

Politechnika Gdańska  
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa

**PODSTAWY PROJEKTOWANIA OKRĘTÓW I  
JACHTÓW**

**PROJEKT DROBNICOWCA UNIWERSLANEGO**

Imię i Nazwisko:  
Kierunek, grupa:  
Rok akademicki:  
Nr zadania:  
Liczba koi stałych:

Data oddania:

Ocena:  
Data:

## Spis treści

1.	PRZYJĘTE OZNACZENIA I KONWENCJE .....	- 3 -
2.	ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE .....	- 4 -
2.1.	Zbiór głównych założeń projektowych .....	- 4 -
2.2.	Analiza warunków eksploatacji. ....	- 4 -
2.3.	Zbiór uzupełniających założeń projektowych. ....	- 5 -
3.	DOBÓR STATKU WZORCOWEGO .....	- 6 -
3.1.	Metryka podobieństwa. ....	- 6 -
3.2.	Parametry wybranego statku wzorcowego zawiera tabela. ....	- 7 -
3.3.	Weryfikacja statku wzorcowego. ....	- 8 -
4.	PROJEKTOWANIE PARAMETRYCZNE .....	- 10 -
4.1.	Wyznaczenie wyporności statku projektowego.....	- 10 -
4.2.	Długość statku (między pionami). ....	- 12 -
4.3.	Szerokość statku. ....	- 14 -
4.4.	Współczynnik pełnotliwości kadłuba.....	- 15 -
4.5.	Współczynnik pełnotliwości owręza.....	- 16 -
4.6.	Walcowy współczynnik pełnotliwości kadłuba.....	- 16 -
4.7.	Odcięta środka wyporu. ....	- 16 -
4.8.	Zanurzenie konstrukcyjne. ....	- 16 -
4.9.	Oszacowanie mocy silnika głównego. ....	- 16 -
4.10.	Wysokość boczna. ....	- 17 -
4.11.	Zestawienie głównych parametrów statku. ....	- 18 -
4.12.	Pierwsze przybliżenie linii teoretycznych kadłuba.....	- 19 -
5.	WSTĘPNA KONCEPCJA PODZIAŁU PRZESTRZENNEGO .....	- 20 -
5.1.	Oszacowanie wielkości zapasów. ....	- 20 -
5.2.	Wyznaczenie wysokości i objętości dna podwójnego. ....	- 23 -
5.3.	Dobór odstępu wręgowego. ....	- 23 -
5.4.	Rozmieszczenie grodzi. ....	- 24 -
5.5.	Rozmieszczenie pokładów. ....	- 26 -
5.6.	Wielkość luków .....	- 26 -
6.	OCENA STATECZNOŚCI.....	- 27 -
6.1.	Kryteria stateczności. ....	- 27 -
6.2.	Stany załadowania .....	- 28 -
6.3.	Charakterystyki statecznościowe dla wybranych stanów załadowania. ....	- 29 -
6.3.1.	Współczynnik pełnotliwości kadłuba.....	- 29 -
6.3.2.	Współczynnik pełnotliwości wodnicy.....	- 29 -
6.3.3.	Bezwymiarowy moment bezwładności wodnicy. ....	- 30 -
6.3.4.	Bezwymiarowy promień metacentryczny. ....	- 30 -
6.3.5.	Promień metacentryczny.....	- 30 -
6.3.6.	Bezwymiarowa wysokość środka wyporu. ....	- 31 -
6.3.7.	Wysokość środka wyporu. ....	- 31 -
6.3.8.	Bezwymiarowa krytyczna górna wysokość środka ciężkości. ....	- 32 -
6.3.9.	Krytyczna górna wysokość środka ciężkości. ....	- 32 -
6.3.10.	Bezwymiarowa krytyczna dolna wysokość środka ciężkości.....	- 33 -
6.3.11.	Krytyczna dolna wysokość środka ciężkości. ....	- 33 -
6.3.12.	Założona bezwymiarowa wysokość środka ciężkości. ....	- 34 -
6.3.13.	Wysokość środka ciężkości. ....	- 34 -
6.3.14.	Ocena stateczności.....	- 34 -
6.3.15.	Obliczenia sprawdzające.....	- 35 -
6.3.15.1.	Wysokość metacentryczna dla kryterium bezpieczeństwa. ....	- 35 -
6.3.15.2.	Wysokość metacentryczna dla kryterium komfortu. ....	- 35 -
6.3.15.3.	Wysokość metacentryczna dla typowych stanów załadowania. ....	- 36 -
6.4.	Zestawienie obliczonych wartości parametrów statecznościowych. ....	- 36 -
7.	POMIAR REJESTROWY .....	- 37 -
8.	WYZNACZENIE WOLNEJ BURTY .....	- 39 -
8.1.	Decyzje projektowe dotyczące nadbudówek i wzniosu pokładu. ....	- 39 -
8.2.	Wyznaczenie minimalnej wysokości nadbudówki.....	- 40 -
9.	DOKUMENTACJA .....	- 46 -
9.1.	Opis techniczny. ....	- 46 -
9.2.	Plan generalny. ....	- 47 -
10.	Wnioski. ....	- 47 -

# 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 (projekt – wzorzec)	$\Delta X = X - X^o$	-
Nośność	$P_N$	$[t]$
Wyporność	$D$	$[t]$
Masa	$M$	$[t]$
Objętość, pojemność	$V$	$[m^3]$
Objętość podwodzia	$\nabla$	$[m^3]$
Prędkość	$v$	$[kn]$
Zasięg pływania	$Z$	$[Mm]$
Liczba całkowita (liczność zbioru)	$n$	$[-]$
Długość	$L$	$[m], [ft]$
Długość między pionami	$L_{pp}$	$[m], [ft]$
Szerokość maksymalna kadłuba	$B$	$[m]$
Zanurzenie konstrukcyjne kadłuba	$T$	$[m]$
Wysokość boczna kadłuba	$H$	$[m]$
Maksymalna wysokość statku nad KŁW	$T_a$	$[m]$
Współczynnik pełnotliwości kadłuba	$c_B, \delta$	$[-]$
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 owręza	$c_M, \beta$	$[-]$
Odcięta środka wyporu	$x_V$	$[m]$
Współczynnik wykorzystania wyporności	$\eta_D$	$[-]$
Gęstość	$\rho$	$[t / m^3]$
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	$c_W, \alpha$	$[-]$
Walcowy współczynnik pełnotliwości kadłuba	$c_P$	$[-]$
Parametry konstrukcyjne podawane bez indeksów, np.:	$\delta = \delta_K$	-
Indeks „i” zarezerwowany dla wartości parametrów innych niż konstrukcyjne i operacji sumowania, np.:	$T_i, \delta_i, \sum M_i$	-

## 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	$Z [Mm]$	

### 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, reda, 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	Powód
Typ architektoniczny statku	-	Nadbudówka na rufie	Narzucony
Typ napędu	-	Silnik tłokowy, wolnoobrotowy	Narzucony
Liczba pędników	-	1	Narzucony
Urządzenia przeładunkowe	-		
Wypożyczenie dodatkowe	-		
Dopuszczalne zanurzenie	$T [m]$		
Dopuszczalna szerokość	$B [m]$		
Dopuszczalna długość	$L [m]$		
Dopuszczalna wysokość statku	$T_a [m]$		
Liczba koi stałych (członków załogi i pasażerów)	$n_z [osoba]$		
Bandera	Polska		Narzucona
Nadzór instytucji klasyfikacyjnej	PRS		Narzucony
Uwzględniane przepisy i konwencje międzynarodowe	<p>International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974</p> <p>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), 1973</p> <p>Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG), 1972</p> <p>International Convention on Load Lines (LL), 1966</p> <p>International Convention on Maritime Search and Rescue (SAR), 1979</p> <p>International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, (BWM), 2004</p> <p>International Convention on Tonnage Measurement of Ships (TONNAGE), 1969</p> <p>Resolution IMO A.890(21), Principles of Safe Manning, 1999</p> <p>Maritime Labour Convention (ILO MLC), 2006</p> <p>Przepisy klasyfikacyjne PRS</p>		Narzucone

### 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 uzyskanych wartości metryki podobieństwa ( $\|\bar{p} - \bar{p}^o\|$ ) jako wzorcowy wybrany został statek nr ...

### 3.2. Parametry wybranego statku wzorcowego zawiera tabela.

Nazwa parametru	Symbol	Wartość	Symbol	Wartość	Jednostka miary
Nośność	$P_N^o$		$P_N$		[t]
Nośność po weryfikacji danych statku wzorcowego	$P_N^{o*}$				[t]
Objętość ładowni dla beli	$V_{Lb}^o$		$V_{Lb}$		[m <sup>3</sup> ]
Prędkość	$v^o$		$v$		[kn]
Długość między pionami	$L_{pp}^o$				[m]
Szerokość maksymalna	$B^o$				[m]
Zanurzenie konstrukcyjne	$T^o$				[m]
Wysokość boczna	$H^o$				[m]
Długość siłowni (maszynowni)	$L_M^o$				[m]
Współczynnik pełnotliwości kadłuba	$C_B^o, \delta_K^o$				[-]
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 <sup>3</sup> ]
Objętość skrajników	$V_S^o$				[m <sup>3</sup> ]
Objętość dna podwójnego	$V_{DP}^o$				[m <sup>3</sup> ]
Całkowita objętość podpokładowa	$V_C^o$				[m <sup>3</sup> ]
Całkowita objętość podpokładowa po weryfikacji danych statku wzorcowego	$V_C^{o*}$				[m <sup>3</sup> ]

Komentarz: ocena wzorca i oszacowanie jakich wartości, w stosunku do statku wzorcowego, należy oczekiwać w trakcie obliczeń (mniejszych, większych, nie wiadomo, dlaczego?). Przy dwóch metrykach o bardzo zbliżonej wartości można dla porównania prowadzić obliczenia w oparciu o oba wzorce równocześnie.

### 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:

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

gdzie:

wyporność statku wzorcowego:

$$D^o = \rho \cdot \delta \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T|_o =$$

suma mas składowych statku wzorcowego:

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

Błąd bilansu:

- bezwzględny (wzorcowa – błędna)

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

- względny (bezwzględny/wzorcowa)

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

Gdzie:

$D^o$  – wyporność statku wzorcowego,

$\rho = 1.025 t / m^3$  – gęstość wody morskiej,

$\delta^o$  – ( $C_B$ ) współczynnik pełnotliwości statku wzorcowego,

$L_{pp}^o$  – długość między pionami statku wzorcowego,

$B^o$  – szerokość statku wzorcowego,

$T^o$  – zanurzenie statku wzorcowego,

Skorygowana nośność statku wzorcowego:

$$P_N^{o*} = P_N^o + \Delta M^o =$$



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

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

Gdzie:

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

Formułując bilans objętości przyjmuje się przybliżoną relację między teoretyczną objętością ładowni  $V_{LT}$ , objętością dla ładunku masowego, reprezentowanego przez ziarno  $V_{LZ}$  i objętością 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 (wzorcowa – błędna)

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

- względny (bezwzględny/wzorcowa)

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

Skorygowana 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

gdzie:

$M_K$  - masa kadłuba,

$M_N$  - masa nadbudówki,

$M_W$  - masa wyposażenia,

$M_M$  - 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  $C_4=0.01$

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

$$M_K + M_N = (M_K^o + M_N^o) + C_1 \cdot \Delta D = M_{KN}^o + \left. \frac{M_{KN}}{D} \right|_o \cdot \Delta D$$

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

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

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

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

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

Komentarz: czy uzyskany wynik jest zgodny z oczekiwaniami? (jakie były oczekiwania, na jakiej podstawie takie właśnie?), ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami (przyczyny), w jaki sposób wykorzystane są oba wyniki, interpretacja wielkości błędu linearyzacji w metodzie Normanda. Który wynik zostanie wykorzystany do dalszych obliczeń i dlaczego?

#### 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:

$$C = C^o = \frac{L_{pp}^o}{\left( \frac{v^o}{v^o+2} \right)^2 \cdot \sqrt[3]{\nabla^o}} \quad \text{lub równoważnego} \quad C = C^o = \frac{L_{pp}}{\left( \frac{v}{v+2} \right)^2 \cdot \nabla^{\frac{1}{3}}} \Bigg|_o$$

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.

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

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

gdzie:

v – prędkość statku [kn],

D – wyporność statku [t]

Obliczenia:

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

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

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: czy uzyskany wynik jest zgodny z oczekiwaniami ?(jakie były oczekiwania, na jakiej podstawie takie właśnie?), wpływ prędkości i nośności na obliczoną długość, ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami, przyczyny rozbieżności, ocena wiarygodności metod i celowości uśredniania wyników.

#### 4.3. Szerokość statku.

a) Wyznaczenie szerokości według wzoru Bujnickiego.

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

Obliczenia:

$$B =$$

b) Wyznaczenie szerokości według 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: czy uzyskany wynik jest zgodny z oczekiwaniami ?(jakie były oczekiwania, na jakiej podstawie takie właśnie?), wpływ innych wymiarów i założeń projektowych na wynik, ocena różnicy wyników uzyskanych obiema metodami, przyczyny rozbieżności, ocena wiarygodności metod i celowości uśredniania wyników.

#### 4.4. Współczynnik pełnotliwości kadłuba.

Prędkość względna statku.

$$F_N = \frac{v}{\sqrt{L_{pp}^{ft}}},$$

gdzie:

$$L_{pp}^{ft} = \frac{L_{pp}}{0.305} - \text{długość statku wyrażona w stopach (1ft = 0.305m)}$$

Obliczenia:

$$L_{pp}^{ft0} =$$

$$F_N^o =$$

$$L_{pp}^{ft} =$$

$$F_N =$$

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 owręża.

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

Obliczenia:

$$\beta =$$

#### 4.6. Walcowy współczynnik pełnotliwości kadłuba.

$$\varphi = \frac{\delta}{\beta}$$

Obliczenia:

$$\varphi =$$

#### 4.7. Odcięta środka wyporu.

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

Obliczenia:

$$x_V =$$

#### 4.8. Zanurzenie konstrukcyjne.

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

Obliczenia:

$$T =$$

Komentarz: (oszacowanie wartości oczekiwanej w stosunku do statku wzorcowego, przyczyny ewentualnej niezgodności)

#### 4.9. 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)



#### 4.10. 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.

$$H = \frac{V_{LT}}{\delta_H \cdot L_{PP} \cdot B \cdot (1 - a - b - 0.01)}$$

Gdzie:

$$V_{LT} = 1.03 \cdot V_{LZ} = 1.03 \cdot 1.08 \cdot V_{LB} = 1.1124 \cdot V_{LB},$$

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

$$\delta_H = \delta_H^0 = \frac{V_C^{0*}}{L_{PP}^o \cdot B^o \cdot H^o},$$

$V_{LB}$  - objętość ładowni na bele,

$V_{LZ}$  - objętość ładowni na ziarno,

$V_{LT}$  - objętość ładowni teoretyczna,

$V_C^{0*}$  - 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:

$$a =$$

$$b =$$

$$\delta_H =$$

$$H =$$

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

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

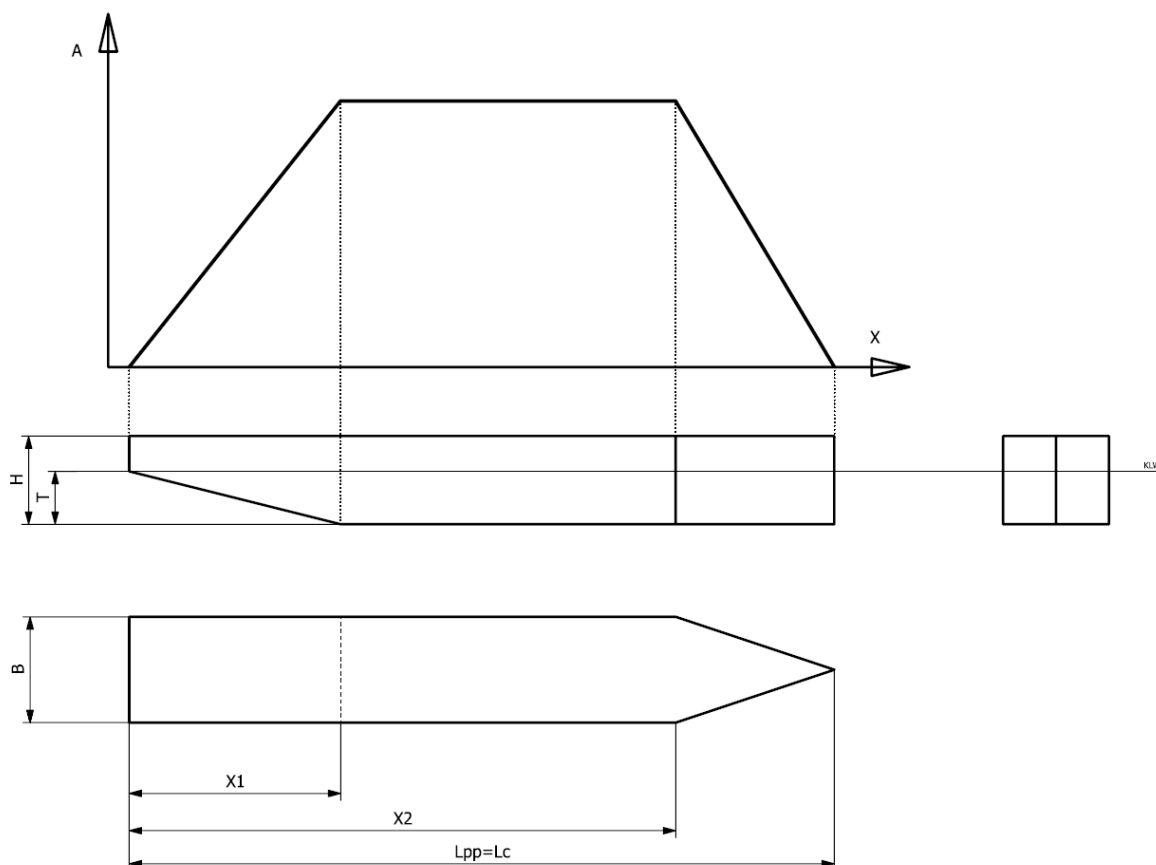
#### 4.11. Zestawienie głównych parametrów statku.

Parametr	Symbol	Projekt	Wzorzec
Nośność	$P_N [t]$		
Objętość ładowni dla beli	$V_{Lb} [m^3]$		
Prędkość	$v [m/s]$		
Wyporność	$D [t]$		
Długość między pionami	$L_{pp} [m]$		
Szerokość	$B [m]$		
Zanurzenie konstrukcyjne	$T [m]$		
Wysokość boczna	$H [m]$		
Współczynnik pełnotliwości kadłuba	$\delta [-]$		
Objętość podwodzia	$\nabla [m^3]$		
Odcięta środka wyporu	$x_v [m]$		
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 – czy  $s_d^3 = s_x \cdot s_y \cdot s_z \cdot s_\delta$ ? W przypadku niezgodności wskazać przyczyny.

#### 4.12. Pierwsze przybliżenie linii teoretycznych kadłuba.

Projektowanie linii teoretycznych kadłuba na podstawie wyznaczonych wcześniej parametrów, realizuje się iteracyjnie za pomocą krzywej przekrojów wrężnicowych  $A=f(X)$ . Pole pod krzywą jest miarą objętości zanurzonej części kadłuba, a odcięta środka ciężkości obszaru pod krzywą, odpowiada odciętej środka wyporu. W pierwszej iteracji wyznaczamy kształt bardzo uproszczony: prostopadłościan z zaokrąglonym dziobem i podciętą rufą (pawęż zaczyna się na wysokości K LW).



Opracowanie własne studenta: dla zadanego kształtu wyznaczyć wartości  $X1$  i  $X2$ , gwarantujące uzyskanie obliczonej wcześniej objętości i odciętej środka wyporu kadłuba. Dopuszczalne są metody analityczne i numeryczne. Ćwiczenie ma na celu zobrazować wpływ długości i położenia wstawki cylindrycznej na parametry całego kadłuba.

Dla celów projektu realizowane jest wyłącznie pierwsze przybliżenie. Kolejne przybliżenia związane z wygładzaniem kształtu i uzyskaniem innych, istotnych właściwości kadłuba nie będą tutaj realizowane, ponieważ taka metoda jest pracochłonna, wykracza poza zakres projektu i w praktyce nie jest już stosowana. Jako wynik końcowy należy przedstawić linie teoretyczne wygenerowane dla zadanych parametrów ( $L, B, T, H, D, x_v$ ) za pomocą jednego z dostępnych programów komputerowych (PolyCAD, DelftShip, FreeShip, Friendship Systems CEASES, Aveva Marine). Kształt końcowy posłuży do wyznaczenia wysokości nadbudówki, narysowania planu generalnego oraz wykonania projektu ze „Stateczności okrętu” w następnym semestrze.

## 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), uwzględniający 15% rezerwę, wyznaczony ze wzoru:

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

Z – zasięg [Mm], v – prędkość kontraktowa [kn]

Objętość zapasu paliwa ciężkiego:

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

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

Obliczenia:

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

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

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

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

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

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:

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

$n_z$  – liczba osób na pokładzie (załoga i pasażerowie)

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

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

Obliczenia:

$$t_d = \text{int} \left( \frac{t_h}{24} + 1 \right) =$$

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

$$V_{wp} = \frac{M_{wp}}{\rho_w} =$$

E) Zapasy wody użytkowej.

Zapasy wody słodkiej użytkowej określono analogicznie do wody pitnej, przy zużyciu

$$\text{jednostkowym } g_{ws} = 50 \left[ \frac{kg}{osoba \cdot doba} \right]$$

Obliczenia:

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

$$V_{ws} = \frac{M_{ws}}{\rho_w} =$$

F) Zapasy żywności.

Zapasy prowiantu wyznaczono analogicznie do zapasów wody słodkiej przyjmując zużycie jednostkowe  $g_{pr}=5 \left[ \frac{kg}{osoba \cdot doba} \right]$

Obliczenia:

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

G) Masa załogi i pasażerów.

Masę ludzi na pokładzie wyznaczono przyjmując jednostkową masę osoby wraz z bagażem równą  $p_z = 150 \left[ \frac{kg}{osobę} \right]$

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.: jakie założenia upraszczające zostały przyjęte, oszacować jak głęboko zanurzy się statek przy całkowitym wypełnieniu zbiorników dennych wodą zaburtową - balastem?)

## 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:

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

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

Obliczenia:

$$a =$$

Dobór odstępu wręgowego dla skrajnika dziobowego.

Praca własna na podstawie przepisów PRS, komentarz: jaką wartość przyjęto, na podstawie jakich przepisów, przy jakich założeniach upraszczających?

#### 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 skrajnika rufowego.

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

$$L_{R\min} = 0.06 \cdot L_{PP} =$$

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

B) 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.

$$L_{C\min} = 0.05 \cdot L_{PP} =$$

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

C) Długość maszynowni.

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

$$c = c_o = \frac{L_M^o}{(N_e^o)^{0.5}} =$$

$$L_M^p = c \cdot (N_e)^{0.5} =$$

Obliczoną długość maszynowni zaokrąglamy z dokładnością do odstepu wręgowego:

$$L_M = a \cdot \text{int} \left( \frac{L_M^p}{a} + 0.5 \right) =$$



#### 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: 7:6:(6), gdzie ładownia dziobowa jest dłuższa od pozostałych. Obliczone długości ładowni krótszych zaokrąglamy z dokładnością do długości odstępu 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: zestawienie danych położenia grodzi (na jakim wręgu budowlanym), czy ładownie spełniają warunek długości maksymalnej, jeżeli nie – 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 (zrębnie poprzeczne muszą podobnie jak wręgi i grodzie znajdować się na pozycjach wyznaczonych przez wręgi budowlane). Przyjmuje się, że pomiędzy zrębnicą a grodzia 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]

Stąd wysokość metacentryczna nie powinna przekraczać wartości:

$$h_0 = \left( \frac{cB}{\tau} \right)^2$$

Gdzie: dla drobnicowców  $c=0.8$

## 6.2. Stany załadowania

Kryteria muszą być spełnione dla skrajnych, charakterystycznych stanów załadowania:

1. Statek pusty + 10% zapasów (brak ładunku, koniec rejsu).
2. Statek pusty + 100% zapasów (brak ładunku, początek rejsu).
3. Statek pusty + 10% zapasów + 100% ładunku (pełny ładunek, koniec rejsu).
4. Statek pusty + 100% zapasów + 100% ładunku (pełny ładunek, początek rejsu).

Obliczenia dla 4-ch stanów załadowania:

Masa statku pustego:

$$M_S = D - P_N =$$

Ładowność:

$$M_L = P_N - M_Z =$$

Gdzie:

$M_Z$  – masa zapasów

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:

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

$$T_1 =$$

$$T_2 =$$

$$T_3 =$$

$$T_4 =$$

### 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. Bezwymiarowy moment bezwładności wodnicy.

Posługiwanie się wartościami bezwymiarowymi pozwala na szybką ocenę uzyskanych wyników, niezależnie od wielkości projektowanego statku.

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

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.

$$r_{0i} = \xi_{ri} \frac{B_i^2}{T_i}, \text{ gdzie } B_i = B$$

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. Bezwymiarowa krytyczna górna wysokość środka ciężkości.

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

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

Gdzie:

$$h_0=0.15m$$

Obliczenia:

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

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

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

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

### 6.3.9. Krytyczna górna wysokość środka ciężkości.

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

Obliczenia:

$$z_{G1}^G =$$

$$z_{G2}^G =$$

$$z_{G3}^G =$$

$$z_{G4}^G =$$



### 6.3.10. Bezwymiarowa krytyczna dolna wysokość środka ciężkości.

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

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

Gdzie:

$c=0.8$  dla drobnicowców

$$\tau = \frac{4}{10000} (P_N - 5000) + 8 \text{ [s]} \quad (\text{minimalny okres kołysań, pkt.6.1})$$

Obliczenia:

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

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

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

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

### 6.3.11. Krytyczna dolna wysokość środka ciężkości.

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

Obliczenia:

$$z_{G1}^D =$$

$$z_{G2}^D =$$

$$z_{G3}^D =$$

$$z_{G4}^D =$$

### 6.3.12. Założona bezwymiarowa wysokość środka ciężkości.

Bezwymiarowa wysokość środka ciężkości definiowana jest jako:

$$\xi_{Gi} = \frac{z_{Gi}}{H_i}$$

Dla typowego rozłożenia ładunku oraz przyjętych rozwiązań projektowych i konstrukcyjnych, przyjmuje ona w analizowanych stanach załadowania następujące wartości:  $\xi_{G1} = 0.62$  ;  $\xi_{G2} = 0.60$  ;  $\xi_{G3} = 0.65$  ;  $\xi_{G4} = 0.64$

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 na etapie projektowania i eksploatacji.

### 6.3.13. Wysokość środka ciężkości.

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

Obliczenia:

$$z_{G1} =$$

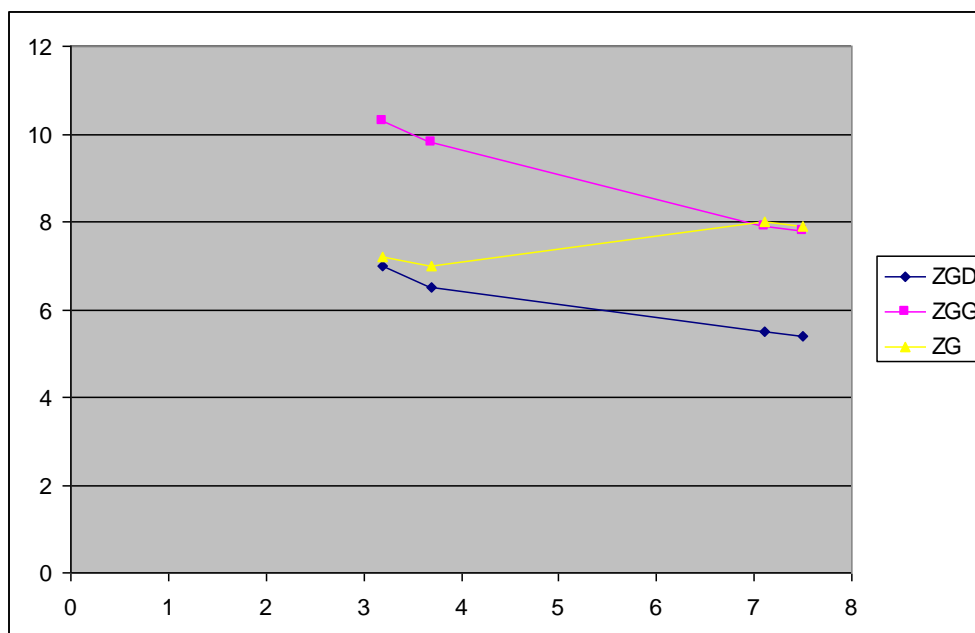
$$z_{G2} =$$

$$z_{G3} =$$

$$z_{G4} =$$

### 6.3.14. Ocena stateczności.

Oceny stateczności dokonujemy w oparciu o wykres zależności położenia środka ciężkości ( $z_G^G$ ,  $z_G^D$ ,  $z_G$ ) 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 typowych stanów załadowania.

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

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
$D_i$				
$T_i$				
$\delta_i$				
$\alpha_i$				
$\varepsilon_i$				
$\xi_{ri}$				
$r_{0i}$				
$\xi_{Vi}$				
$z_{Vi}$				
$\xi_{Gi}^G$				
$z_{Gi}^G$				
$\xi_{Gi}^D$				
$z_{Gi}^D$				
$\xi_{Gi}$	0.62	0.60	0.65	0.64
$z_{Gi}$				
$h_{0i}^G$				
$h_{0i}^D$				
$h_{0i}$				

## 7. POMIAR REJESTROWY

Pomiar rejestrowy przeprowadza się na podstawie przepisów „Międzynarodowej konwencji o pomierzaniu pojemności statków” (International Convention on Tonnage Measurement of Ships) z 1969. W oparciu o wiarygodną dokumentację projektową lub poprzez pomiary na statku ustala się całkowitą teoretyczną objętość pomieszczeń zamkniętych  $V_Z$  [m<sup>3</sup>]. Na obecnym etapie projektu przyjmujemy:

$$V_Z = V_C + V_{ZR} = \delta_H \cdot L \cdot B \cdot H + \sum_{i=1}^n L_{ZRi} \cdot B_{ZRi} \cdot H_{ZRi}$$

gdzie:

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

$L_{ZRi}, B_{ZRi}, H_{ZRi}$  - wymiary zrębnic dla ładowni „i”,

$n$  – liczba ładowni.

Tonaż brutto wyznacza się ze wzoru:

$$GT = k_1 \cdot V_Z$$

gdzie:

$$k_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_Z$$

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:

$$V_H = V_{LT} + V_{ZR}$$

$$k_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_H$$

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

$$\left( \frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 \leq 1$$

$$k_2 \cdot V_H \cdot \left( \frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 \geq 0.25 \cdot GT$$

$$NT \geq 0.3 \cdot GT$$

$V_H$  [m<sup>3</sup>] – całkowita objętość teoretyczna pomieszczeń ładunkowych,

$V_{ZR}$  [m<sup>3</sup>] – całkowita objętość zrębnic,

$V_{LT}$  [m<sup>3</sup>] – całkowita objętość teoretyczna 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:

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

$$V_{ZR} = \sum_{i=1}^n L_{ZRi} \cdot B_{ZRi} \cdot H_{ZRi} =$$

$$V_Z = V_C + V_{ZR} =$$

$$k_1 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_Z =$$

$$GT = k_1 \cdot V_Z =$$

$$k_2 = 0.2 + 0.02 \cdot \log_{10} V_H =$$

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

$$\left( \frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 =$$

$$k_2 \cdot V_H \cdot \left( \frac{4 \cdot T}{3 \cdot H} \right)^2 =$$

$$0.25 \cdot GT =$$

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

$$0.3 \cdot GT =$$

Komentarz: (interpretacja uzyskanych wyników).

## 8. WYZNACZENIE WOLNEJ BURTY

Wolna burta określa zapas pływalności jednostki, a przez to również bezpieczeństwo niezatapialnościowe. Do jej wyznaczania 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” SOLAS z 1974 r. Dla celów projektu szacunkowe obliczenia wykonywane są w oparciu o załączony formularz PRS.

### 8.1. Decyzje projektowe dotyczące nadbudówek i wzniosu pokładu.

Oszacowanie wolnej burty na wczesnych etapach procesu projektowego ma na celu ułatwienie podjęcia istotnych decyzji, dotyczących nadbudówek, wzniosu pokładu lub ewentualnej zmiany wyznaczonych wcześniej wymiarów głównych.

Proces obejmuje następujące etapy:

- a) Wyznaczenie wolnej burty „konstrukcyjnej”

$$WB_K = H - T =$$

- b) Wyznaczenie wolnej burty „przybliżonej” uwzględniającej najważniejsze składniki WB: wartość tabelaryczną oraz poprawki na współczynnik pełnotliwości ( $C_S$ ) i wysokość boczną ( $C_H$ ); (pkt. 1-3.2 formularza PRS)

$$WB_{PR} = WB_T * C_S + C_H =$$

- c) Wyznaczenie minimalnej wysokości dziobu  $H_{DZ}$  (pkt.4.1 formularza)

- d) Porównanie  $WB_K$  z  $WB_{PR}$  i  $H_{DZ}$ , oraz podjęcie decyzji na temat:
- zastosowania dziobówki,
  - zastosowania rufówki (uszczelnienia pierwszej kondygnacji),
  - przedłużenia rufówki,
  - zastosowania wzniosu pokładu,
  - skrócenia statku (w takim przypadku nie wymaga się powtórzenia obliczeń, wystarczy to skomentować).
- e) Dokończeniu oszacowania wolnej burty, uwzględniając poprawki na nadbudówki ( $C_N$ ), wznios ( $C_W$ ) oraz wytrzymałość i niezatapialność ( $C_K$ ), zależne od podjętych decyzji projektowych.

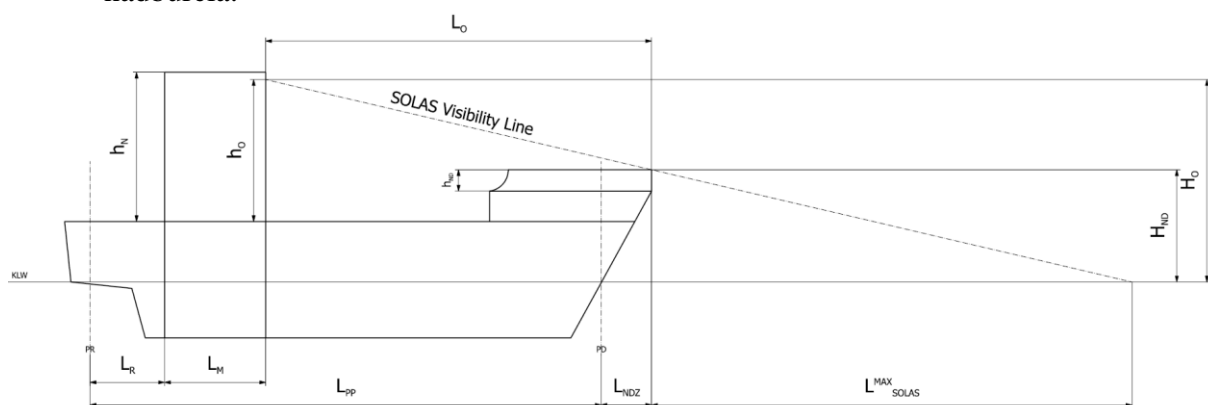
$$WB = WB_{PR} + C_N + C_W + C_K =$$

Komentarz: (interpretacja uzyskanych wyników, decyzje projektowe dotyczące wysokości i długości nadbudówki, wzniosu pokładu, dziobówki. W przypadku braku/nadmiaru wysokości wolnej burty podać jakie działania w kolejnych iteracjach może/powinien podjąć projektant i dlaczego?)

## 8.2. Wyznaczenie minimalnej wysokości nadbudówki na rufie.

Minimalna wysokość nadbudówki szacowana jest na podstawie przepisów „Międzynarodowej konwencji o bezpieczeństwie życia na morzu” SOLAS, definiującej m.in. maksymalną długość obszaru przed dziobem statku, niewidocznego z mostka nawigacyjnego. Wyznaczana jest w oparciu o przebieg „linii widzialności SOLAS” (SOLAS visibility line), zgodnie z przyjętymi założeniami:

- Nadbudówka znajduje się na rufie, jej przednia ściana stoi na dziobowej grodzi maszynowni
- Punkt obserwacyjny zdefiniowany w konwencji leży na przedniej ścianie nadbudówki
- Należy uwzględnić geometrię dziobu, możliwie zbliżoną do ostatecznej, tzn. obejmującej wychylenie dziobu, wysokość dziobówki, wznios pokładu, wysokość nadburcia.



Na tym etapie nie trzeba uwzględniać kontenerów oraz urządzeń na pokładzie. Na wyższą ocenę można je uwzględnić, przedstawiając dokładnie metodę wyliczenia lub wyznaczenia graficznego wysokości nadbudówki.

Obliczenia:

Długość maksymalna obszaru niewidocznego przed dziobem:

$$L_{SOLAS}^{MAX} = \min(2 * L_{PP}, 500m) =$$

Wysokość nadburcia na wodę

$$H_{ND} = H_{DZ} + h_{ND} =$$

gdzie:

$H_{DZ}$  – wysokość dziobu, z uwzględnieniem wolnej burty, dziobówki i wzniosu pokł.,

$h_{ND}$  – wysokość nadburcia na dziobie (uznaniowa,  $\geq 1m$ ).

Odległość obserwatora na mostku od nadburcia na dziobie

$$L_O = L_{PP} - L_R - L_M + L_{NDZ} =$$

gdzie:

$L_{NDZ}$  – wychylenie dziobu, z linii teoretycznych kadłuba,

$L_R$  – odległość grodzi rufowej od pionu rufowego,

$L_M$  – długość maszynowni,

$L_{PP}$  – długość między pionami.



Minimalna wysokość obserwatora nad wodą

$$H_O^{\min} = \frac{H_{ND}}{L_{SOLAS}^{MAX}} \cdot (L_{SOLAS}^{MAX} + L_O) =$$

Minimalna wysokość obserwatora nad pokładem

$$h_o^{\min} = H_O^{\min} - H + T = H_O^{\min} - WB =$$

gdzie:

H – wysokość kadłuba,

T – zanurzenie kadłuba,

WB – wolna burta.

Liczba kondygnacji w nadbudówce

$$n_p = \text{int} \left( \frac{h_o^{\min} - 1.8}{h_p} + 1 \right) + 1 =$$

gdzie:

$h_p$  – wysokość kondygnacji w nadbudówce (uznaniowa, zazwyczaj 2.5 do 3 m),

1.8 m – przepisowa wysokość punktu obserwacji nad pokładem mostka nawig.

Wysokość nadbudówki nad pokładem

$$h_N = h_p \cdot n_p =$$

Obliczenia sprawdzające:

Wysokość obserwatora na wodą

$$H_O = WB + h_p \cdot (n_p - 1) + 1.8 =$$

Długość strefy niewidocznej z mostku

$$L_{SOLAS} = \frac{H_{ND}}{H_O - H_{ND}} \cdot L_O =$$

Komentarz: (interpretacja uzyskanych wyników, porównanie z rzeczywistymi statkami, wprowadzone uproszczenia).



## COMPUTATION OF FREEBOARD IN ACCORDANCE WITH THE 1966 LOAD LINE CONVENTION

Computation No. \_\_\_\_\_ Surveyor \_\_\_\_\_ Register No. \_\_\_\_\_

Ship \_\_\_\_\_ Port of registry \_\_\_\_\_ Distinctive number or letters \_\_\_\_\_

Flag \_\_\_\_\_ Owner/Operator \_\_\_\_\_

### TYPE OF SHIP (REG. 27)

A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_  
B with increased freeboard (B+) \_\_\_\_\_  
B with reduced freeboard (B-) \_\_\_\_\_

### 1. MAIN DIMENSIONS (REG. 3)

Length (L) \_\_\_\_\_ m  
Breadth (B) \_\_\_\_\_ m  
Depth (D) \_\_\_\_\_ m  
Volume V for  $d_1 = 0.85 \cdot D$  \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

### 2.1 BLOCK COEFFICIENT (REG. 3(7))

$$C_b = \frac{V}{L \cdot B \cdot d_1} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

### 2.2 CORRECTION FOR BLOCK COEFFICIENT (REG. 30)

$$C_z = \frac{C_b + 0.68}{1.36} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

### 3.1 DEPTH FOR FREEBOARD (REG. 3(6))

Depth (D) \_\_\_\_\_ m  
Thickness of stringer plate \_\_\_\_\_ m  
Thickness of open deck plating  $t \frac{(L-S)}{L}$  \_\_\_\_\_ m  
Depth of freeboard (D<sub>1</sub>) \_\_\_\_\_ m

### 3.2 DEPTH CORRECTION (REG. 31)

$$C_H = \left( D_1 - \frac{L}{15} \right) \cdot R = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad} \text{ mm}$$

$L < 120 \text{ m} \quad R = L/0.48$   
 $L \geq 120 \text{ m} \quad R = 250$

NOTE (Reg. 31(2), (3)):

No reduction shall be made except in a ship with an enclosed superstructure covering at least  $S \geq 0.6 L$  amidships, with a complete trunk, or combination of detached enclosed superstructures and trunks which extend all fore and aft. Where the height of superstructure or trunk is less than the standard height, the reduction shall be in the ratio of the actual to the standard height.

### 4.1 BOW HEIGHT (REG. 39)

$$\text{Required: } H_{bow} = 56 \cdot L \cdot \left( 1 - \frac{L}{500} \right) \cdot \frac{1.36}{C_b + 0.68} = \frac{\quad}{\quad} \text{ mm} \quad \text{if } L < 250 \text{ m}$$

$$H_{bow} = 7000 \cdot \frac{1.36}{C_b + 0.68} = \frac{\quad}{\quad} \text{ mm} \quad \text{if } L \geq 250 \text{ m}$$

$$\text{Real: } H'_{bow} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad} \text{ mm}$$

summer F.B. + bow sheer + height of forecastle + other

### 4.2 BOW HEIGHT CORRECTION

$$C_{bow} = H_{bow} - H'_{bow} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad} \text{ mm} \quad \text{if } H'_{bow} \geq H_{bow} \quad C_{bow} = 0$$

NOTE:

Prior to bow height correction calculation, the initial summer freeboard calculation should be made.

## 5.1 SUPERSTRUCTURES ON THE FREEBOARD DECK (Reg. 3(10), 34, 35, 36)

Superstr. or trunk	Mean length (S) (m)	Real height (h) (m)	Coefficient		Length effective (E)
			$h/h_p^*$	$b/B_s^{**}$	
Forecastle					
Bridge house					
Poop					
Rais. qua. deck					
Trunk-bow					
Trunk-stern					
S =				E =	

Standard height of superstructure (Reg. 33)

$$h_p = \dots\dots\dots \text{m}$$

Standard height of raised quarter deck (Reg. 33)

$$h_p = \dots\dots\dots \text{m}$$

$$S/L = \dots\dots\dots$$

$$E/L = \dots\dots\dots$$

$$E_{For}/L = \dots\dots\dots$$

$$E_B/L = \dots\dots\dots$$

\* For  $h < h_p$ ,  $E = S \cdot \frac{h}{h_p}$

\*\* For  $b < B_s$ ,  $E = S \cdot \frac{b}{B_s}$  (Reg. 35(2))

## 5.2 DEDUCTION FOR SUPERSTRUCTURE (Reg. 37)

Deduction for the whole superstructure ( $E = L$ ) Type "B":

For type "A" and "B":  $C_N = \dots\dots\dots$  mm Percentage from table

Type "A": Percentage from table  $\dots\dots\dots$  % Correction for bow  $E_{For} < 0.07 \cdot L$

Deduction  $C_n = \dots\dots\dots$  mm Mean interpolation  $E_B < 0.2 \cdot L$

Correction  $C_n = \dots\dots\dots$  mm

Line I	Line II	F.B. Timber

## 6.1 SHEER

After half of ship				Forward half of ship			
Points of division	Real ordinates (mm)	Factor	Product	Points of division	Real ordinates (mm)	Factor	Product
AP		1		amidships		1	
1/6 L from AP		3		1/3 L from FP		3	
1/3 L from AP		3		1/6 L from FP		3	
amidships		1		FP		1	
$\Sigma$ (1)				$\Sigma$ (3)			

$Z_P Z_{For}$  — Difference between actual and standard height of superstructure at the after or forward perpendicular (mm) (Reg. 38(12))

$S_P S_{For}$  — Mean enclosed length of poop or forecastle (mm) (Reg. 38(12))

$S_B$  — Length of bridge house (m)

$$\frac{S_B}{L} = \dots\dots\dots$$

(2)  $16 \cdot \frac{Z_P \cdot S_P}{3 \cdot L} = \dots\dots\dots$

(4)  $16 \cdot \frac{Z_{For} \cdot S_{For}}{3 \cdot L} = \dots\dots\dots$

(5) Calculation after shear =  $\dots\dots\dots$   
[ $\Sigma 1 + (2)$ ]

(6) Calculation forward shear =  $\dots\dots\dots$   
[ $\Sigma 3 + (4)$ ]

(7) Standard after shear =  $\dots\dots\dots$   
 $66.7 \cdot (L/3 + 10)$

(8) Standard forward shear =  $\dots\dots\dots$   
 $133.4 \cdot (L/3 + 10)$

Total calculation shear =  $\dots\dots\dots$   
[(5) + (6)]

Total standard shear =  $\dots\dots\dots$   
[(7) + (8)]

## 6.2 SHEER CORRECTION

$$C_W = \frac{\text{standard shear} - \text{calc. shear}}{16} \cdot \left(0.75 - \frac{S}{2 \cdot L}\right) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

NOTES (Reg. 38(15)):

1. For  $C_W < 0$ , in ships where a superstructure covers at least 0.2 L, the correction for excess of shear shall be deducted from the freeboard. Where a superstructure covers less than 0.1 L before and 0.1 L abaft amidships, the deduction shall be obtained by linear interpolation.
2. The maximum deduction for excess shear shall be at the rate of 125 millimetres per 100 metres of ship's length.

7. CORRECTION TO THE FREEBOARD FOR SHIPS OF  $L \leq 100$  m and  $E \leq 0.35$  L (Reg. 29)

$$C_L = 7.5 \cdot (100 - L) \cdot \left(0.35 - \frac{E}{L}\right) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mm}$$

## 8. COMPUTATION OF FREEBOARD (Reg. 28)

		Type A	Type B, B+ or B–		Type B timber	
Tabular freeboard	(1)	..... mm	..... mm		..... mm	
Increase of F.B. for wooden hatches with canvas	(2)	..... mm	..... mm		..... mm	
Increase of F.B. for ships of $L \leq 100$ m, $E \leq 0.35$ L	(3)	..... mm	..... mm		..... mm	
Basic freeboard [(1) + (2) + (3)]		..... mm	..... mm		..... mm	
Corrected freeboard on $C_S > 1$		..... mm	..... mm		..... mm	
Correction for:		+	–	+	–	
Depth ( $C_H$ )						
Superstructures ( $C_n$ )						
Sheer of deck ( $C_W$ )						
Thickness of deck amidships ( $C_p$ )						
Position of deck line ( $C_{lp}$ )						
Strength, subdivision, stability ( $C_K$ )						
Bow height ( $C_{bow}$ )						
Other						
Summer freeboard		..... mm	..... mm		..... mm	

Measured from the deck line, the upper edge of which is spaced ..... mm apart from the upper edge of the ..... deck at side (Reg. 32)

9. DEDUCTION FOR TROPICAL AND ADDITION FOR WINTER AND WINTER NORTH ATLANTIC FREEBOARD (Reg. 40)

	A, B, B+ and B-	B timber
Depth to the freeboard deck ( $D_1$ )	..... mm	..... mm
Correction for the deck line location	..... mm	..... mm
Summer freeboard	..... mm	..... mm
Draught for the summer freeboard ( $d$ )	..... mm	..... mm
		$d/48$ .....mm
Deduction for Tropical F.B.	$d/48 = \text{.....} = \text{..... mm}$	
Addition for Winter F.B.		$d/36$ .....mm
Addition for Winter North Atlantic F.B. (for $L \leq 100$ m)	..... mm	..... mm

10. DEDUCTION FOR FRESH WATER

Displacement  $\nabla$  in salt water for the Summer F.B.  
 Increase of displacement per centimetre of draught ( $\Delta V$ , cm)  
 Deduction  $\frac{\nabla}{40 \cdot \Delta V \text{ cm}} \cdot 10 = \text{.....} \cdot 10 =$

A, B, B+, B-	B timber
..... t	.....
..... t/cm	.....
..... mm	.....

11. FREEBOARDS ASSIGNED (Reg. 6)

The upper edge of the deck line is located ..... mm below the upper edge of the .....  
 ..... deck at side.

A, B, B+, B-		B timber	
Freeboard from deck line	Above/below (.....)	Freeboard from deck line	Above/below (.....) or (.....)
Tropical fresh water (.....)	..... above (.....)	Tropical fresh water (.....)	..... above (.....)
Fresh water (.....)	..... above (.....)	Fresh water (.....)	..... above (.....)
Tropical (.....)	..... above (.....)	Tropical (.....)	..... above (.....)
Summer (.....)	upper edge of line crosses the centre of circle	Summer (.....)	..... above (.....)
Winter (.....)	..... below (.....)	Winter (.....)	..... below (.....)
Winter North Atlantic (.....)	..... below (.....)	Winter North Atlantic (.....)	..... below (.....)

Calculated by .....

Checked by .....

Date ..... Signature .....

Date ..... Signature .....

## 9. DOKUMENTACJA

### 9.1. Opis techniczny.

Opis techniczny zawiera charakterystykę techniczną statku, której nie można ująć w formie rysunków i obliczeń. Zwykle obejmuje on następujące zagadnienia:

1. Typ statku.
2. Przeznaczenia.
3. Nośność z rozbiciem 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 i opis zaplecza socjalnego.
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.

## 9.2. Plan generalny.

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), łódzie ratunkowe, opcjonalnie: wyposażenie cumownicze i pokład dziobówki. Tradycyjnie sylweta boczna rysowana jest jako przekrój poniżej wodnicy konstrukcyjnej i jako widok powyżej KŁW. 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:

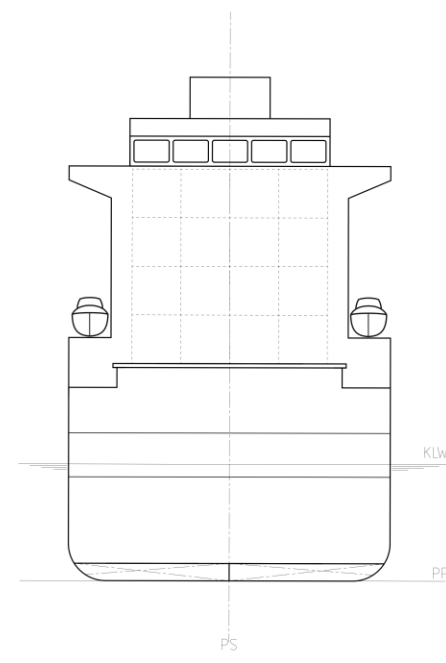
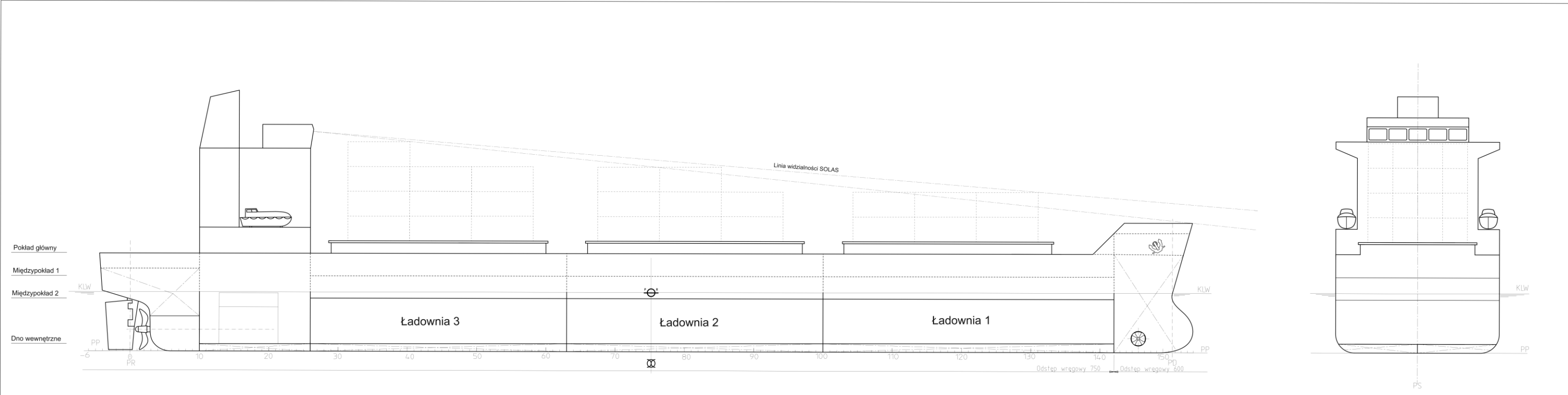
- a) tabelka,
- b) opis wymiarów głównych statku,
- c) oznaczenia:
  - i. pionu rufowego i dziobowego
  - ii. wodnicy konstrukcyjnej
  - iii. płaszczyzny podstawowej
  - iv. płaszczyzny symetrii
  - v. owręża
  - vi. otworów w pokładzie
  - vii. zbiorników (przekątne)
  - viii. wolnej burty
  - ix. podziałki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

Przykładowy rysunek planu generalnego w wymaganym zakresie szczegółowości przedstawia rysunek na str.44.

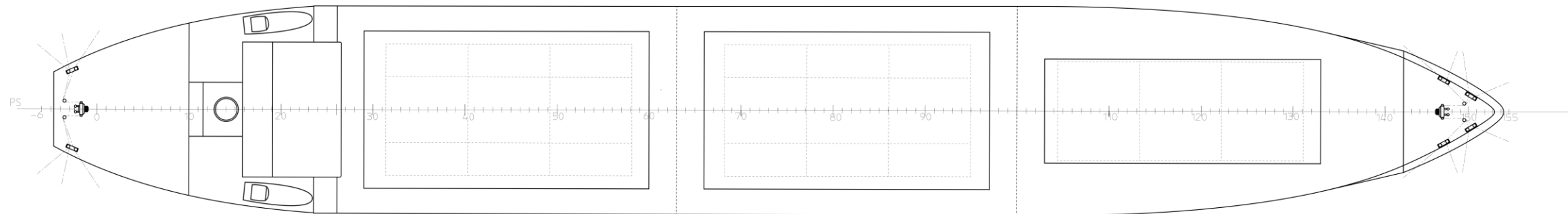
Wykonanie rysunku - praca własna studenta, dopuszcza się wykonanie manualne, zaleca się wykorzystanie programów graficznych.

## 10. Wnioski.

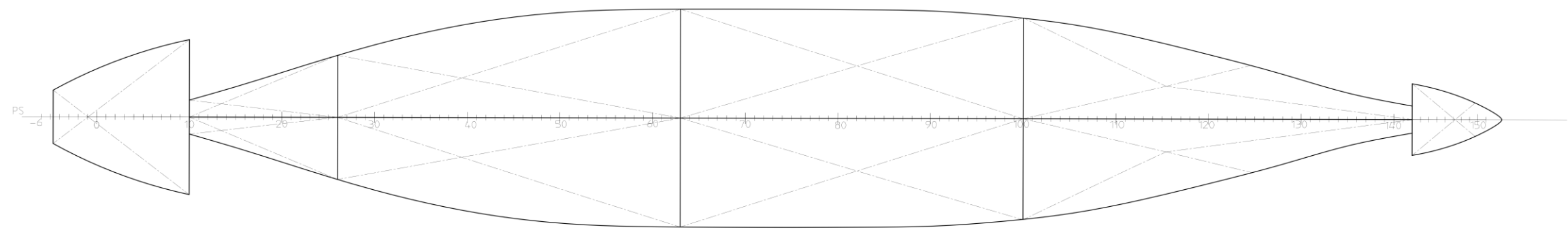
W tym miejscu należy skopiować wszystkie wnioski z poprzednich rozdziałów. Cały rozdział (TYLKO WNIOSKI) należy dołączyć w formacie .doc lub .pdf do pracy. Plik zostanie poddany analizie za pomocą systemu antyplagiatowego SOWI.



Pokład główny



Plan zbiorników



Długość między pionami	m	
Długość całkowita	m	
Szerokość	m	
Zanurzenie	m	
Wysokość kadłuba	m	
Wysokość całkowita	m	
Współczynnik pełnotliwości	-	
Wyporność	t	
Nośność	t	
Prędkość kontraktowa	kn	
Moc silnika głównego	kW	

Podstawy projektowania okrętów i jachtów	Politechnika Gdańska Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa
Wykonano	
Wz. zatwierdzone	
Imię i nazwisko	
Typ okrętu	Skala
Strona	
Top sheet	