Ćw 2a i 2b

Celem jest wyznaczenie doświadczalne rzędnej środka masy Z_G:

- 2a - nawodnego obiektu pływającego
- 2b - bryły, która nie musi być obiektem pływającym

2a

- część stoczniowej próby przechyłów (ciężar statku pustego P_p, Z_G, X_G) wymaganej konwencją SOLAS

Rzędna środka masy statku pustego → części niezmiennej w trakcie eksploatacji

Istnieje również eksploatacyjna próba przechyłów przed każdą podróżą morską - zalecana przepisami, rzadko stosowana

Jaka jest potrzeba wyznaczania rzędnej środka masy?

Istnieje wymóg wyznaczenia krzywej ramion prostujących statku załadowanego dla każdej podróży

$$l_R(\phi) = l_B(\phi) - Z_G^{*} \cdot \sin\phi$$

l_B - ramię kształtu na podstawie pantokaren

Z_G – wyznaczane na podstawie informacji ze stoczniowej próby przechyłów dla statku pustego. W eksploatacji więc, mając charakter założonego

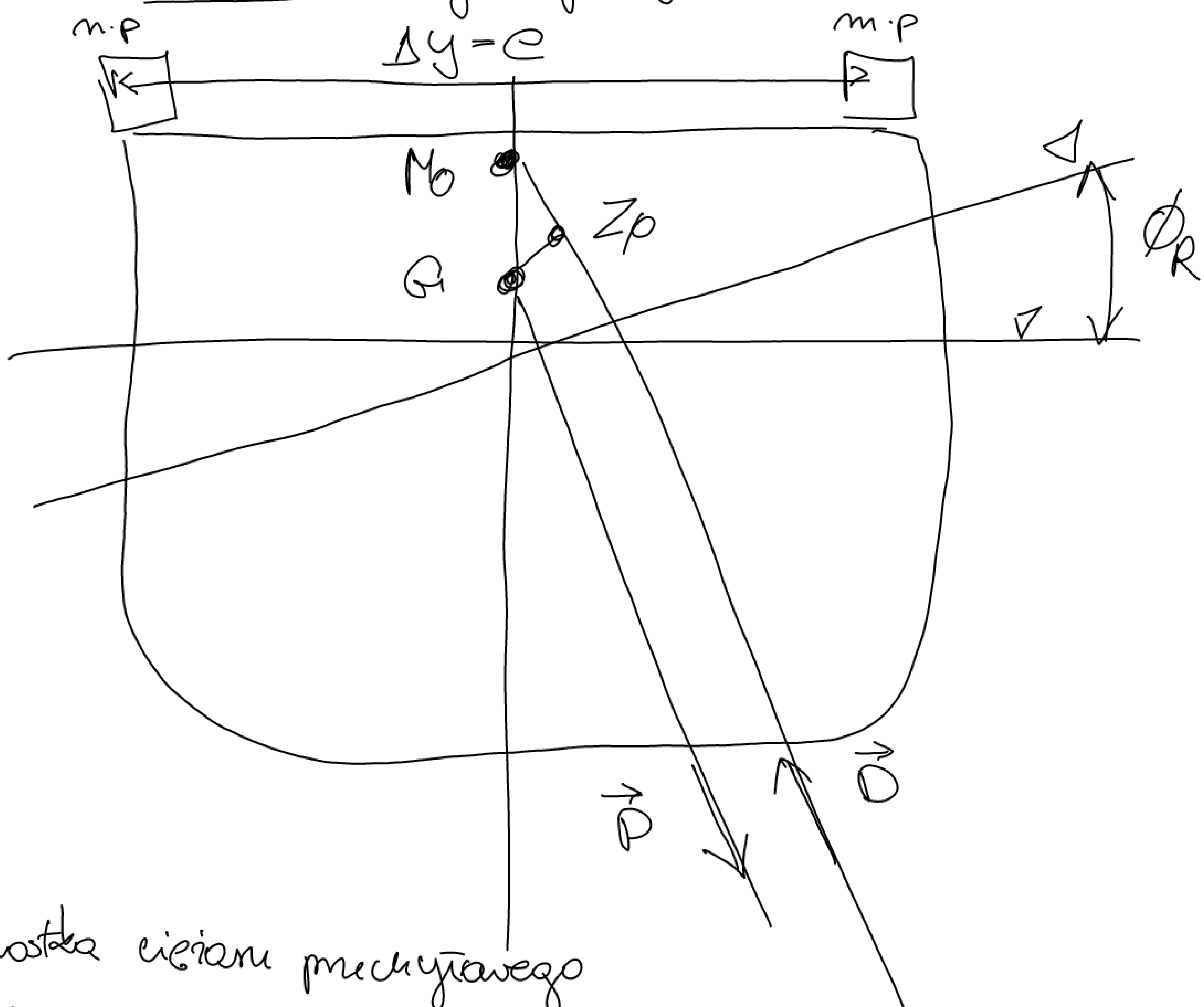
$$Z_G = \frac{P_p \cdot Z_{Gp} + \sum p_i \cdot z_{ai}}{P_p + \sum p_i}$$

lub eksploatacyjna próba przechyłów

Eksperymentalne wyznaczanie rzędnej środka masy podyktowane jest tym, że jest ono dokładniejsze niż wyznaczenie jej na podstawie projektu.
Należy zaznaczyć, że to nie są badania modelowe rzędnej dla statku rzeczywistego

Z_G : procedura opiera się na kontrolowanym przechylaniu obiektów badanych

Obiekt pływający



p - jednostka ciężaru przechyłowego

m, n - liczba jednostek ciężarowych

$\Delta y = e$ - dystans przemieszczenia jednostek p

$\overline{M_0 G} = h_0 = z_{M_0} - z_G \quad (= GM)$

$\vec{P} = M \cdot \bar{g}$ - ciężar obiektu pływającego

$\vec{D} = -\vec{P}$ - wypór obiektu

M_0 - metacentrum początkowe

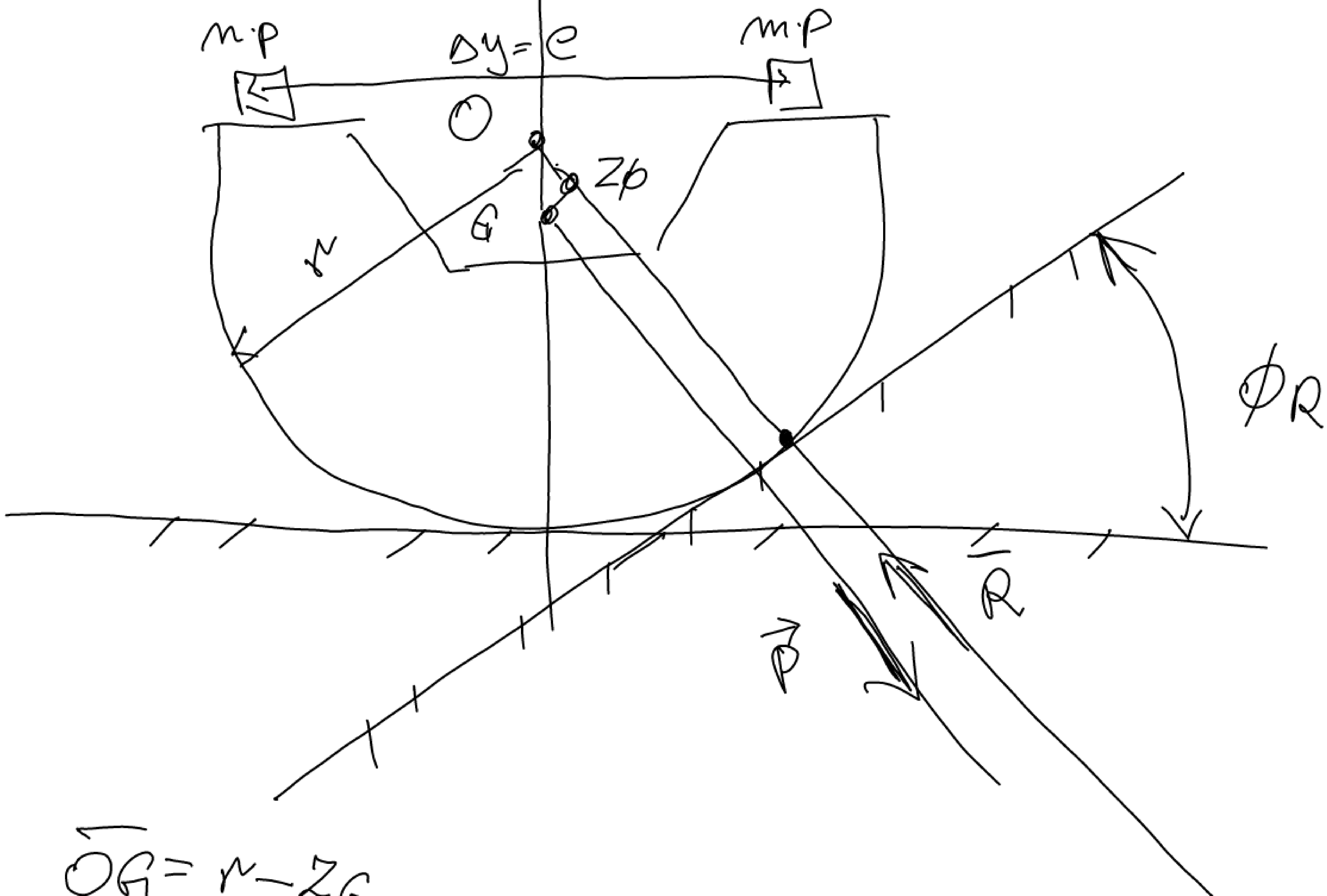
G - środek masy obiektu

z_{M_0} - rzędna metacentrum M_0

ramię momentu prostującego $l_R(\phi_R) = \overline{GZ_\phi} \simeq h_0 \cdot \sin\phi_R$

moment przechylający $M_H = (m-n)\, p \cdot \frac{e}{2} \cdot \cos\phi_R$

Obiekt z kołyską



$\overline{OG} = r - z_G$

$\vec{P} = M \cdot g$ – ciężar obiektu

$\overline{R} = -\vec{P}$ – reakcja podłoża

O – środek obrysu kołowego kołyski

G – środek masy obiektu (kołyski)

r – promień obrysu kołowego

$$l_R(\phi_R) = \overline{GZ_\phi} = \overline{OG} \cdot \sin \phi_R$$

$$M_H = (m-n)\, p \frac{e}{2} \cdot \cos \phi_R$$

$$M_R = P \cdot l_R(\phi_R)$$

ZG – kontrolowane przechyły obiektu

– dla zadanego momentu przechylającego M_H realizowanego jako przemieszczanie małego ciężaru p na dystansie $e = \Delta y$

– obiekt przechyla się do kąta równowagi będącego skutkiem M_H

mierzymy skutek zadanego momentu przechylającego M_H będący kątem przechyłu dla nowej równowagi

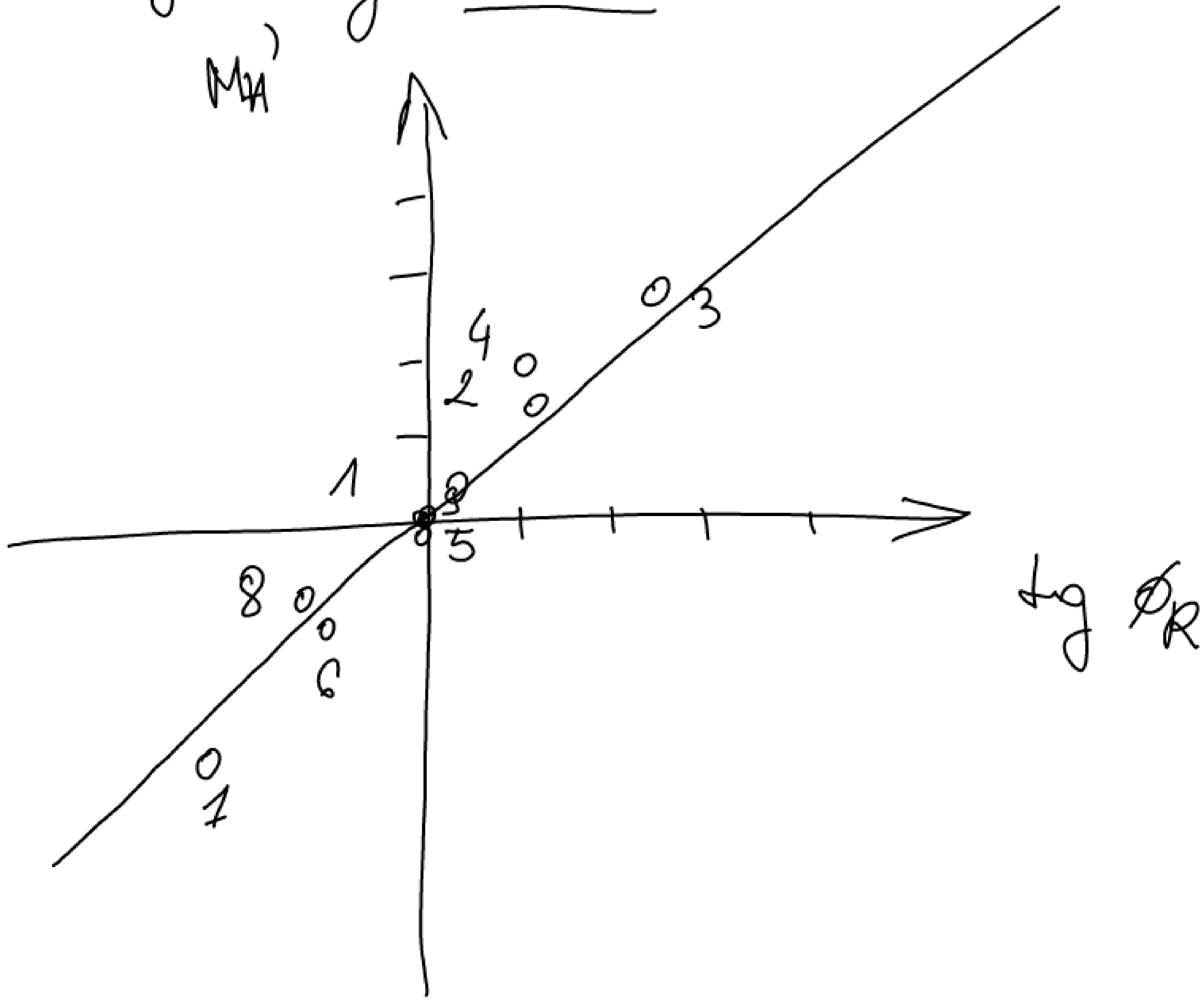
W każdym eksperymencie popełniamy jednak pewien błąd. Wykonujemy więc serię pomiarów. Wyniki należy przedstawić w tabeli:

w – wychylenie pionu
l – długość pionu

Nr próby	liczby ciężż. przechył.		$M_H'(\phi_R)$	$tg\,\phi_R = \frac{w}{l}$ lub ϕ
	n	m		
1	2	2		
2	3	1		
3	4	0		
4	3	1		
⋮				
8	1	3		
9	2	2		

$$M_H' = \frac{M_H}{\cos\phi_R} = (m-n)\cdot\frac{p\cdot e}{2}$$

Wykres wykonany ręcznie!



Rys.

W celu minimalizacji błędów uogólniamy tendencję prostą przechodzącą przez początek układu współrzędnych.

Moment przechylający statek na jedną burtę daje kąt dodatni, moment przechylający na drugą burtę daje kąt ujemny

Z kontrolowanymi przechyłami wiąże się równowaga

$M_H(\phi) = M_R(\phi)$ moment przechylający = moment prostujący

(2a) $M'_H(\phi) \cdot \cos\phi_R \approx \underbrace{P \cdot h_0 \sin\phi_R}$

wzór metacentryczny właściwy dla małych kątów przechyłu

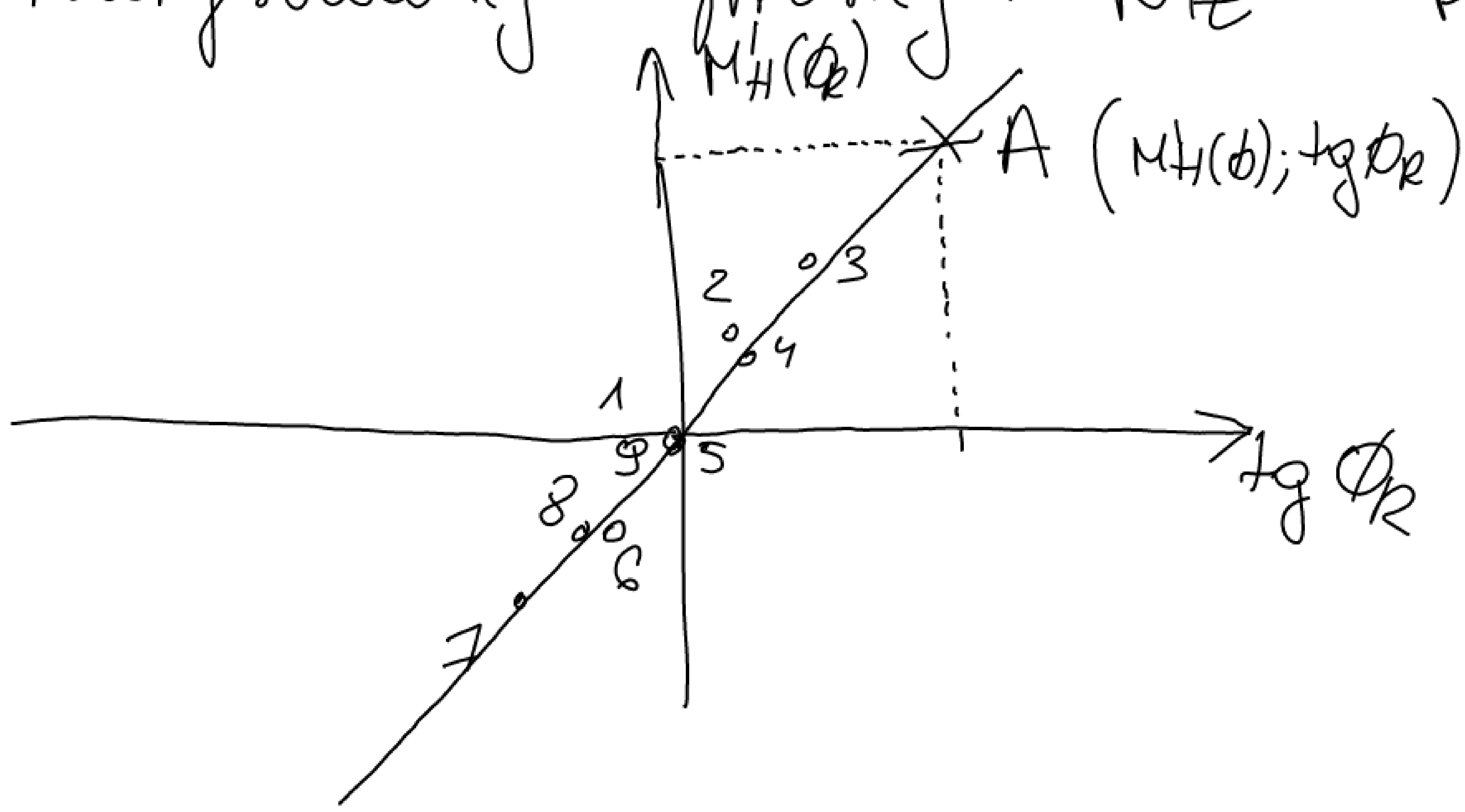
(2b) $M'_H(\phi) \cdot \cos\phi_R = P \cdot \overline{OG} \cdot \sin\phi_R$

- w przypadku kołyski linia działania siły reakcji od podłoża zawsze przechodzi przez środek obrysu kołowego kołyski
- w przypadku obiektu pływającego natomiast siła wyporu nie przechodzi w rzeczywistości dokładnie przez metacentrum początkowe, ale jest nieznacznie przesunięta – zawsze istnieje jakaś mała wartość dodatkowego ramienia kształtu, które w tym wypadku pomijamy

$$\boxed{(2a)\quad h_0 = \frac{M'_H(\phi_R)}{P \cdot tg\,\phi_R}}$$

$$\boxed{(2b)\quad \overline{OG} = \frac{M'_H(\phi_R)}{P\, tg\,\phi_R}}$$

aby teraz obliczyć te wartości odczytujemy $M'_H(\phi_R)$ oraz $tg\,\phi_R$ na podstawie dowolnego punktu $A(M'_H(\phi_R), tg\,\phi_R)$ leżącego na narysowanej prostej. NIE PUNKTU Z PRÓBY



Ale to jeszcze nie te ($h_0, \overline{OG}$) są wartościami, które nas interesują, bo my dążymy do wyznaczenia rzędnej środka masy obiektu Z_G

$$Z_G = \begin{cases} Z_{M_0} - h_0 & (2a) \\ \underset{\text{dane}}{r} - \underset{\text{policzone}}{\overline{OG}} & (2b) \end{cases}$$

Z_{M_0} – rzędna metacentrum poprzecznego

r – promień kołyski

W przypadku ćwiczenia 2a tak wyznaczona wartość jest odpowiednią Z_G statku

Dla 2b trzeba wyznaczyć najpierw rzędną środka masy dla układu kołyska kołowa + interesująca nas bryła

1) $Z_G\,(K+B)$

a w drugim etapie wyznaczymy rzędną środka masy samej kołyski

2) $Z_G\,(K)$

Na podstawie danych dla układu korytka + bryła oraz danych dla samej korytki możemy wyznaczyć rzędną masy dla samej bryły :

$$\left.\begin{matrix} z_G(K+B) \\ z_G(K) \end{matrix}\right\} \Longrightarrow z_G(B)$$

$$z_G(K+B) = \frac{P_{(K)} \cdot z_G(K) + P_{(B)} \cdot z_G(B)}{P_{(K+B)}}$$

$$z_G(B) =$$