P_N^o|}{P_N} + \frac{|v - v^o|}{v} \right)$$

wyznaczonej na zbiorze statków wzorcowych zawartych w bazie danych:

Parametr	Symbol	Jednostka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nośność	P_n	t	1673	3199	4633	5394	6194	7351	8519	9655	10530	12450
Prędkość kontraktowa	v	kn	14.00	14.60	15.10	15.50	16.00	15.60	17.00	15.00	16.50	16.80

Obliczenia:

Na podstawie obliczonych danych ($\|\bar{p} - \bar{p}^o\|$) jako wzorcowy wybrany został statek nr ...

Komentarze: (ocena wzorca i zdefiniowanie jakich wartości należy oczekiwać w trakcie obliczeń ((mniejszych, większych?)), przy dwóch metrykach o bardzo zbliżonej wartości można dla porównania prowadzić obliczenia w oparciu o oba wzorce równocześnie).

3.2. Parametry wybranego statku wzorcowego zawiera tabela.

Nazwa parametru	Symbol	Wartość	Jednostka miary
Nośność	P_N^o		[t]
Nośność po weryfikacji danych statku wzorcowego	P_N^{o*}		[t]
Objętość ładowni dla beli	V_{Lb}^o		[m ³]
Prędkość	v^o		[kn]
Długość między pionami	L_{pp}^o		[m]
Szerokość maksymalna	B^o		[m]
Zanurzenie konstrukcyjne	T^o		[m]
Wysokość boczna	H^o		[m]
Współczynnik pełnotliwości kadłuba	C_B^o, δ_K^o		[-]
Moc silnika głównego	N_e^o		[kW]
Masa kadłuba	M_K^o		[t]
Masa nadbudówki	M_N^o		[t]
Masa wyposażenia	M_W^o		[t]
Masa siłowni (maszynowni)	M_M^o		[t]
Objętość siłowni (maszynowni)	V_M^o		[m ³]
Objętość skrajników	V_S^o		[m ³]
Objętość dna podwójnego	V_{DP}^o		[m ³]
Całkowita objętość podpokładowa	V_C^o		[m ³]
Całkowita objętość podpokładowa po weryfikacji danych statku wzorcowego	V_C^{o*}		[m ³]

3.3. Weryfikacja statku wzorcowego.

Wiarygodność danych opisujących statek wzorcowy wymaga weryfikacji (i ewentualnie korekty). Szczególnie dane pochodzące z zewnętrznych źródeł nie powinny być wykorzystywane bez sprawdzenia ich rzetelności.

Weryfikacja bilansu wyporności i mas statku - polega na sprawdzeniu czy zachodzi relacja:

$$D^o = \sum M_i|_o$$

Wyporność statku wzorcowego:

$$D^o = \rho \cdot \delta \cdot L \cdot B \cdot T|_o =$$

Suma mas składowych statku wzorcowego:

$$\sum M_i|_o = (P_N + M_K + M_N + M_W + M_M)|_o =$$

Błąd bilansu:

- bezwzględny

$$\Delta M^o = D^o - \sum M_i|_o =$$

- względny

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta M^o}{D^o} \right| \cdot 100\% =$$

Zweryfikowana nośność statku wzorcowego:

$$P_N^{o*} = P_N^o + \Delta M_i|_o =$$

Weryfikacja bilansu teoretycznej objętości podpokładowej (zadaną objętość ładowni dla beli należy przeliczyć na objętość teoretyczną) - polega na sprawdzeniu czy zachodzi relacja:

$$V_C^o = \sum V_i|_o$$

Formułując bilans objętości przyjmuje się przybliżoną relację między teoretyczną objętość ładowni V_{LT} , objętością ładowni dla ładunku masowego, reprezentowanego przez ziarno V_{LZ} i objętością ładowni dla drobnicy, reprezentowanej przez bele bawełny V_{LB} :

$$V_{LT} = 1,03 \cdot V_{LZ} = 1,03 \cdot 1,08 \cdot V_{LB} = 1,1124 \cdot V_{LB} =$$

$$\sum V_i|_o = (V_{LT} + V_M + V_{DP} + V_S)|_o =$$

Błąd bilansu:

- bezwzględny

$$\Delta V^o = \sum V_i|_o - V_C^o =$$

- względny

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta V^o}{\sum V_i|_o} \right| \cdot 100\% =$$

Zweryfikowana wielkość objętości całkowitej jest równa sumie objętości składowych:

$$V_C^{o*} = V_C^o + \Delta V^o = V_C^o + (\sum V_i|_o - V_C^o) = \sum V_i|_o =$$

Komentarz: (ocena wielkości błędu, wiarygodności danych statku wzorcowego, decyzja o przyjęciu/odrzućeniu danych)

4. PROJEKTOWANIE PARAMETRYCZNE

Wstępne oszacowanie głównych parametrów statku.

4.1. Wyznaczenie wyporności statku projektowego.

a) określenie wyporności na podstawie współczynnika wykorzystania wyporności:

$$\eta_D = \eta_D^o = \frac{P_N^{o*}}{D^o} =$$

Wyporność statku projektowanego:

$$D = \frac{P_N}{\eta_D} =$$

b) określenie wyporności na podstawie metody Normanda

$$D = D^o + \Delta D + M_{REZ}$$

$$M_{REZ} = C_4 \cdot D = 0.01 \cdot (D^o + \Delta D)$$

$$\Delta D = N \cdot \left(3 \cdot M_M^o \cdot \frac{\Delta v}{v^o} + \Delta P_N \right)$$

$$N = \frac{1}{1 - C_1 - C_2 - \frac{2}{3} C_3}$$

$$C_1 = \frac{M_K^o + M_N^o}{D^o}$$

$$C_2 = \frac{M_W^o}{D^o}$$

$$C_3 = \frac{M_M^o}{D^o}$$

gdzie:

M_M - masa maszynowni

$\Delta v = v - v^o$ - przyrost prędkości

$\Delta P_N = P_N - P_N^{o*}$ - przyrost nośności

N - współczynnik Normanda

C_4 - współczynnik rezerwy, ze względu na tolerancje grubości blach przyjmujemy wartość $C_4=0.01$

Obliczenia:

$$C_1 = \frac{M_K^o + M_N^o}{D^o} =$$

$$C_2 = \frac{M_W^o}{D^o} =$$

$$C_3 = \frac{M_M^o}{D^o} =$$

$$N = \frac{1}{1 - C_1 - C_2 - \frac{2}{3}C_3} =$$

$$\Delta v = v - v^o =$$

$$\Delta P_N = P_N - P_N^{o*} =$$

$$\Delta D = N \cdot \left(3 \cdot M_M^o \cdot \frac{\Delta v}{v^o} + \Delta P_N \right) =$$

$$M_{REZ} = C_4 \cdot (D^o + \Delta D) =$$

$$D = D^o + \Delta D + M_{REZ} =$$

Do dalszych obliczeń przyjmujemy wartość obliczoną metodą Normanda, jako bardziej precyzyjną, uwzględniającą różnicę nośności i prędkości projektowanego statku względem wzorcowego.

c) Ocena wiarygodności wyników uzyskanych metodą Normanda (błędów linearyzacji) – bilans mas.

$$M_K + M_N = (M_K^o + M_N^o) + C_1 \cdot \Delta D =$$

$$M_W = M_W^o + C_2 \cdot \Delta D =$$

$$M_M = M_M^o + \frac{2}{3} \cdot C_3 \cdot \Delta D + 3 \cdot \frac{M_M^o}{v^o} \cdot \Delta v =$$

$$\sum M_i = (P_N + M_K + M_N + M_W + M_M + M_{Rez}) =$$

$$\Delta M = D - \sum M_i =$$

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta M}{D} \right| \cdot 100\% =$$

Komentarz: (ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami, interpretacja wielkości błędu linearyzacji, przyczyny)

4.2. Długość statku (między pionami).

a) wyznaczenie długości statku wg Posdunina:

$$L_{pp} = C \cdot \left(\frac{v}{v+2} \right)^2 \cdot (\nabla)^{\frac{1}{3}}$$

gdzie:

v - prędkość kontraktowa [kn]

$\nabla = \frac{D}{\rho}$ - objętość podwodzia

C – stała (ze statku wzorcowego) wyznaczana ze wzoru:

$$C = C^o = \frac{L_{pp}^o}{\left(\frac{v^o}{v^o+2} \right)^2 \cdot (\nabla^o)^{\frac{1}{3}}}$$

Obliczenia:

$$\nabla^o = \frac{D^o}{\rho} =$$

$$\nabla = \frac{D}{\rho} =$$

$$C = C^o = \frac{L_{pp}^o}{\left(\frac{v^o}{v^o+2} \right)^2 \cdot (\nabla^o)^{\frac{1}{3}}} =$$

$$L_{pp} = C \cdot \left(\frac{v}{v+2} \right)^2 \cdot (\nabla)^{\frac{1}{3}} =$$

b) wyznaczenie długości statku wg Nogida:

$$L_{pp} = C \cdot v^{\frac{1}{3}} \cdot D^{\frac{1}{3}}$$

$$C = C^o = \frac{L_{pp}}{v^{\frac{1}{3}} \cdot D^{\frac{1}{3}}}$$

gdzie:

v – prędkość statku [kn]

D - wyporność statku [t]

Obliczenia:

$$C = C^o = \frac{L_{pp}}{v^{\frac{1}{3}} \cdot D^{\frac{1}{3}}} =$$

$$L_{pp} = C \cdot v^{\frac{1}{3}} \cdot D^{\frac{1}{3}} =$$

Długość statku projektowego przyjętą do dalszych obliczeń stanowi średnia arytmetyczna wartości otrzymanych na podstawie metody Posdunina i metody Nogida.

$$L_{pp} = \frac{L_{pp}^{Pos} + L_{pp}^{Nog}}{2} =$$

Komentarz: (oszacowanie wartości oczekiwanej w stosunku do statku wzorcowego, wpływ prędkości i nośności na obliczoną długość, ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami, wiarygodności metod i celowości uśredniania wyników, przyczyny rozbieżności)

4.3. Szerokość statku.

a) wg wzoru Bujnickiego:

$$B = 0.5 \cdot L_{pp}^{0.75}$$

Obliczenia:

$$B =$$

b) wg wzoru Hansena:

$$B = 0,11 \cdot L_{pp} + 4,8$$

Obliczenia:

$$B =$$

Szerokość statku projektowego stanowi średnią arytmetyczną wartości otrzymanych na podstawie metody Bujnickiego i metody Hansena.

$$B = \frac{B^{Buj} + B^{Han}}{2} =$$

Komentarz: (oszacowanie wartości oczekiwanej w stosunku do statku wzorcowego, wpływ innych wymiarów i założeń projektowych na wynik, ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami, wiarygodności metod i celowości uśredniania wyników, przyczyny rozbieżności)

4.4. Współczynnik pełnotliwości kadłuba.

$$F_N = \frac{v}{\sqrt{L}} \cdot \frac{[kn]}{[ft]}, \text{ przyjmujemy przelicznik: } 1ft = 0.305m$$

Obliczenia:

$$F_N =$$

$$F_N^o =$$

Wartość współczynnika wyznaczono ze wzorów empirycznych:

a) wg Aleksandra

$$\delta_{Alex} = C_{Alex} - \frac{1}{2} \cdot F_N, \text{ gdzie } C_{Alex} = C_{Alex}^o = \delta^o + \frac{1}{2} F_N^o$$

Obliczenia:

$$C_{Alex} = C_{Alex}^o =$$

$$\delta_{Alex} =$$

b) wg Nogida

$$\delta_{Nog} = C_{Nog} - 0,71 \cdot F_N, \text{ gdzie } C_{Nog} = C_{Nog}^o = \delta^o + 0.71 F_N^o$$

Obliczenia:

$$C_{Nog} = C_{Nog}^o =$$

$$\delta_{Nog} =$$

c) wg Ayre`go

$$\delta_{Ayre} = C_{Ayre} - 0,42 \cdot F_N, \text{ gdzie } C_{Ayre} = C_{Ayre}^o = \delta^o + 0.42 F_N^o$$

Obliczenia:

$$C_{Ayre} = C_{Ayre}^o =$$

$$\delta_{Ayre} =$$

Wartość współczynnika pełnotliwości statku projektowego przyjętą do dalszych obliczeń jest średnią arytmetyczną wartości otrzymanych na podstawie metod Aleksandra, Nogida i Ayre`go.

$$\delta = \frac{\delta_{Alex} + \delta_{Nog} + \delta_{Ayre}}{3} =$$

Komentarz: (oszacowanie wartości oczekiwanej w stosunku do statku wzorcowego, wpływ innych wymiarów i założeń projektowych na wynik, ocena różnicy wyników uzyskanych wszystkimi metodami, wiarygodności metod i celowości uśredniania wyników, przyczyny rozbieżności)

4.5. Współczynnik pełnotliwości owręza.

$$\beta = 1,025 - 0,06F_N$$

Obliczenia:

$$\beta =$$

4.6. Odcięta środka wyporu

$$x_V = (0,175 \cdot \delta - 0,125)L_{pp}$$

Obliczenia:

$$x_V =$$

4.7. Zanurzenie konstrukcyjne

$$T = \frac{D}{\rho \cdot L \cdot B \cdot \delta}$$

Obliczenia:

$$T =$$

4.8. Oszacowanie mocy silnika głównego.

N_e - moc efektywna wyznaczana ze wzoru Admiralicji

$$N_e = \frac{D^{\frac{2}{3}} \cdot v^3}{c_A}$$

$$c_A = c_A^o = \frac{D^{\frac{2}{3}} \cdot v^3}{N_e} \Bigg|_o$$

Obliczenia:

$$c_A =$$

$$N_e =$$

Komentarz: (oszacowanie wartości oczekiwanej w stosunku do statku wzorcowego, wpływ innych wymiarów i założeń projektowych na wynik)

4.9. Wysokość boczna

a) oszacowanie wysokości bocznej

Zakłada się, że stosunek $\frac{H}{T}$ statku projektowego jest taki sam, jak statku wzorcowego

$$H = h \cdot T$$

$$h = h^o = \frac{H^o}{T^o}$$

Obliczenia:

$$h = h^o =$$

$$H =$$

b) wyznaczenie wysokości bocznej na podstawie bilansu pojemności

$$H = \frac{1.03 \cdot 1.08 \cdot V_{LB}}{\delta_H \cdot L \cdot B \cdot (1 - a - b - 0.01)}$$

Gdzie:

$$a = \frac{V_{DP}^0 + V_S^0}{V_C^{0*}}, \quad b = \frac{V_M^o \cdot N_e^{0.5}}{V_C^{0*} \cdot (N_e^o)^{0.5}}$$

$$\delta_H = \delta_H^o = \frac{V_C^{0*}}{L^o \cdot B^o \cdot H^o}$$

V_C^{0*} - całkowita objętość podpokładowa (skorygowana) statku wzorcowego

V_M - objętość maszynowni

V_{DP} - objętość dna podwójnego

$V_S = V_{SD} + V_{SR}$ - objętość skrajników dziobowego i rufowego

Obliczenia:

$$H =$$

Do dalszych obliczeń przyjmujemy wysokość kadłuba wyznaczoną na podstawie bilansu objętości.

Komentarz: (oszacowanie wartości oczekiwanej w stosunku do statku wzorcowego, wpływ innych wymiarów i założeń projektowych na wynik, ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami, wiarygodności metod i celowości uśredniania wyników, przyczyny rozbieżności)

4.10. ZESTAWIENIE GŁÓWNYCH PARAMETRÓW STATKU

Wyporność	D [t]	
Długość między pionami	L_{pp} [m]	
Szerokość	B [m]	
Zanurzenie konstrukcyjne	T [m]	
Wysokość boczna	H [m]	
Współczynnik pełnotliwości kadłuba	δ [-]	
Moc silnika	N_e [kW]	

Komentarz: (czy uzyskane wyniki są zgodne z oczekiwaniami, tzn. większe lub mniejsze od wzorca, porównać stosunki wymiarów głównych, skale podobieństwa dla wielkości geometrycznych, prędkości, mocy napędu, kontrola spójności uzyskanych wyników – np.: czy $s_d^3 = s_x * s_y * s_z$, $s_v = s_x = s_z$? W przypadku niezgodności wskazać przyczyny).

5. WSTĘPNA KONCEPCJA PODZIAŁU PRZESTRZENNEGO

5.1. Oszacowanie wielkości zapasów.

A) Zapasy paliwa ciężkiego:

Masa zapasów wyraża się wzorem:

$$M_{pc} = N_e \cdot t_h \cdot g_e \cdot 10^{-6}$$

gdzie:

N_e – moc silnika pracującego na paliwie ciężkim [kW]

g_e – jednostkowe zużycie paliwa równe 170 $\left[\frac{g}{kWh}\right]$

t_h – czas (godzinowy) wyznaczony ze wzoru:

$$t_h = 1,15 \cdot \frac{Z}{v}$$

t_d – czas (dobowy) wyznaczony przez zaokrąglenie w górę czasu godzinowego z dokładnością do pełnej doby.

Z – zasięg

v – prędkość kontraktowa równa

Obliczenia:

$$t_h =$$

$$t_d =$$

$$M_{pc} =$$

Objętość zapasu paliwa ciężkiego:

$$V_{pc} = \frac{M_{pc}}{\rho_{pc}} =$$

$\rho_{pc} = 0,9 \left[\frac{t}{m^3}\right]$ – gęstość tą przyjmuje się również dla paliwa lekkiego i oleju

B) Zapasy paliwa lekkiego:

Przyjęto wartość stosowaną w praktyce projektowej jako 10% zapasów paliwa lekkiego i oleju. Obliczenia:

$$M_{pl} = 0,1 \cdot M_{pc} =$$

$$V_{pl} = \frac{M_{pl}}{\rho_{pl}} =$$

C) Zapasu oleju smarnego:

Zapasy oleju określa się analogicznie do zapasów paliwa ciężkiego, przyjmując zużycie jednostkowe:

$$g_{ol} = 8 \left[\frac{g}{kWh} \right]$$

Obliczenia:

$$M_{ol} = N_e \cdot t_h \cdot g_{ol} \cdot 10^{-6} =$$

$$V_{ol} = \frac{M_{ol}}{\rho_{ol}} =$$

D) Zapasy wody pitnej:

Zapasy wody pitnej określono na podstawie zależności:

$$M_{wp} = g_{wp} \cdot t_d \cdot n_z \cdot 10^{-3}$$

gdzie:

g_{wp} – jednostkowe zużycie wody pitnej – przyjęto $10 \left[\frac{kg}{osoba \cdot doba} \right]$

n_z – liczba osób na pokładzie (załoga i pasażerowie)

$\rho_w = 1 \left[\frac{t}{m^3} \right]$ – gęstość wody (pitnej i użytkowej)

Obliczenia:

$$M_{wp} =$$

$$V_{wp} =$$

E) Zapasy wody użytkowej

Ilość tych zapasów wyznaczono jak zapasy wody słodkiej pitnej zakładając zużycie jednostkowe: $g_{ws}=50 \left[\frac{kg}{osoba \cdot doba} \right]$

Obliczenia:

$$M_{ws} = g_{ws} \cdot t_d \cdot n_z \cdot 10^{-3} =$$

$$V_{ws} =$$

F) Zapasy żywności

Zapasy te wyznaczono jak zapasy wody słodkiej przyjmując $g_{pr}=5 \left[\frac{kg}{osoba \cdot doba} \right]$

Obliczenia:

$$M_{pr} = g_{pr} \cdot t_d \cdot n_z \cdot 10^{-3} =$$

G) Ciężar załogi i pasażerów

Ciężar ten wyznaczono przyjmując ciężar jednostkowy osoby wraz z bagażem jako

$$p_z = 150 \left[\frac{\text{kg}}{\text{osobę}} \right]. \text{ Obliczenia:}$$

$$P_z = n_z \cdot p_z \cdot 10^{-3} =$$

H) Suma zapasów

Masy:

$$M_z = M_{pc} + M_{pl} + M_{ol} + M_{wp} + M_{ws} + M_{pr} + P_z =$$

Objętości:

$$V_z = V_{pc} + V_{pl} + V_{ol} + V_{wp} + V_{ws} =$$

5.2. Wyznaczenie wysokości i objętości dna podwójnego.

Według PRS minimalna wysokość dna podwójnego wynosi:

$$h_{dp_{\min}} = 250 + 20 \cdot B + 50 \cdot T [\text{mm}]$$

gdzie:

B – szerokość statku [m]

T – zanurzenie statku [m]

Obliczona wartość zostaje zaokrąglona w górę z dokładnością 10 mm ze względu na technologię.

Obliczenia:

$$h_{dp_{\min}} =$$

$$h_{dp} =$$

Objętość dna podwójnego wyznacza się ze wzoru wg Schneeklutha:

$$V_{dp} = L \cdot B \cdot h_{dp} \left[\delta - 0,4 \cdot \left(\frac{T - h_{dp}}{T} \right)^2 \cdot \sqrt{1 - \delta} \right]$$

Obliczenia:

$$V_{dp} =$$

Komentarz (np.: czy objętość dna podwójnego wystarczy do przechowania zapasów, jaką mamy rezerwę (na paliwo, na balast), jakie założenia upraszczające zostały przyjęte?)

5.3. Dobór odstępu wręgowego.

Wielkość odstępu wręgowego jest określona wymaganiami przepisów klasyfikacyjnych. Dla celów projektów przyjmujemy stały odstęp wręgowy na całej długości statku (za wyjątkiem skrajnika dziobowego). Według PRS wielkość ta wynosi:

$$a_o = 0,002 \cdot L_{pp} + 0,48 [\text{m}]$$

Obliczona wartość zostaje zaokrąglona z dokładnością 10 mm ze względu na wymagania technologiczne.

Obliczenia:

$$a_o =$$

Dobór odstępu wręgowego dla skrajnika dziobowego

Praca własna na podstawie przepisów PRS, komentarz: jakie założenia upraszczające przyjęto?

5.4. Rozmieszczenie grodzi.

Przepisy PRS ustalają liczbę grodzi w zależności od długości statku i położenia siłowni. Według przepisów PRS projektowany statek (maszynownia na rufie) powinien posiadać n_G grodzi. Położenie grodzi koryguje się tak, aby ich odległość od pionu rufowego była całkowitą wielokrotnością odstepu wręgowego.

$$n_G =$$

A) Gródź zderzeniowa

Położenie grodzi skrajnika dziobowego wyznaczono na podstawie przepisów, które określają minimalną odległość grodzi zderzeniowej (grodzi skrajnika dziobowego) od pionu dziobowego. Według przepisów PRS odległość ta wynosi minimum $5\% \cdot L_{pp}$ od pionu dziobowego. Położenie grodzi dopasowujemy do podziału wręgowego.

$$L_{C\min} = 0,05 \cdot L_{pp} =$$

$$L_C = L_{pp} - a \cdot \text{int}\left(\frac{L_{pp} - L_{C\min}}{a}\right) =$$

B) Gródź skrajnika rufowego

Położenie tej grodzi wynosi min $6\% \cdot L_{pp}$ od pionu rufowego, przy konieczności dopasowania jej pozycji do podziału wręgowego.

$$L_{R\min} = 0,06 \cdot L_{pp} =$$

$$L_R = a \cdot \left[\text{int}\left(\frac{L_{R\min}}{a}\right) + 1 \right] =$$

C) Długość maszynowni

Długość maszynowni wyznaczamy na podstawie statku wzorcowego, w oparciu o moc napędu głównego:

$$L_M^* = c \cdot (N_e)^{0,5}, \text{ gdzie:}$$

$$c = \frac{L_M^o}{(N_e^o)^{0,5}}$$

Obliczoną długość maszynowni zaokrąglamy z dokładnością do odstepu wręgowego:

$$L_M = a \cdot \text{int}\left(\frac{L_M^*}{a} + 0,5\right)$$

Obliczenia:

$$c = \frac{L_M^o}{(N_e^o)^{0,5}} =$$

$$L_M^* = c \cdot (N_e)^{0,5} =$$

$$L_M = a \cdot \text{int}\left(\frac{L_M^*}{a} + 0,5\right) =$$

D) Długość ładowni

Wyznaczenie długości ładowni opiera się na założeniu minimalnej liczby grodzi poprzecznych i zbliżonej pojemności wszystkich ładowni. Ładownie dzielimy wstępnie zgodnie z proporcjami długości: 6:5:(5), gdzie ładownia dziobowa jest dłuższa od pozostałych. Obliczone długości ładowni krótszych zaokrąglamy z dokładnością do długości odstepu wręgowego i rezerwujemy na nie miejsce zaczynając od rufy – długość ładowni dziobowej jest wynikowa.

Obliczenia:

Długość części ładunkowej:

$$L_{LAD} = L_{PP} - L_C - L_R - L_M =$$

$$R_{LAD} = \frac{L_{LAD}}{a} = (\text{rozpiętość części ładunkowej w odstępach wręgowych})$$

Liczba ładowni:

$$n_{LAD} = n_G - 2 =$$

Długość ładowni:

$$L_{L2+} = a \cdot \text{int} \left(\frac{R_{LAD}}{6 \cdot n_{LAD} + 1} \cdot 6 \right) =$$

$$L_{L1} = L_{LAD} - (n_{LAD} - 1) \cdot L_{L2+} =$$

Komentarz: (np.: czy ładownie spełniają warunek długości maksymalnej, jeżeli nie – jakie są tego przyczyny, jak temu można zaradzić?)

5.5. Rozmieszczenie pokładów.

Funkcje międzypokładów: ochrona ładunku poprzez umożliwienie ustawiania go w mniejszych warstwach, wzmocnienie konstrukcji kadłuba, umożliwienie kontroli położenia środka ciężkości przez zmianę lokalizacji ładunku w pionie.

Wysokość ładowni jest równa różnicy wysokości kadłuba i dna podwójnego:

$$h_L = H - h_{dp} =$$

Wysokość międzypokładzia zależy od wysokości przewożonych na nim ładunków (np. samochody) lub urządzeń przeładunkowych – typowa wartość waha się pomiędzy 8 a 12 stóp [ft]. Dla projektu przyjęto wartość:

$$h_{MP} =$$

Wysokość ładowni głównej (najniższej części ładowni) również zależy od wymagań związanych z ładunkiem, ale jest zwykle większa niż międzypokładzia – typowa: 4-6 m. Dla celów projektu przyjęto minimalną wartość:

$$h_{LG}^{\min} =$$

Liczba międzypokładów:

$$n_{MP} = \text{int} \left(\frac{h_L - h_{LG}^{\min}}{h_{MP}} \right) =$$

Wysokość ładowni głównej:

$$h_{LG} = h_L - n_{MP} \cdot h_{MP} =$$

5.6. Wielkość luków.

Szerokość luku przyjęto $B_L \leq 0,7 \cdot B$,

gdzie „B” jest szerokością pokładu w rejonie luku

Obliczenia:

$$B_L = 0,7 \cdot B =$$

Długość luków jest mniejsza od długości ładowni o wielokrotność odstepu wręgowego (zrębnice poprzeczne muszą podobnie jak wręgi i grodzie znajdować się na pozycjach wyznaczonych przez wręgi budowlane). Przyjmuje się, że pomiędzy zrębnicą a grodzią powinno zachować się odległość co najmniej dwóch odstępów wręgowych.

$$L_{L\max} = L_L - 4 \cdot a$$

Obliczenia:

$$L_{L1\max} =$$

$$L_{L2\max} =$$

Wysokość zrębnic luków

(Praca własna na podstawie przepisów Konwencji o Liniach Ładunkowych, odstępstwa, komentarze)

6. OCENA STATECZNOŚCI

6.1. Kryteria stateczności.

Kryterium stateczności określają przepisy różnych instytucji:

1. IMO
2. Urzędy Morskie
3. Przepisy klasyfikacyjne (PRS)

Podstawowym kryterium statecznościowym dla statków handlowych jest minimalna wartość początkowej wysokości metacentrycznej (kryterium bezpieczeństwa):

$$h_0 = z_V + r_0 - z_G$$

Gdzie:

h_0 – wysokość metacentryczna

z_V – wysokość środka wyporu [m]

z_G – wysokość środka ciężkości [m]

r_0 – promień metacentryczny [m]

$$h_0 \geq 0.15 [m]$$

Drugim istotnym kryterium jest minimalny okres kołysań (kryterium komfortu):

$$\tau = \frac{4}{10000} (P_N - 5000) + 8 [s]$$

Gdzie: P_N – nośność [t]

6.2. Stany załadowania.

Kryteria muszą być spełnione dla skrajnych, charakterystycznych stanów załadowania:

1. statek pusty + 10% zapasów (statek pusty, koniec rejsu);
2. statek pusty + 100% zapasów (statek pusty, początek rejsu);
3. statek pusty + 10% zapasów + 100% ładunku (statek załadowany, koniec rejsu);
4. statek pusty + 100% zapasów + 100% ładunku (statek załadowany, początek rejsu);

Obliczenia dla 4-ch stanów załadowania:

Masa statku pustego:

$$M_S = D - P_N =$$

Ładowność:

$$M_L = P_N - M_Z =$$

Wyporność:

$$D_1 = M_{S1} = M_S + 0,1 \cdot M_Z =$$

$$D_2 = M_{S2} = M_S + M_Z =$$

$$D_3 = M_{S3} = M_S + M_L + 0,1 \cdot M_Z =$$

$$D_4 = M_{S4} = M_S + M_L + M_Z =$$

Dla każdego ze stanów załadowania wyznacza się zanurzenie T na podstawie wzoru:

$$M_{Si} = D = L \cdot B \cdot T_i \cdot \rho \cdot \left[\delta + 0,1 \ln \frac{T_i}{T} \right]$$

$$T_1 =$$

$$T_2 =$$

$$T_3 =$$

$$T_4 =$$

6.3. Charakterystyki statecznościowe dla wybranych stanów załadowania.

6.3.1. Współczynnik pełnotliwości kadłuba.

$$\delta_i = \delta + 0,1 \cdot \ln \frac{T_i}{T}$$

Obliczenia:

$$\delta_1 =$$

$$\delta_2 =$$

$$\delta_3 =$$

$$\delta_4 =$$

6.3.2. Współczynnik pełnotliwości wodnicy.

$$\alpha_i = \delta_i + 0,1$$

Obliczenia:

$$\alpha_1 =$$

$$\alpha_2 =$$

$$\alpha_3 =$$

$$\alpha_3 =$$

6.3.3. Współczynnik ε .

$$\varepsilon_i = \frac{\alpha_i^3}{2(\alpha_i + 1)(2 * \alpha_i + 1)}$$

Obliczenia:

$$\varepsilon_1 =$$

$$\varepsilon_2 =$$

$$\varepsilon_3 =$$

$$\varepsilon_4 =$$

6.3.4. Bezwymiarowy promień metacentryczny.

$$\xi_{ri} = \frac{\varepsilon_i}{\delta_i}$$

Obliczenia:

$$\xi_{r1} =$$

$$\xi_{r2} =$$

$$\xi_{r3} =$$

$$\xi_{r4} =$$

6.3.5. Promień metacentryczny.

$$r_{0i} = \xi_{ri} \frac{B^2}{T_i}$$

Obliczenia:

$$r_{01} =$$

$$r_{02} =$$

$$r_{03} =$$

$$r_{04} =$$

6.3.6. Bezwymiarowa wysokość środka wyporu.

$$\xi_{Vi} = \frac{\alpha_i}{\alpha_i + \delta_i}$$

Obliczenia:

$$\xi_{V1} =$$

$$\xi_{V2} =$$

$$\xi_{V3} =$$

$$\xi_{V4} =$$

6.3.7. Wysokość środka wyporu.

$$z_{Vi} = \xi_{Vi} \cdot T_i$$

Obliczenia:

$$z_{V1} =$$

$$z_{V2} =$$

$$z_{V3} =$$

$$z_{V4} =$$

6.3.8. Założona bezwymiarowa wysokość środka ciężkości.

Dla typowego rozłożenia ładunku przybliżoną wysokość położenia środka ciężkości opisują podane poniżej wartości. Nie oznacza to, że statek projektowany musi posiadać identyczne własności. Staranne rozmieszczenie ładunku o różnej gęstości lub zmiany konstrukcyjne (np. wyżej umieszczone zbiorniki) dają możliwość wpływania na położenie środka ciężkości etapie eksploatacji i projektowania.

$$\xi_{G1} = 0.62$$

$$\xi_{G2} = 0.60$$

$$\xi_{G3} = 0.65$$

$$\xi_{G4} = 0.64$$

6.3.9. Wysokość środka ciężkości.

$$z_{Gi} = \xi_{Gi} \cdot H$$

Obliczenia:

$$z_{G1} =$$

$$z_{G2} =$$

$$z_{G3} =$$

$$z_{G4} =$$

6.3.10. Bezwymiarowa krytyczna górna wysokość środka ciężkości.

Wartość krytycznego górnego położenia środka ciężkości wynika z kryterium bezpieczeństwa, wyrażonego minimalną wartością wysokości metacentrycznej (według przepisów PRS $h_{0\min}=0.15\text{m}$).

$$\xi_{Gi}^G = \frac{1}{H} \left(\xi_{vi} T_i + \xi_{ri} \frac{B^2}{T_i} - h_0 \right), \text{ gdzie } h_0=0.15\text{m}$$

Obliczenia:

$$\xi_{G1}^G =$$

$$\xi_{G2}^G =$$

$$\xi_{G3}^G =$$

$$\xi_{G4}^G =$$

6.3.11. Krytyczna górna wysokość środka ciężkości.

$$z_{Gi}^G = \xi_{Gi}^G \cdot H$$

Obliczenia:

$$z_{G1}^G =$$

$$z_{G2}^G =$$

$$z_{G3}^G =$$

$$z_{G4}^G =$$

6.3.12. Bezwymiarowa krytyczna dolna wysokość środka ciężkości.

Wartość krytycznego dolnego położenia środka ciężkości wynika z kryterium komfortu, wyrażonego przez minimalną wartość okresu kołysań.

$$\xi_{Gi}^D = \frac{1}{H} \left(\xi_{vi} T_i + \xi_{ri} \frac{B^2}{T_i} - \left(\frac{cB}{\tau} \right)^2 \right), \text{ gdzie } c=0.8 \text{ dla drobnicowców}$$

Obliczenia:

$$\xi_{G1}^D =$$

$$\xi_{G2}^D =$$

$$\xi_{G3}^D =$$

$$\xi_{G4}^D =$$

6.3.13. Krytyczna dolna wysokość środka ciężkości.

$$z_{Gi}^D = \xi_{Gi}^D \cdot H$$

Obliczenia:

$$z_{G1}^D =$$

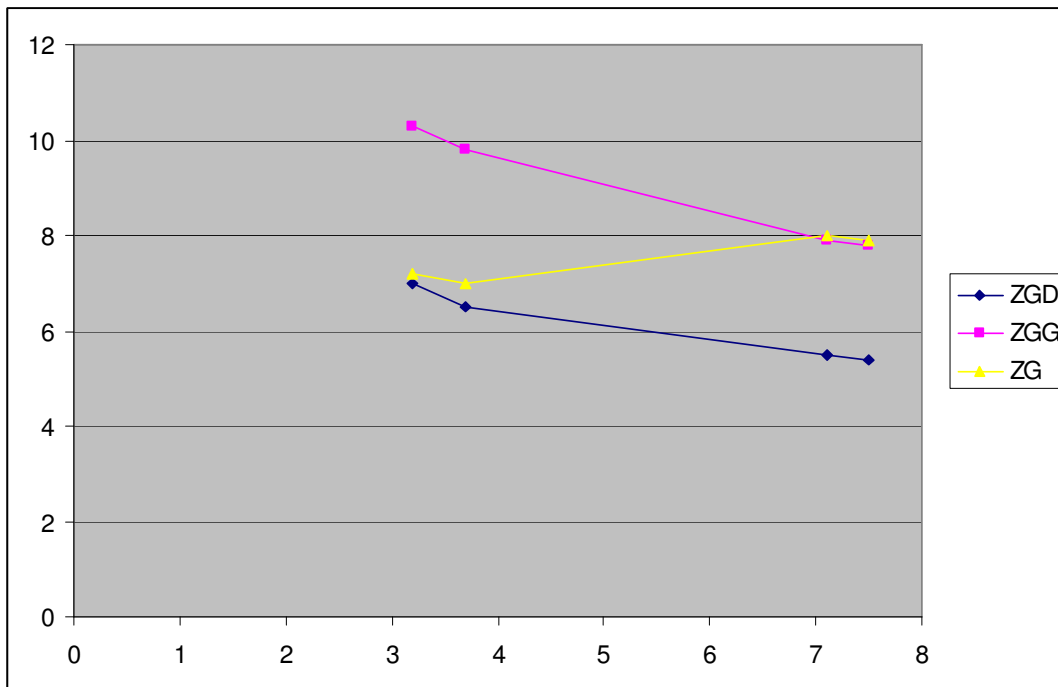
$$z_{G2}^D =$$

$$z_{G3}^D =$$

$$z_{G4}^D =$$

6.3.14. Ocena stateczności.

Oceny stateczności dokonujemy w oparciu o wykres zależności z_G^G , z_G^D , z_G od zanurzenia.



Komentarz: (ocena uzyskanych wyników, ich zgodności z oczekiwaniami, przyjętych uproszczeń – np. dlaczego w obliczeniach występuje B niezależna od zanurzenia?, interpretacja wykresu).

6.3.15. Obliczenia sprawdzające.

Obliczenia sprawdzające wykonujemy w celu oceny poprawności przeprowadzonych obliczeń. Uzyskane wartości h_0 wynikające z kryterium bezpieczeństwa oraz kryterium komfortu powinny być identyczne dla wszystkich stanów załadowania. Ocena uzyskanej wartości wysokości metacentrycznej dla typowego stanu załadowania powinna opierać się na ocenie położenia wysokości środka ciężkości w stosunku do wartości granicznych.

6.3.15.1. Wysokość metacentryczna dla kryterium bezpieczeństwa.

$$h_{0i}^G = z_{Vi} + r_{0i} - z_{Gi}^G$$

Obliczenia:

$$h_{01}^G =$$

$$h_{02}^G =$$

$$h_{03}^G =$$

$$h_{04}^G =$$

6.3.15.2. Wysokość metacentryczna dla kryterium komfortu.

$$h_{0i}^D = z_{Vi} + r_{0i} - z_{Gi}^D$$

Obliczenia:

$$h_{01}^D =$$

$$h_{02}^D =$$

$$h_{03}^D =$$

$$h_{04}^D =$$

6.3.15.3. Wysokość metacentryczna dla typowego rozłożenia ładunku.

$$h_{0i} = z_{Vi} + r_{0i} - z_{Gi}$$

Obliczenia:

$$h_{01} =$$

$$h_{02} =$$

$$h_{03} =$$

$$h_{04} =$$

6.4. Zestawienie obliczonych wartości parametrów statecznościowych.

Stan załadowania → Parametr ↓	0/10	0/100	100/10	100/100
D_i				
T_i				
δ_i				
α_i				
ε_i				
ξ_{ri}				
r_{0i}				
ξ_{Vi}				
z_{Vi}				
ξ_{Gi}	0.62	0.60	0.65	0.64
z_{Gi}				
ξ_{Gi}^G				
z_{Gi}^G				
ξ_{Gi}^D				
z_{Gi}^D				
h_{0i}^G				
h_{0i}^D				
h_{0i}				

7. POMIAR REJESTROWY

W oparciu o wiarygodną dokumentację projektową lub poprzez pomiary na statku ustala się całkowitą teoretyczną objętość pomieszczeń zamkniętych V_z [m³]. Na obecnym etapie projektu przyjmujemy:

$$V_z = V_C = \delta_H \cdot L \cdot B \cdot H$$

gdzie:

$$\delta_H = \delta_H^0 = \frac{V_C^{0*}}{L^0 \cdot B^0 \cdot H^0} \text{ (patrz pkt.4.9)}$$

Tonaż brutto wyznacza się ze wzoru:

$$GT = k_1 \cdot V_z$$

gdzie:

$$k_1 = 0.2 + 0.2 \cdot \log V_z$$

Tonaż netto wyznacza się ze wzoru:

$$NT = k_2 \cdot V_h \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 + k_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right)$$

gdzie:

$$k_2 = 0.2 + 0.2 \cdot \log V_h$$

$$k_3 = 1.25 \cdot \frac{GT + 10000}{10000}$$

$$\left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right) \leq 1$$

$$k_2 \cdot V_h \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right) \geq 0.25 \cdot GT$$

$$NT \geq 0.3 \cdot GT$$

V_h [m³] – całkowita objętość teoretyczna pomieszczeń ładunkowych (dla potrzeb projektu przyjmujemy teoretyczną objętość ładowni).

H [m] – wysokość boczna statku.

T [m] – zanurzenie do znaku wolnej burty na śródkręciu statku.

N_1 – liczba miejsc pasażerskich w kabinach posiadających nie więcej niż 8 koi.

N_2 – liczba pozostałych pasażerów.

$N_1 + N_2 < 13$ to $k_3 = 0$

Obliczenia:

$$V_z = V_c = \delta_H \cdot L \cdot B \cdot H =$$

$$k_1 = 0.2 + 0.2 \cdot \log V_z =$$

$$GT = k_1 \cdot V_z =$$

$$k_2 = 0.2 + 0.2 \cdot \log V_h =$$

$$k_3 = 1.25 \cdot \frac{GT + 10000}{10000} =$$

$$\left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right) =$$

$$k_2 \cdot V_h \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right) =$$

$$0.25 \cdot GT =$$

$$NT = k_2 \cdot V_h \cdot \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 + k_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right) =$$

$$0.3 \cdot GT =$$

Komentarz: (interpretacja uzyskanych wyników).

8. WYZNACZENIE WOLNEJ BURTY

Do wyznaczania wolnej burty stosuje się przepisy dla określenia linii ładunkowych stanowiące załącznik I do „Konwencji o liniach ładunkowych” z 1966 r. oraz odpowiednie przepisy prawidła 13, rozdziału II-1 „Międzynarodowej konwencji o bezpieczeństwie życia na morzu” z 1974 r. Do dokonywania pomiarów, wydawania międzynarodowych świadectw wolnej burty i międzynarodowych świadectw zwolnienia od wymagań wolnej burty oraz dokonywania odpowiednich wpisów w tych świadectwach uprawniona jest instytucja klasyfikacyjna, uznana zgodnie z odrębnymi przepisami. Międzynarodowe świadectwo wolnej burty stwierdza, że statek został poddany przeglądowi, ocechowany znakiem wolnej burty i że wolna burta została wyznaczona zgodnie z postanowieniami konwencji.

Obliczenia zostały ujęte w załączonym formularzu PRS.

Komentarz: (interpretacja uzyskanych wyników, w przypadku braku/nadmiaru wysokości wolnej burty podać jaki działania w kolejnych iteracjach może/powinien podjąć projektant i dlaczego?)

Polski Rejestr Statków



OBLICZENIE WOLNEJ BURTY ZGODNIE Z POSTANOWIENIAMI MIĘDZYNARODOWEJ KONWENCJI O LINIACH ŁADUNKOWYCH - 1966 R.

COMPUTATION OF FREEBOARD IN ACCORDANCE WITH THE 1966 LOAD LINE CONVENTION

NUMER OBLICZENIA NAZWISKO INSPEKTORA NUMER REJESTRU

STATEK PORT MACIERZYSTY

BANDERA SYGNAL ROZPOZNAWCZY ARMATOR

TYP STATKU (TYPE OF SHIPS)

- A B
B ZE ZWIĘKSZONĄ WOLNĄ BURTA (B+)
B ZE ZMNIĘSZONĄ WOLNĄ BURTA (B-)

2.1 WSPÓŁCZYNNIK PEŁNOTLIWOŚCI KADŁUBA (BLOCK COEFFICIENT)

$$= \frac{V}{L \cdot B \cdot 0,85 H} = \dots$$

3.1 WYSOKOŚĆ BOCZNA DLA WOLNEJ BURTY (DEPTH FOR FREEBOARD)

WYSOKOŚĆ BOCZNA (H) m
GRUBOŚĆ MOCNICY POKŁ. (e) m
GRUBOŚĆ POKRYCIA NA NIE
OSŁONIĘTYM POKŁADZIE $t \left(\frac{L-S}{L} \right)$ m
WYSOKOŚĆ BOCZNA DLA W.B. (H) m

1. WYMIARY GŁÓWNE (MAIN DIMENSIONS)

DLUGOŚĆ (L) m
SZEROKOŚĆ (B) m
WYSOKOŚĆ BOCZNA (H) m
WYPORNOŚĆ V DLA $d = 0,85 H$ m

2.2 POPRAWKA NA WSPÓŁCZ. PEŁNOTLIWOŚCI KADŁUBA (CORRECTION FOR BLOCK COEFFICIENT)

$$C_s = \frac{z + 0,68}{1,36} = \dots$$

3.2 POPRAWKA NA WYSOKOŚĆ BOCZNA (DEPTH CORRECTION)

$$C_H = \left(H - \frac{L}{15} \right) R = \dots \text{ mm}$$

$$L < 120 \text{ m } R = L / 0,48$$

$$L \geq 120 \text{ m } R = 250$$

Uwaga: Zmniejszenie wolnej burty, t.j. poprawkę ujemną, można stosować tylko pod warunkiem istnienia nadbudówki zamkniętej w środkokreću na długości $S \geq 0,6 L$, lub skrzyni całkowitej lub też zestawu nadbudówek i skrzyń ciągnących się od dziobu do rufy. Jeżeli jednak wysokość nadbudówki jest mniejsza od przepisowej, to zmniejszenie następuje w stosunku wysokości rzeczywistej do przepisowej.

4.1 WYSOKOŚĆ DZIUBU (BOW HEIGHT)

$$\text{WYMAGANA: } H_{dz} = 56 L \left(1 - \frac{L}{500} \right) \frac{1,36}{z + 0,68} = \dots \text{ mm} \quad \text{gd } L < 250 \text{ m}$$

$$7000 \frac{1,36}{z + 0,68} = \dots \text{ mm} \quad \text{gd } L \geq 250 \text{ m}$$

$$\text{RZECZYWISTA: } H'_{dz} = \dots \text{ mm}$$

letnia w. b + wznios. dziob. + wys. dziobówki + (inne)

4.2 POPRAWKA NA WYSOKOŚĆ DZIUBU (BOW HEIGHT CORRECTION)

$$C_{dz} = H_{dz} - H'_{dz} = \dots \text{ mm} \quad \text{jeżeli } H'_{dz} > H_{dz} \quad C_{dz} = 0$$

5.1 NADBUDÓWKI NA POKŁADZIE WOLNEJ BURTY (SUPERSTRUCTURES)

NADBUDÓWKA LUB SKRZYŃNIA	DŁUGOŚĆ ŚREDNIA (S) m	WYSOKOŚĆ RZECZYW. (n) m	WSPÓLCZYNNIK		DŁUGOŚĆ EFEKTYWNA (E)
			h_{hp}^*	b/B_s^{**}	
DZIOBÓWKA					
ŚREDNIÓWKA					
RUFÓWKA					
SZANIEC					
SKRZYŃNIA-DZIOB					
SKRZYŃNIA-RUFA					
S =			E =		

WYSOKOŚĆ PRZEPISOWA NADBUDÓWKI

$h_p = \dots m$

WYSOKOŚĆ PRZEPISOWA SZANCA

$h_p = \dots m$

S/L =

E/L =

$E_{dz}/L = \dots$

$E_{sr}/L = \dots$

* Jeżeli $h < h_p$, to dla otrzymania E mnoży się S przez h/h_p .

** Jeżeli nadbudówka nie dochodzi do burt statku, to dla otrzymania E mnoży się S przez b/B_s (t.j. szerokość nadbudówki w jej środku długości do szerokości statku w tym przekroju).

5.2 POTRĄCENIA NA NADBUDÓWKI (DEDUCTION FOR SUPERSTRUCTURES)

POTRĄCENIE DLA NADBUDÓWKI CAŁKOWITEJ (E = L)

TYP „B”:

PROCENT Z TABLICY

DLA TYPU „A” i „B”: $C_N = \dots mm$

POPRAWKA NA DZIOB. $E_{dz} < 0,07 L$

TYP „A”: PROCENT Z TABL. %

INTERPOLACJA ŚREDN. $E_{sr} < 0,2 L$

POTRĄCENIE $C_n = \dots mm$

POPRAWKA $C_n = \dots mm$

LINIA I	LINIA II	W. B. DRZEW.

6.1 WZNIOS WZDŁUŻNY (SHEER)

CZĘŚĆ RUFOWA STATKU				CZĘŚĆ DZIOBOWA STATKU			
PUNKTY PODZIAŁU	RZĘDNE rzeczywiste	WSPÓLCZYNNIK	ILOCZYN	PUNKTY PODZIAŁU	RZĘDNE rzeczywiste	WSPÓLCZYNNIK	ILOCZYN
PR		1				1	
1/6 L od PR		3		1/3 L od PD		3	
1/3 L od PR		3		1/6 L od PD		3	
		1		PD		1	
Σ				Σ			

$Z_r - Z_{dz}$ — RÓŻNICA MIĘDZY RZECZYWISTĄ A PRZEPISOWĄ WYSOKOŚCIĄ NADBUDÓWKI NA PIONIE RUFOWYM LUB DZIOBOWYM
 $S_r - S_{dz}$ — ŚREDNIA DŁUGOŚĆ ZAMKNIĘTEJ RUFÓWKI LUB DZIOBÓWKI
 S_{sr} — DŁUGOŚĆ ŚREDNIÓWKI
 $\frac{S_{sr}}{L}$

$16 \frac{Z_r - S_r}{3 \times L} = \dots$

$16 \frac{Z_{dz} - S_{dz}}{3 \times L} = \dots$

OBLICZENIOWY WZNIOS RUFOWY =

OBLICZENIOWY WZNIOS DZIOB. =

PRZEPISOWY WZNIOS RUFOWY = $86,7 (L/3 + 10)$

PRZEPISOWY WZNIOS DZIOB. = $133,4 (L/3 + 10)$

$\frac{\text{OBLICZENIOWY WZNIOS RUFOWY}}{\text{PRZEPISOWY WZNIOS RUFOWY}} = \dots$

$\frac{\text{OBLICZENIOWY WZNIOS DZIOB.}}{\text{PRZEPISOWY WZNIOS DZIOB.}} = \dots$

WZNIOS OBLICZENIOWY CAŁKOWITY =

WZNIOS PRZEPISOWY CAŁKOWITY =

6.2 POPRAWKA NA WZNIOS (SHEER CORRECTION)

$$C_W = \frac{\text{WZN. PRZEP.} - \text{WZN. OBLICZ.}}{16} \cdot \left(0,75 - \frac{S}{2L}\right) = \frac{\dots}{16} \cdot \left(0,75 - \dots\right) = \dots \text{ mm}$$

- Uwagi: 1. Jeżeli $C_W < 0$, poprawkę zmniejszającą stosuje się tylko, gdy na śródokręciu jest nadbudówka $\geq 0,2 L$. Jeżeli nadbudówka obejmuje mniej niż $0,1 L$ przed i $0,1 L$ za środkiem statku — stosuje się interpolację liniową.
2. Największa poprawka zmniejszająca — 125 mm na każde 100 m długości statku.

7. ZWIĘKSZENIE WOLNEJ BURTY DLA STATKÓW $L \leq 100$ m i $E \leq 0,35 L$
(CORRECTION TO THE FREEBOARD FOR SHIPS $L \leq 100$ m $E \leq 0,35 L$)

$$C_L = 7,5 (100 - L) \cdot \left(0,35 - \frac{E}{L}\right) = \dots = \dots \text{ mm}$$

8. OBLICZENIE WOLNEJ BURTY (COMPUTATION OF FREEBOARDS)

	TYP A		TYP B, B+ LUB B-		TYP B DRZEWNIA (TIMBER)	
	+	-	+	-	+	-
WOLNA BURTA TABELARYCZNA	..... mm		..... mm		..... mm	
ZWIĘKSZENIE W. B. NA ŁUKI DREW. Z BREZ.	..... mm		..... mm		..... mm	
ZWIĘKSZENIE W. B. STATKÓW $L \leq 100$ m $E \leq 0,35 L$	..... mm		..... mm		..... mm	
WOLNA BURTA PODSTAWOWA	..... mm		..... mm		..... mm	
WOLNA BURTA POPRAWIONA NA	..... mm		..... mm		..... mm	
POPRAWKI NA:						
WYSOKOŚĆ BOCZNA (C_H)						
NADBUDÓWKI (C_n)						
WZNIOS WZDŁ. POKŁ. (C_w)						
GRUBOŚĆ POKŁ. NA ŚRÓDOKR. (C_p)						
POŁOŻENIE LINII POKŁ. (C_{lp})						
WYTRZYMAŁOŚĆ, NIEZATAPIALNOŚĆ (C_k)						
WYSOKOŚĆ DZIOBU (C_{dz})						
INNE						
LETNIA WOLNA BURTA	..... mm		..... mm		..... mm	

MIERZONA OD LINII POKŁADOWEJ, KTÓREJ GÓRNA KRAWĘDŹ ZNAJDUJE SIĘ mm OD GÓRNEJ KRAWĘDZI

POKŁADU U BURTY

9. POPRAWKI DLA TROPIKU, WOLNEJ BURTY ZIMOWEJ I ZIMOWEJ DLA ATLANTYKU PŁN.
(DEDUCTION FOR TROPICAL AND ADDITION FOR WINTER AND WINTER NORTH ATLANTIC FREEBOARD)

	A, B, B+ i B-	B DRZEWNA (TIMBER)
WYSOKOŚĆ BOCZNA DO POKŁ. WOLNEJ BURTY	..... mm:	..... mm
POPRAWKA NA POŁOŻENIE LINII POKŁAD.	..... mm:	..... mm
LETNIA WOLNA BURTA	..... mm	..... mm
ZANURZENIE DLA LETNIEJ WOLNEJ BURTY (d)	..... mm:	..... mm
POTRĄCENIE DLA TROPIKU } DODATEK DLA ZIMOWEJ W. B. } d/40 =	..... mm	d/40 mm
		d/36 mm
DODATEK DLA ZIMOWEJ W. B. ATLANTYKU PŁN.	..... mm	..... mm

10. POPRAWKA DLA WODY SŁODKIEJ (DEDUCTION FOR FRESH WATER)

WYPORNOŚĆ D W WODZIE SŁONEJ DLA LETNIEJ WOLNEJ BURTY

PRZYROST WYPORNOŚCI NA CENTYMETR ZANURZENIA (ΔD_{cm})

POPRAWKA $\frac{D}{40 \cdot \Delta D_{cm}} = \frac{\quad}{40 \cdot \quad}$

A, B, B+, B-	B DRZEWNA (TIMBER)

11. ZESTAWIENIE WIELKOŚCI WOLNYCH BURT (FREEBOARDS ASSIGNED)

GÓRNA KRAWĘDŹ LINII POKŁADOWEJ ZNAJDUJE SIĘ mm PONIŻEJ GÓRNEJ KRAWĘDZI POKŁADU

..... U BURTY

A, B, B+, B-		B DRZEWNA (TIMBER)	
WOLNA BURTA OD LINII POKŁAD	PONAD/PONIŻEJ (L)	WOLNA BURTA OD LINII POKŁAD	PONAD/PONIŻEJ (L) LUB (DL)
TROPIKALNA WODY SŁODKIEJ (TS)	..... PONAD (L)	TROPIKALNA WODY SŁODKIEJ (DTS)	..... PONAD (DL)
WODY SŁODKIEJ (S)	..... PONAD (L)	WODY SŁODKIEJ (DS)	..... PONAD (DL)
TROPIKALNA (T)	..... PONAD (L)	TROPIKALNA (DT)	..... PONAD (DL)
LETNIA (L)	GÓRNA KRAWĘDŹ LINII PRZECHODZI PRZEZ ŚRODEK KRĘGU	LETNIA (DL)	..... PONAD (L)
ZIMOWA (Z)	..... PONIŻEJ (L)	ZIMOWA (DZ)	..... PONIŻEJ (DL)
ZIMOWA DLA ATLANTYKU PŁN. (ZAP.)	..... PONIŻEJ (L)	ZIMOWA DLA ATL. PŁN. (DZAP)	..... PONIŻEJ (DL)

SPRAWDZIŁ OBLICZYŁ

DATA PODPIS

9. PLAN GENERALNY i OPIS TECHNICZNY

Plan generalny jest podstawowym dokumentem projektu wstępnego. Jest to rysunek statku obejmujący główne widoki:

- a) przekrój wzdłużny/sylweta boczna z podziałem grodziowym i pokładami
- b) widok wszystkich pokładów (dla potrzeb projektu wystarczy tylko plan pokładu głównego)
- c) widok dna wewnętrznego z planem zbiorników
- d) widok od dziobu z podziałem grodziowym wzdłużnym i pokładami

Widoki oprócz kadłuba i nadbudówki powinny zawierać główne elementy wyposażenia: silnik główny, ster, pędnik, stery strumieniowe, urządzenia przeładunkowe (z zaznaczonym zasięgiem na rzucie pokładu), łodzie ratunkowe, opcjonalnie: wyposażenie cumownicze i pokład dziobówki. Tradycyjnie sylweta boczna rysowana jest jako przekrój poniżej wodnicy konstrukcyjnej i jako widok powyżej KLW. Rysunek okrętowy generalnie spełnia konwencję rysunku technicznego – główne, znaczące odstępstwa to: rysowanie jedynie tych elementów, które znajdują się w płaszczyźnie przekroju lub są funkcjonalnie z nią związane oraz widok od dziobu umieszczany tradycyjnie po prawej stronie sylwety bocznej, skierowanej dziobem w prawo (czyli zgodnie z amerykańską konwencją rzutowania).

Plan generalny musi spełniać podstawowe wymagania konwencji rysunku okrętowego, obejmującej następujące elementy:

- a) tabelka,
- b) opis wymiarów głównych statku,
- c) oznaczenia:
 - i. pionu rufowego i dziobowego
 - ii. wodnicy konstrukcyjnej
 - iii. płaszczyzny podstawowej
 - iv. płaszczyzny symetrii
 - v. owręża
 - vi. otworów w pokładzie
 - vii. zbiorników (przekątne)
 - viii. wolnej burty
 - ix. podziałki wręgowej (ew. szeregów kontenerów)
 - x. SOLAS visibility line

Przykładowy rysunek planu generalnego w wymaganym zakresie szczegółowości przedstawia rysunek na str.43.

Opis techniczny jest drugim istotnym dokumentem projektu wstępnego. Zawiera charakterystykę techniczną statku, której nie można ująć w formie rysunków i obliczeń. Zwykle obejmuje ono następujące zagadnienia:

1. Typ statku.
2. Przeznaczenia.
3. Nośność z rozbiem na składniki.
4. Pojemność ładowni.
5. Tonaż.
6. Prędkość oraz warunki prób.
7. Zasięg pływania.
8. Rejon pływania.
9. Towarzystwo klasyfikacyjne i klasa.
10. Kadłub (typ konstrukcyjny, materiały).
11. Rodzaj i moc napędu.
12. Specyfikacja głównych urządzeń (urządzenia kotwiczne, cumownicze, maszyna sterowa, ster strumieniowy, urządzenia przeładunkowe).
13. Opis elektrowni.
14. Załoga.
15. Opis pomieszczeń wewnętrznych.
16. Spis dokumentacji zdawczej.

W zależności od standardów obowiązujących w stoczni i umowy z armatorem opis techniczny może różnić się zakresem i stopniem szczegółowości.

Praca własna studenta na podstawie literatury i wydawnictw branżowych.