

***Analiza stateczności statku***

***DROHICZYN***

***Dla 40 pasażerów***

***(Prom przewozowy prowadzony na linie)***

*1. Dane techniczne statku**Armator – Urząd Miasta i Gminy w Drohiczynie**Typ i nr budowy – PR-10/1/2011**Rok budowy (przewidywany) – 2011**Konstrukcja kadłuba – w systemie poprzecznym wiązań, całkowicie spawana, pełnopokładowa**Przeznaczenie – prom przewozowy, prowadzony na linie (dolnej)**Długość kadłuba –  $L = 10,00\text{ m}$* *Długość całkowita –  $L_c = 13,00\text{ m}$* *Szerokość kadłuba –  $B = 6,00\text{ m}$* *Wysokość boczna –  $H = 0,80\text{ m}/0,65\text{ m}$* *Zanurzenie statku pustego, wyposażonego –  $T_p = 0,25\text{ m}$* *Wyporność statku pustego –  $V_p = 12,85\text{ m}^3$* *Zanurzenie konstrukcyjne –  $T = 0,40\text{ m}$* *Maksymalna wysokość nierozbieralna –  $H_{max} = 2,00\text{ m}$* *Nośność promu –  $N = 6,00\text{ t}$* *Ilość pasażerów – 40**Klasa statku – \* sK 3 D pr*

**Stany załadowania**

Analizę stateczności statku przeprowadzono dla 4 typowych stanów załadowania

**UWAGA:** nie ujęto w obliczeniach stanów 100% i 10 % zapasów, ponieważ dla tego statku zapasów nie przewidziano.

1. Statek wyposażony z załogą

5. statek z samochodem o masie 5 ton i 40 pasażerami

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- wyporność statku pustego przy średnim zanurzeniu  $T_{sr} = 0,25 \text{ m}$ ,  $V = 12,85 \text{ m}^3$
- masa pasażerów – 3,00 t
- wysokość środka masy statku – 0,60 m ( 120 % wysokości wyznaczonej kalkulacyjnie)
- rozmieszczenie pasażerów – na pokładzie przeznaczonym dla pasażerów (pokład LB)
- statyczny napór wiatru – dla 3 rejonu,  $q = 0,25 \text{ kPa}$  (3.1.3.2 część IV PKiBSŚ)
- prędkość prądu – 5 km/h – 1,39 m/s
- samochód osobowy – masa 1,8 t, wysokość środka masy 0,50 m
- samochód dostawczy – masa 5,0 t, wysokość środka masy 1,50 m

–

**Jako kryteria stateczności przyjęto wymagania zawarte w części IV przepisów Klasyfikacji i Budowy Statków Śródlądowych – 2008:**

(celowo użyto kryteriów ostrzejszych - jak dla promu o ilości pasażerów powyżej 12 osób)

1. Kryterium pogody (2.2.2)

$$K = M_{kr}/M_w > 1$$

2. Minimalna wysokość metacentryczna: (2.2.3)

$$GM > 0,15 \text{ m}$$

3. Powierzchnia A pod krzywą GZ (3.1.2.3)

Wg tabeli 3.1.2.3

4. Kąt przechyłu od jednoczesnego działania momentu od przejścia pasażerów i statycznego działania wiatru (3.1.2.4)

$$\varphi_c = \varphi_p + \varphi_s < 12^\circ$$

5. Kąt przechyłu od naporu wody (3.4.4)

$$\varphi < 6^\circ, \quad \varphi < \varphi_z, \quad \varphi < \varphi_o$$

6. Wolna burta po stronie przegłębienia, w trakcie wjazdu najcięższego pojazdu: (3.4.5)

$$f_B > 50 \text{ mm}$$

**Obliczenia hydrostatyczne**

Obliczenia danych do wykreślenia krzywych hydrostatycznych kadłuba, wykonano stosując metody opisane w Teorii Okrętu.

Uzyskane dane z obliczeń ujęto w formie tabelarycznej oraz w formie wykresu.

Do obliczeń, kadłub podzielono na 10 wręgów teoretycznych w rozstawie 1,00 m.

Do wykreślenia pantokaren użyto metody Kryłowa-Dargnies'a przy podziale kadłuba na 8 rzędnych

<b>Usługi Remontowe TUR</b>	<b>DROHICZYN</b> <b>Analiza stateczności 40</b>	<b>Strona 4</b>
-----------------------------	--	-----------------

### Obliczenie mas i trymu dla analizowanych stanów

#### Stan 1:

Dane statku pustego, wyposażonego z załogą jednoosobową  
dla  $D = 12,85 \text{ m}^3$ ,  $x_G = 0,00 \text{ m}$  (od owręża),  $5,00 \text{ m}$  (od pionu rufowego)  
 $z_G = 0,60 \text{ m}$ ,  $T_R = 0,25 \text{ m}$ ,  $T_D = 0,25 \text{ m}$ ,  $T_{sr} = 0,25 \text{ m}$   
 $y_G = 0,00 \text{ m}$

#### Stan 5, statek z kompletem pasażerów i ładunkiem samochodu dostawczego i 40 pasażerów

Lp	Wyszczególnienie	Masa [t]	$x_g$ [m.]	$y_g$ [m.]	$z_g$ [m.]	$M_x$ [tm]	$M_y$ [tm]	$M_z$ [tm]
1	Statek pusty, wyposażony z załogą	12,85	5,00	0,00	0,60	64,25	0,00	7,71
2	Komplet pasażerów	3	5,00	2,8	1,9	15	8,4	5,7
3	samochód dostawczy	5,00	5,00	0,00	2,20	25,00	0,00	11,00
	<b>Razem:</b>	20,85	5,00	0,4	1,17	104,25	8,4	24,41

$$T_{sr} = 0,38 \text{ m}, T_R = M_L/2M_j + \Delta T + T_{Rl} = 0,00 + 0,13 + 0,25 = 0,38 \quad T_D = 0,00 + 0,13 + 0,25 = 0,38$$

## STAN 1

#### stan 1, statek wyposażony z załogą

Lp	Wyszczególnienie	Masa [t]	$x_g$ [m.]	$y_g$ [m.]	$z_g$ [m.]	$M_x$ [tm]	$M_y$ [tm]	$M_z$ [tm]
1	Statek pusty, wyposażony z załogą	12,85	5,00	0,00	0,60	64,25	0,00	7,71
	<b>Razem:</b>	12,85	5,00	0,00	0,60	64,25	0,00	7,71

$$T_{sr} = 0,25 \text{ m}, T_R = 0,25, T_D = 0,25$$

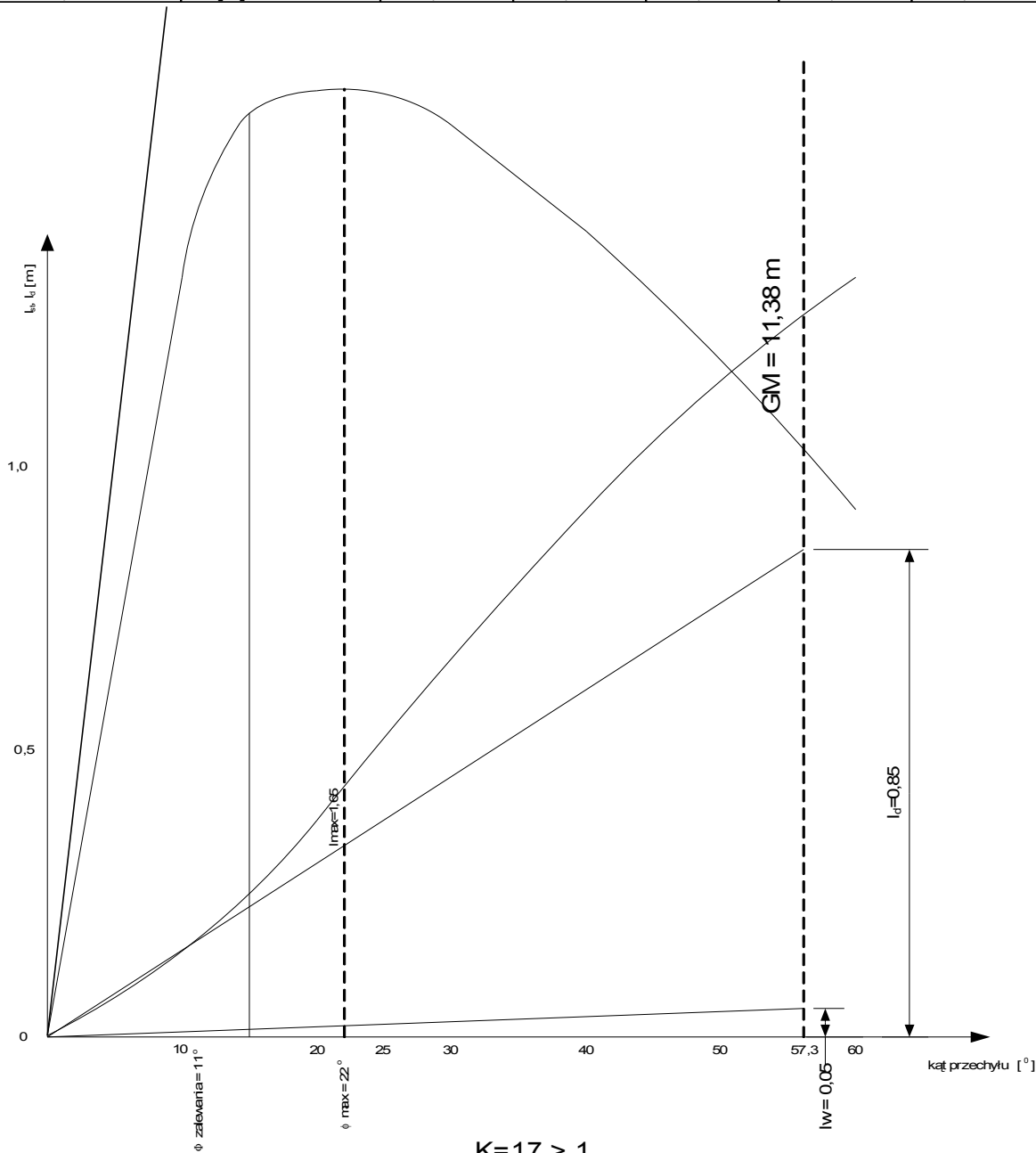
Wyporność	V	12,85	[m <sup>3</sup> ]
Odcięta środka ciężkości od PR	$x_G$	5,00	[m]
Rzędna środka ciężkości od PS	$y_G$	0,00	[m]
Wysokość środka ciężkości od PP	$z_G = KG$	0,60	[m]
Wysokość środka wyporu od PP	$z_F = KF$	0,13	[m]
Odcięta środka wodnicy pływania od owręża	$x_S$	0,00	[m]
Odcięta środka wyporu od owręża	$x_F$	0,00	[m]
Zanurzenie średnie	$T_{sr}$	0,25	[m]
Zanurzenie rufy	$T_R$	0,25	[m]
Zanurzenie dziobu	$T_D$	0,25	[m]
Poprzeczny promień metacentryczny	$r_B$	11,85	[m]
Wzdłużny promień metacentryczny	$r_L$	27,20	[m]
Początkowa wysokość metacentryczna poprzeczna	GM	11,38	[m]
Początkowa wysokość metacentryczna wzdłużna	$GM_L$	26,73	[m]
Ramię stateczności statycznej przy kącie 15 °	$l_{15}$	1,61	[m]
Jednostkowy moment przegłębiający	$M_j$	50,00	[tm/m]
Moment od przejścia pasażerów na burtę	$M_p$	0,00	[kNm]
Moment od naporu wiatru	$M_w$	8,066	[kNm]
Kąt przechyłu od przejścia pasażerów	$\Phi_p = 57,3 M_p / 10 VGM$	0,00	[°]
Kąt przechyłu od naporu wiatru	$\Phi_w$	0,32	[°]
Kąt zalewania pokładu	$\Phi_z$	11,0	[°]
Kąt zalewania maksymalny	$\Phi_{zmax}$	15,00	[°]
Kąt od działania prądu	$\Phi$	0,42	[°]
Kąt wyjścia obła z wody	$\Phi_o$	5,00	[°]
Kąt maksymalnego ramienia prostującego	$\Phi_{max}$	22,0	[°]

## STAN 1

## Wykres ramion prostujących

Statek pusty, wyposażony z załogą

$V=12,85 \text{ m}^3$	Kąt $\Phi$ [°]	10	20	30	40	50	60
$z_G=0,60 \text{ m}$	$\sin \Phi$	0,174	0,342	0,500	0,643	0,766	0,866
$\phi_z=11^\circ$	$h_0=[\text{m}]$	1,43	1,87	1,89	1,79	1,64	1,44
$\phi_w=0,32^\circ$	$z_G \sin \Phi$	0,104	0,205	0,30	0,39	0,46	0,52
$M_w=8,066 \text{ kNm}$	$l_{st}=h_0 - z_G \sin \Phi [\text{m}]$	1,33	1,66	1,60	1,40	1,18	0,92
$GM=11,38 \text{ m}$	$l_d=[\text{m}]$	0,116	0,376	0,660	0,992	1,147	1,330



$$K=17 > 1$$

## WNIOSKI:

Początkowa wysokość metacentryczna

$$GM = 11,38$$

$$> 0,15 \quad [\text{m}]$$

Ramię prostujące, przy kącie przechyłu 15°

$$l_{15} = 1,61 \text{ m}$$

$$> 0,2 \quad [\text{m}]$$

Kąt przechyłu całkowity

$$\Phi_c = \Phi_p + \Phi_w = 0,32^\circ$$

$$< \Phi_z < 12 \quad [^\circ]$$

Kąt przechyłu o naporu wody

$$\Phi = 0,42$$

$$< 6 \quad [^\circ]$$

**Stan 5, statek z kompletem pasażerów i ładunkiem samochodu dostawczego i 40 pasażerów**

Lp	Wyszczególnienie	Masa [t]	$x_g$ [m.]	$y_g$ [m.]	$z_g$ [m.]	$M_x$ [tm]	$M_y$ [tm]	$M_z$ [tm]
1	Statek pusty, wyposażony z załogą	12,85	5,00	0,00	0,60	64,25	0,00	7,71
2	Komplet pasażerów	3	5,00	2,8	1,9	15	8,4	5,7
3	samochód dostawczy	5,00	5,00	0,00	2,20	25,00	0,00	11,00
	<b>Razem:</b>	20,85	5,00	0,4	1,17	104,25	8,4	24,41

$$T_{sr} = 0,38m, T_R = M_L/2M_j + \Delta T + T_{RI} = 0,00 + 0,13 + 0,25 = 0,38 \quad T_D = 0,00 + 0,13 + 0,25 = 0,38$$

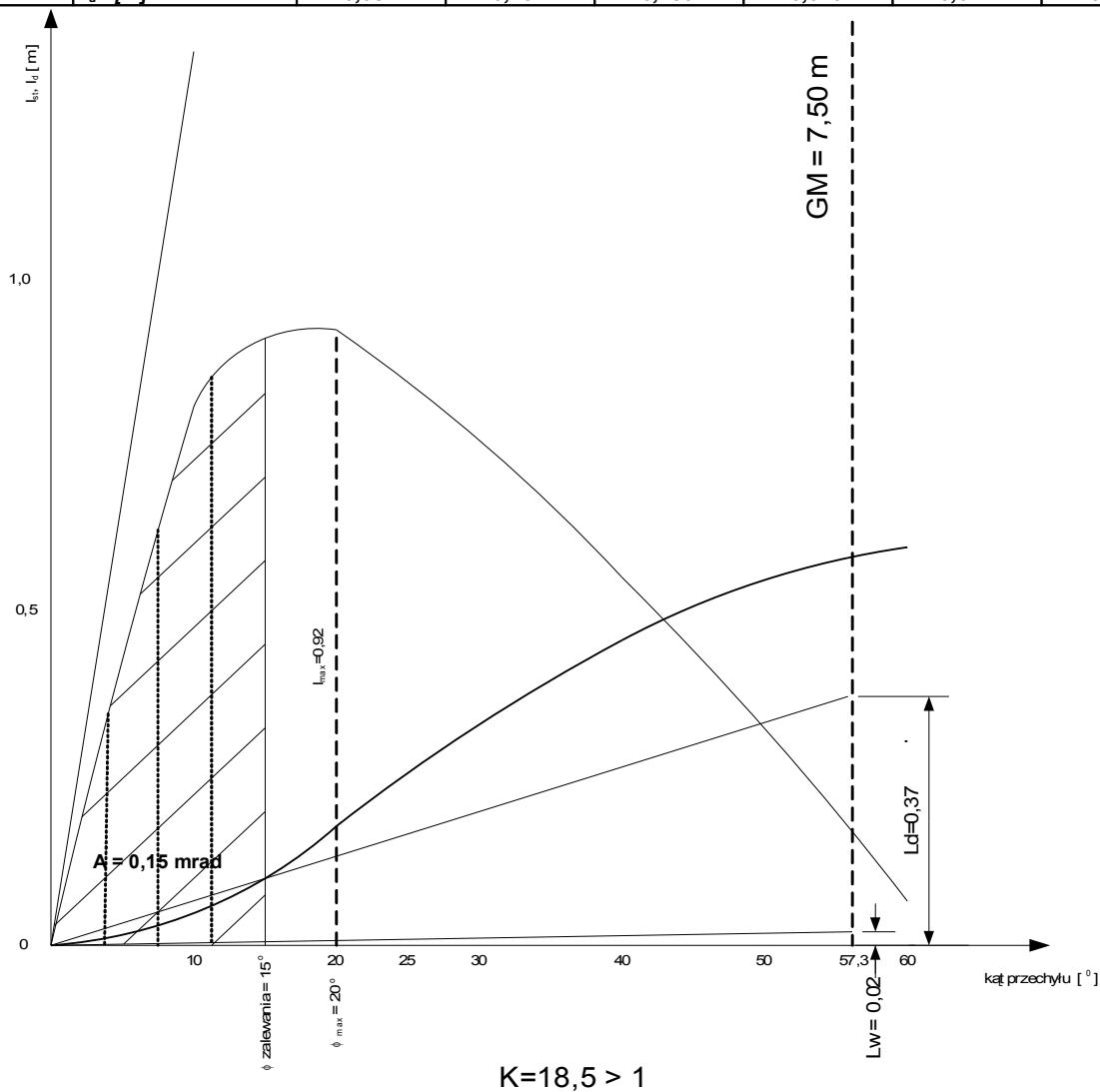
Wyporność	V	20,85	[m <sup>3</sup> ]
Odcięta środka ciężkości od PR	$x_G$	5,00	[m]
Rzędna środka ciężkości od PS	$y_G$	0,4	[m]
Wysokość środka ciężkości od PP	$z_G = KG$	1,17	[m]
Wysokość środka wyporu od PP	$z_F = KF$	0,19	[m]
Odcięta środka wodnicy pływania od owręża	$x_S$	0,00	[m]
Odcięta środka wyporu od owręża	$X_F$	0,00	[m]
Zanurzenie średnie	$T_{sr}$	0,38	[m]
Zanurzenie rufy	$T_R$	0,38	[m]
Zanurzenie dziobu	$T_D$	0,38	[m]
Poprzeczny promień metacentryczny	$r_B$	8,5	[m]
Wzdłużny promień metacentryczny	$r_L$	24	[m]
Początkowa wysokość metacentryczna poprzeczna	GM	7,52	[m]
Początkowa wysokość metacentryczna wzdłużna	$GM_L$	23,02	[m]
Ramię stateczności statycznej przy kącie 15 °	$l_{15}$	1,61	[m]
Jednostkowy moment przegłębiający	$M_j$	50,00	[tm/m]
Moment od przejścia pasażerów na burtę	$M_p$	84	[kNm]
Moment od naporu wiatru	$M_w$	8,066	[kNm]
Kąt przechyłu od przejścia pasażerów	$\Phi_p = 57,3M_p/10VGM$	3,13	[°]
Kąt przechyłu od naporu wiatru	$\Phi_w$	0,32	[°]
Kąt zalewania pokładu	$\Phi_z$	11,0	[°]
Kąt zalewania maksymalny	$\Phi_{zmax}$	15,00	[°]
Kąt od działania prądu	$\Phi$	0,42	[°]
Kąt wyjścia obła z wody	$\Phi_o$	5,00	[°]
Kąt maksymalnego ramienia prostującego	$\Phi_{max}$	22,0	[°]

## STAN 5

## Wykres ramion prostujących

statek z samochodem o masie 5,00 t i 40 pasażerami

$V=20,85 \text{ m}^3$	Kąt $\Phi$ [°]	10	20	30	40	50	60
$z_G=1,17 \text{ m}$	$\sin \Phi$	0,174	0,342	0,500	0,643	0,766	0,866
$\phi_z = 9^\circ$	$h_0 = [m]$	1,01	1,32	1,34	1,29	1,22	1,08
$\phi_w = 0,29^\circ$	$z_G \sin \Phi$	0,18	0,45	0,67	0,674	0,803	0,908
$M_w = 8,066 \text{ kNm}$	$l_{st} = h_0 - z_G \sin \Phi [m]$	0,938	1,072	0,906	0,706	0,467	0,222
$GM = 9,13 \text{ m}$	$l_d = [m]$	0,082	0,257	0,430	0,570	0,672	0,733



$l_1=0, l_2=0,34, l_3=0,62, l_4=0,86, l_5=0,91, d=3,75/57,3 \text{ rad}$   
 $A_{\min} = 0,055 + 0,001 (30 - \phi_z) = 0,07 \text{ mrad}$   
 $A = 2/3 d (l_1/2 + 2l_2 + l_3 + 2l_4 + l_5/2) = 0,15 \text{ mrad}$   
 $A > A_{\min}$

## WNIOSKI:

Początkowa wysokość metacentryczna  
 Ramię prostujące, przy kącie przechyłu  $15^\circ$   
 Kąt przechyłu całkowity  
 Kąt od naporu wody

$GM = 7,50$   
 $L_{15} = 0, m$   
 $\Phi_c = \Phi_p + \Phi_w = 0,29^\circ$   
 $\Phi = 0,42^\circ$

$> 0,15$  [m]  
 $> 0,2$  [m]  
 $< \Phi_z < 12$  [°]  
 $< 6$  [°]

***ZAŁĄCZNIKI***

***1.Krzywe hydrostatyczne***

***2.Pantokareny***

*Opracował: Andrzej Szałapski , Januszkowice, marzec 2011*