



3GTech sp. z o.o.

## **Analiza nawigacyjna dla przebudowy rampy ro-ro na nabrzeżu Spółdzielczym w porcie w Szczecinie**



### **Wykonawca:**

3GTech Sp. z o.o. ul. Boh. Warszawy 21 70-372 Szczecin

### **Zespół autorski:**

1. prof. dr hab. inż. Lucjan Gucma – kierownik
2. dr hab. inż. Maciej Gucma – wykonawca – (modelowanie cumowania)

### **Zleceniodawca:**

LUGO PROJEKT ul. Koński Kierat 14/4, 70-563 Szczecin

Szczecin 20.12.2022 (wersja 2)

# Spis treści

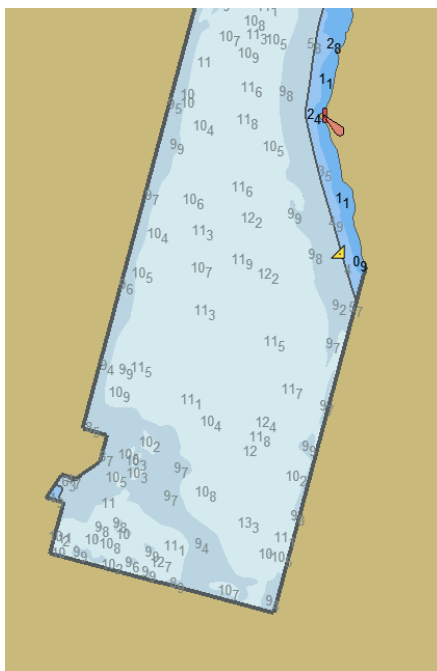
Spis treści .....	2
1. Cel opracowania .....	3
2. Wpływ przebudowy rampy na nab. Spółdzielczym na warunki nawigacyjne .....	3
2.1. Wpływ przebudowy rampy na warunki i zakres analizy nawigacyjnej .....	4
3. Aktualne parametry dróg wodnych .....	5
3.1. Aktualne parametry statków dopuszczone przez lokalne przepisy .....	5
3.2. Parametry kanału podejściowego i miejsca do zacumowania .....	5
3.3. Parametry obrotnicy .....	6
3.4. Głębokości .....	6
3.5. Odbojnice .....	6
3.6. Polery .....	6
4. Postój zbiornikowca maksymalnego przy modernizowanych parametrach rampy .....	6
4.1. Założenia .....	6
4.2. Wyniki .....	8
4.3. Cumowanie Ro-Ro na nab. Fińskim .....	15
4.4. Wnioski do rozdziału 4 .....	15
5. Wnioski .....	16
Bibliografia .....	17

# 1. Cel opracowania

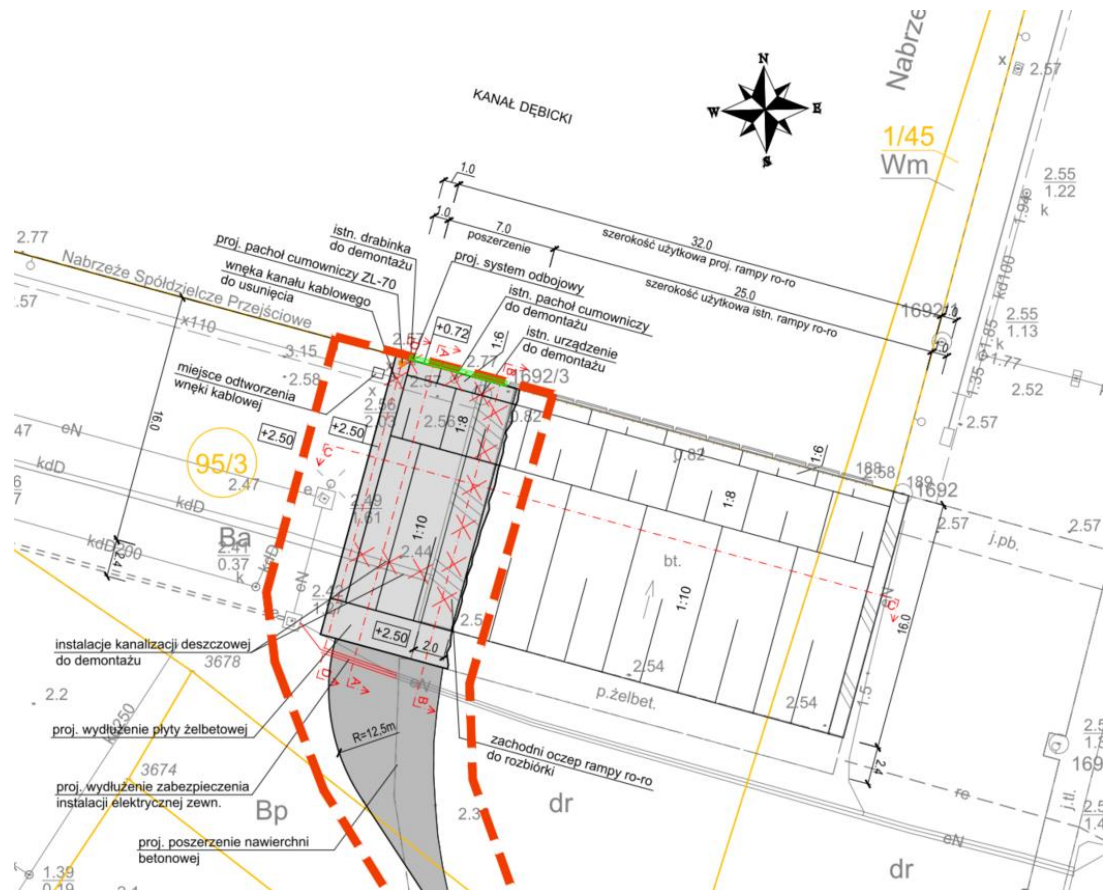
Celem opracowania jest wykonanie analizy nawigacyjnej dla modernizacji rampy nab. Fińskiego polegającej na jej poszerzeniu o 7m. Rampa znajduje się na nab. Spółdzielczym w Szczecinie. Analiza jest wymogiem postawionym przez zamawiającego (ZMPSiŚ) w przetargu na: opracowanie dokumentacji projektowo-kosztorysowej oraz analizy nawigacyjnej dla zadania pn.: „Przebudowa rampy ro-ro na nab. Spółdzielczym w porcie w Szczecinie”, nr referencyjny: OZ-091/14/IP-3/2022.

Obecnie obowiązującą analizą nawigacyjną dla nab. Spółdzielczego jest analiza autorstwa dr inż. kpt. ż. w. J. Dzwonkowskiego pt.: „*MANEWROWANIE ZBIORNIKOWCA DO PRZEWÓZU PRODUKTÓW ROPOPOCHODNYCH I CHEMIKALI DŁUGOŚCI 160 M PRZY NABRZEŻU SPÓŁDZIELCZYM*” z dn. grudzień 2020 (pisownia oryginalna) uzgodnionej przez UMS dn. 18.01.2021.

Analiza obowiązująca dopuszcza do eksploatacji jednostki  $L=145\text{m}$  i  $B=22\text{m}$  przy spełnieniu szeregu warunków ograniczających. Jednostki większe, to jest o długości całkowitej od 145m do 160m są dopuszczone etapowo na podstawie empirycznej tj. za pomocą szeregu doświadczeń eksploatacyjnych opisanych szczegółowo w obowiązującej analizie. Warunki te nie zostały jeszcze spełnione, zatem w niniejszej analizie modernizacji rampy rozpatrywane będą jednostki typu zbiornikowiec o parametrach  $L=145\text{m}$ ,  $B=22\text{m}$  i  $T=8,7\text{m}$  jako aktualnie maksymalna dla nab. Spółdzielczego wg. „Wykazu dopuszczalnych zanurzeń statków dla portu Szczecin i rejonu zalewu Szczecińskiego” z dn. 12.09.2022.



5. Usunięciu urządzania odbojowego.



Rys. 2.1. Rzut z góry na układ zjazdu i główne zmiany modernizacyjne (na podst. projektu budowlanego LUGO)

### **2.1. Wpływ przebudowy rampy na warunki i zakres analizy nawigacyjnej**

Analizując wpływ przebudowy rampy dla nab. Fińskiego na eksploatację jednostek na nab. Spółdzielczym można zauważyć:

1. brak wpływu na warunki podejścia do nabrzeża i nawigację,
2. nieistotny lub bardzo znikomy wpływ na warunki postoju jednostek na nab. Spółdzielczym.

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, zakres niniejszej analizy nawigacyjnej nie obejmuje warunków nawigacyjnych, maksymalnych jednostek, istotnych elementów manewrowania jak również innych ograniczeń, w tym sytuacji awaryjnych podczas postoju. Zatem niniejsza analiza dotycząca przebudowy rampy nie wpływa na wyniki analizy „*MANEWROWANIE ZBIORNIKOWCA DO PRZEWOZU PRODUKTÓW ROPOPOCHODNYCH I CHEMIKALI DŁUGOŚCI 160 M PRZY NABRZEŻU SPÓŁDZIELCZYM*” (pisownia oryginalna) z dn. grudzień 2020. Niniejsza analiza dotyczy tylko nieznacznie zmienionych warunków postoju wynikłych z przebudowy rampy i nie prowadzi dyskusji z wynikami ww. aktualnie obowiązującej analizy.

Warunki postępu zbiornikowca zmieniały się za uwagi na:

1. przesunięcie polera (rys. 2.1),
2. usunięcie jednej odbojnicy i skrócenie linii uzbrojonej w odbojnice o 7m.

Ad. 1. Wykonano analizę cumowania jednostki  $L=145m$   $B=22m$  i  $T=8,7$  za pomocą oprogramowania Opitmoor dla nowego układu polderów.

Ad. 2. Brak jest znaczącego wpływu na warunki postoju i dopijania do nab. Spółdzielczego z uwagi na to że odbojnica jest w odległości ok. 25m od nab. Fińskiego co nie wpływa warunki postoju oraz

zacumowania. Jednostka maksymalna nie uderza w nabrzeże podczas pierwszego kontaktu w rejonie usuniętej odbojnicy (rys.2.2).



Rys. 2.2. Jednostka maksymalna L=145m zacumowana w sposób 4+4 do nab. Spółdzielczego po modernizacji.

### 3. Aktualne parametry dróg wodnych

#### 3.1. Aktualne parametry statków dopuszczone przez lokalne przepisy

Wykaz dopuszczalnych zanurzeń statków dla portu Szczecin i rejonu Zalewu Szczecińskiego na dzień 12.09.2022 dla nab. Spółdzielczego przedstawiono w tab.3.1.

Tab.3.1.

Wykaz dopuszczalnych zanurzeń statków dla portu Szczecin i rejonu Zalewu Szczecińskiego na dzień 12.09.2022 dla nab. Spółdzielczego

150	Spółdzielcze	7,3-9,0	18.02.2023	16/ZMP/2022	199	515-Szczecin
03.06.2022	<p><b>Dane szczegółowe:</b> Od strony W: 11m-7,3m; 188m-9,0m. Patrz też: Dębicki Kanał</p> <p><b>Uwagi:</b> Siła wiatru do 7B. Parametry statku: L &lt; 140m, B=23,1m</p> <p><b>Możliwe manewrowanie jednostek:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o długości od 114,6 m do 140 m - gdy przy nabrzeżu Czeskim <b>ani</b> Fińskim nie ma zacumowanych statków;</li> <li>- o długości od 96 m do 114,6m - gdy przy nabrzeżu Czeskim <b>lub</b> Fińskim zacumowany jest statek;</li> <li>- o długości poniżej 96 m - gdy przy nabrzeżu Czeskim i Fińskim zacumowane są statki.</li> </ul> <p>Dla jednostek o długości od <b>133,4 m do 140 m</b> - tylko pora dzienna; pilot portowy dla jednostek o długości 140 m; widzialność nie mniejsza niż 0,5 Mm ze względu na ograniczony akwen manewrowy. Dla jednostek o długości od <b>140m do 145m</b>; B≤24m- tylko pora dzienna; widzialność minimalna 1000m, wiatr do 6 B, Nb Fińskie bez statków, asysta holownicza złożona z 2 holowników o łącznym uciagu min 50t, ster strumieniowy o mocy co najmniej 740kW</p> <p>"Wolne nabrzeże" oznacza odcinek 150 m licząc od nab. Spółdzielczego.</p>					

#### 3.2. Parametry kanału podejściowego i miejsca do zacumowania

Parametry drogi wodnej oraz nab. Spółdzielczego przedstawiono w tab. 3.1.

Tab. 3.1

Parametry dróg wodnych prowadzących do nab. Spółdzielczego

Miejsce	Szerokość [m]
Kanał Dębicki na wysokości nab Słowackiego	ok. 100m (dla H=9,5m)



Dębicki pomiędzy nab. Czeskim a Fińskim	ok.198
Spółdzielcze całość	jw.
Spółdzielcze część zabezpieczona urz. odbojowymi obecnie	198-(25+25)=148
jw. po modernizacji	148-7=141

Rzędna odwodna korony nab. Spółdzielczego wynosi 2,5m. Rzędna odwodna rampy na nab. Fińskim 0,89m.

### 3.3. Parametry obrotnicy

Brak obrotu jednostka wykonuje półobrót cumując do nab. Spółdzielczego.

### 3.4. Głębokości

Około 10m w zależności od miejsca nabrzeża (rys. 2.1).

### 3.5. Odbojnice

System odbojowy został zmodernizowany i składa się z odbojnic z elastomeru poliuretanowego. Proponowana konstrukcja odbojnic składa z 5 szt. opon staroużytecznych typu Jelcz nasuniętych na wałek gumowy o wymiarach 500/250mm. We wnętrzu wałka zostanie umieszczona staroużyteczna rura 193,7/8 mm. Na oczepie nabrzeża zamocowano uchwyty stalowe, do których odbojnia jest mocowana za pomocą łańcucha stalowego w dwóch miejscach. Rozwiązanie takie zapewnia odbojnicy stabilność i gwarantuje poziomy układ wałka stalowego.

### 3.6. Polery

Nab. Spółdzielcze ZL-70 (700kN) sztuk 10 (rys.2.2), nab. Finskie i Czeskie ZL-90 (900kN).

## 4. Postój zbiornikowca maksymalnego przy modernizowanych parametrach rampy

### 4.1. Założenia

Warunki postoju jednostki typu zbiornikowiec L=145m, B=22m, T=8,7m na nab. Spółdzielczym zbadano za pomocą oprogramowania Optimoor przyjmując następujące założenia:

1. zamodelowano nabrzeże Spółdzielcze (tab. 4.1) gdzie wprowadzono ustawienie i parametry polerów oraz odbojnic,
2. maksymalny statek przewidziany do obsługi przy nabrzeżu (produktowiec, L =145m) przedstawiono w tab.4.2.

Tab. 4.1

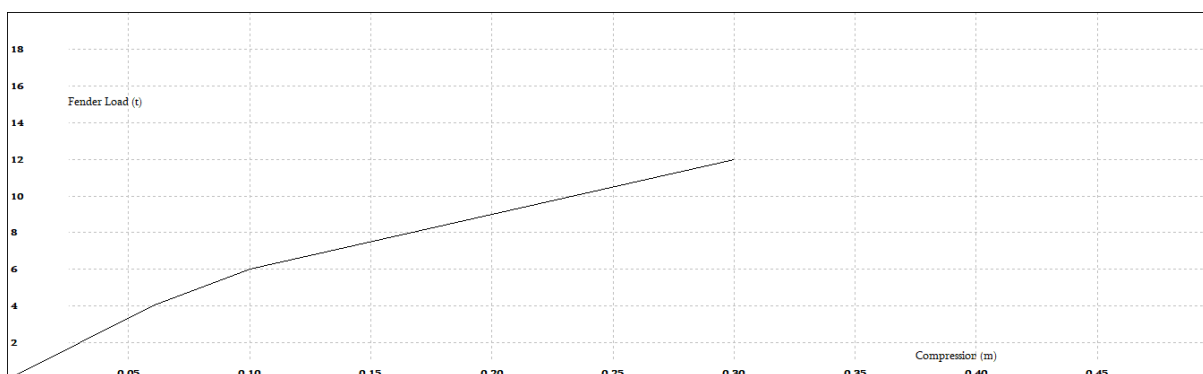
Parametry nabrzeża wprogramie Optimoor Berth Data for Spółdzielcze				
Left to Right of Screen Site Plan Points:		300°		
width of Channel (for Current):		700		
Pier Height (Fixed) above Datum:		2,5		
Seabed Depth in way of Ship below Datum:		11,0		
Dist of Berth Target to Right of Origin:		0,0		
wind Speed Specified at Height:		5,0		
Current Specified at Depth:		mean		
Hook/ Bollard	X-Dist to Origin	Dist to Fender Line	Ht above Pier	Allowable Load
F1	-101,9	-121,1	0,5	70
F2	-101,9	-99,0	0,5	70
F3	-101,1	-76,4	0,5	70
F4	-100,9	-53,6	0,5	70

F5	-100,9	-45,2	0,5	70
F6	-100,8	-31,6	0,5	70
F7	-100,9	-9,8	0,5	70
F8	-100,9	-3,6	0,5	70
S1	-62,5	2,5	0,5	70
S2	-61,4	2,5	0,5	70
S3	-41,2	2,5	0,5	70
S4	-20,3	2,5	0,5	70
S5	0,5	2,5	0,5	70
S6	10,5	2,5	0,5	70
S7	21,7	2,5	0,5	70
S8	44,7	2,5	0,5	70
C1	105,8	-11,9	0,5	70
C2	105,7	2,4	0,5	70
S9	67,1	2,5	0,5	70
S10	77,2	2,5	0,5	70

Fender	X-Dist to Origin	Ht above Datum	Width Along Side	Face Contact Area (m2)
aa	-60,0	0,2	0,3	0,7
bb	-55,0	0,2	0,3	0,7
cc	-50,0	0,2	0,3	0,7
dd	-45,0	0,2	0,3	0,7
ee	-40,0	0,2	0,3	0,7
ff	-35,0	0,2	0,3	0,7
gg	-30,0	0,2	0,3	0,7
hh	-25,0	0,2	0,3	0,7
ii	-20,0	0,2	0,3	0,7
jj	-15,0	0,2	0,3	0,7
kk	-10,0	0,2	0,3	0,7
ll	-5,0	0,2	0,3	0,7
mm	0,0	0,2	0,3	0,7
nn	5,0	0,2	0,3	0,7
oo	10,0	0,2	0,3	0,7
pp	15,0	0,2	0,3	0,7
qq	20,0	0,2	0,3	0,7
rr	25,0	0,2	0,3	0,7
ss	30,0	0,2	0,3	0,7
tt	35,0	0,2	0,3	0,7
uu	40,0	0,2	0,3	0,7
vv	45,0	0,2	0,3	0,7
ww	50,0	0,2	0,3	0,7
xx	55,0	0,2	0,3	0,7
yy	60,0	0,2	0,3	0,7
zz	65,0	0,2	0,3	0,7

Fender Load-Compression Data  
aa-zz      4      6      12 tonnes  
            0,06   0,10   0,30 m

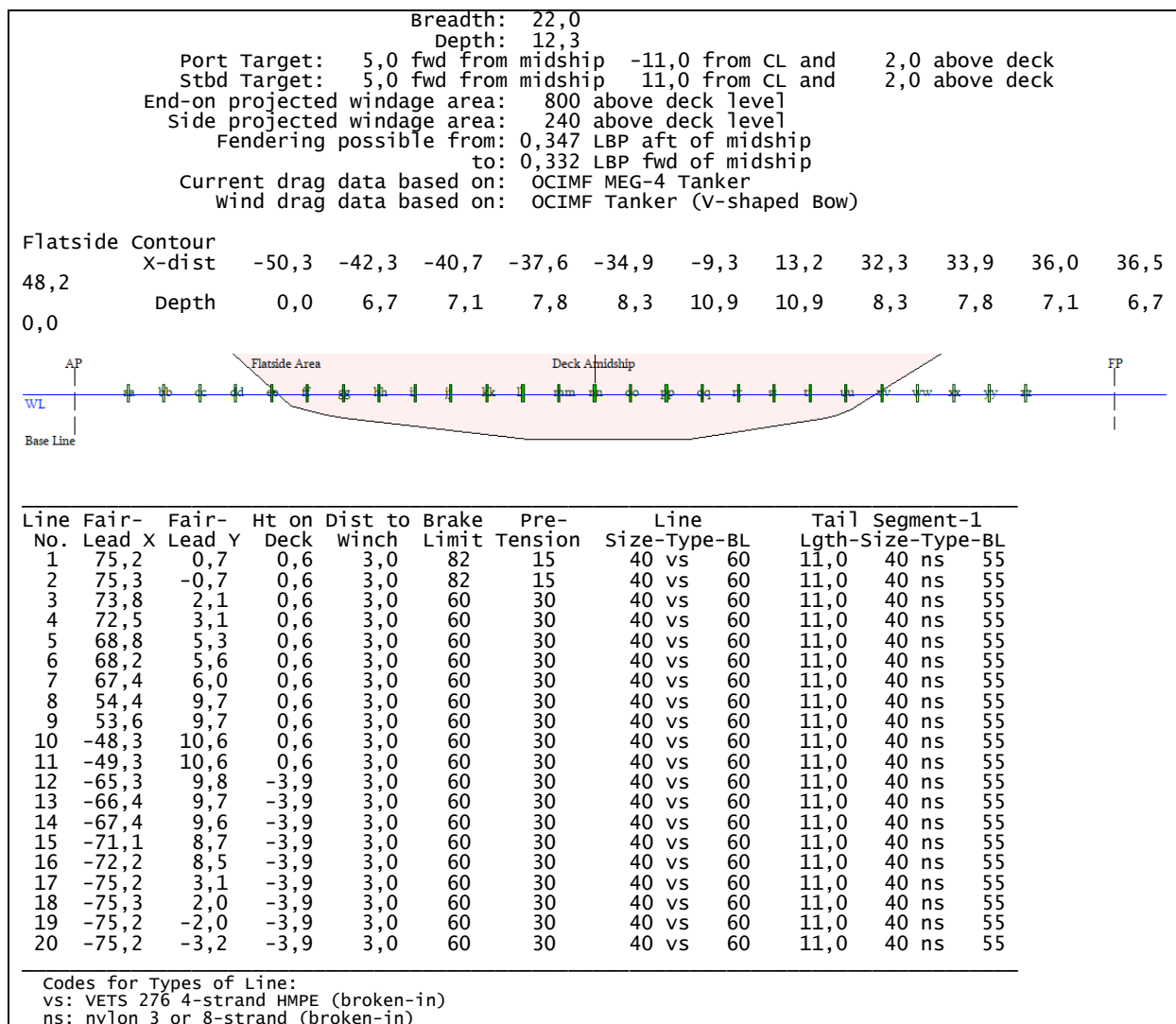
### Load-Compression Curve for Fender aa-zz



Tab. 4.2

Parametry statku maksymalnego  
**Vessel Data for ProductTanker**

LBP: 145,0



## 4.2. Wyniki

Przeprowadzono symulacje dla dwóch wariantów postępu o parametrach:

### Wariant 1:

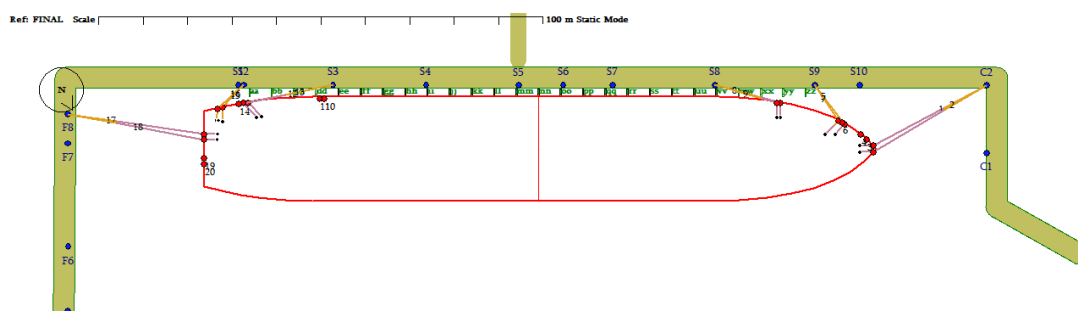
1. Cumy w układzie 2+2+2 dziób – rufa każda podwójna lina na jednym polerze – układ cumowania przedstawiono na rys 1.
2. Prędkość wiatru  $V_w=33\text{kts}$  ( $7^\circ\text{B}$ )
3. Kierunek wiatru  $K_w=0^\circ-360^\circ$
4. Prędkość prądu  $V_p=0\text{kts}$
5. Wysokość fali znaczącej  $H_s=0$
6. Stan załadownia - Balastowy

### Wariant 2:

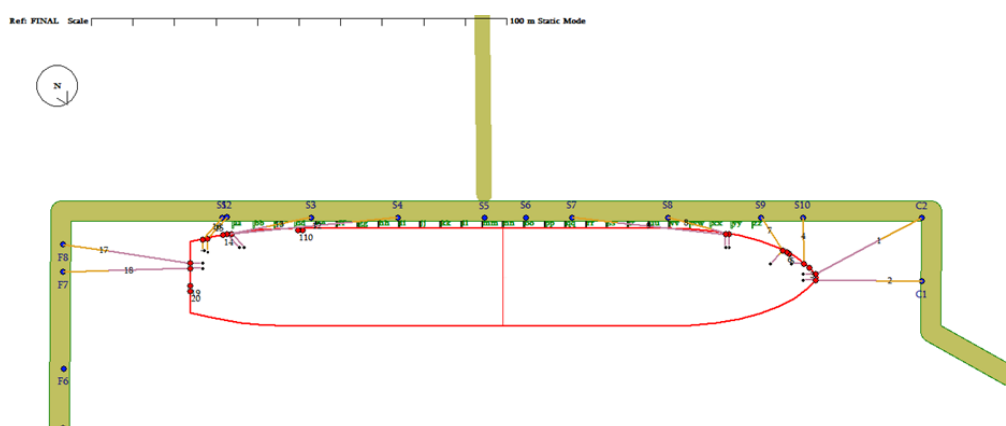
1. Cumy w układzie 2+2+2 dziób – rufa każda podwójna lina na osobno obłożona polerach – układ cumowania przedstawiono na rys 2.
2. Prędkość wiatru:
  - a.  $V_w=33\text{kts}$  ( $7^\circ\text{B}$ )
  - b.  $V_w=15\text{kts}$  ( $6^\circ\text{B}$ )
  - c.  $V_w=20\text{kts}$
3. Kierunek wiatru  $K_w=0^\circ-360^\circ$
4. Prędkość prądu  $V_p=0\text{kts}$



5. Wysokość fali znaczącej  $H_s=0$
6. Stan załadowania - Balastowy



Rys.4.1 Układ cumowania dla Wariantu 1



Rys. 4.2 Układ cumowania dla Wariantu 2

Dla Wariantu 1 przeprowadzone symulacje dały wynik przedstawione w tab. 4.3.

Tab. 4.3

#### Wyniki symulacji dla Wariantu 1

### Static Mooring Response for ProductTanker at Spółdzielcze

Water Level: 0,00 above Datum  
 Draft: 7,10 (initialised at this draft))  
 Trim: 0,00 (initialised at this trim)  
 Bottom Clearance: 3,9  
 Fwd Offset of Vessel Target: 10,0 from Berth Target  
 Vessel Port Target: 4,7 above Pier  
 Wind Speed: 33 knots  
 Wind Direction from: All°

Total End-on windage Area: 914  
 Total Side Windage Area: 994

#### Longitudinal Transverse Yaw Moment/LBP

Movement of vessel at its Port Target  
 -0,14 (aft) 0,18 (inw) 0,1° (port) 0,00 (up)  
 -0,31 (aft) 0,12 (inw) 0,0° (port) 0,00 (up)

Line to	Pull	Tot.Line	In-Line	Winch	Worst Direction	Line	Per-
Bollard	-in	Length	±Motion	Slip	to Screen True	Tension	Stre-
ngth							
1-C2	0,96	30,7			0° 300°	17,5	32%
2-C2	0,98	31,2			0° 300°	17,4	32%
5-S9	1,61	12,3			150° 90°	28,4	52%
7-S9	1,58	11,0			150° 90°	28,4	52%
8-S8	1,66	16,8			-170° 130°	28,9	53%
9-S8	1,65	16,1			-170° 130°	28,9	53%
12-S3	1,53	21,0			0° 300°	34,5	63%
13-S3	1,55	22,1			0° 300°	34,4	63%
15-S2	1,40	8,5			0° 300°	34,6	63%

16-S2	1,40	9,5		0°	300°	34,8	63%
17-F8	1,98	32,0		-160°	140°	30,3	55%
18-F8	1,99	32,1		-160°	140°	30,4	55%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Flatside	Contact
ee	8	0,16	18,1		34%
ff	8	0,17	12,5		100%
gg	8	0,17	12,5		100%
hh	8	0,17	12,6		100%
ii	8	0,17	12,6		100%
jj	8	0,17	12,7		100%
kk	8	0,18	12,7		100%
ll	8	0,18	12,8		100%
mm	8	0,18	12,8		100%
nn	8	0,18	12,9		100%
oo	8	0,18	13,0		100%
pp	8	0,18	13,1		100%
qq	9	0,19	13,2		100%
rr	9	0,19	13,3		100%
ss	9	0,19	13,4		100%
tt	9	0,19	13,5		100%
uu	9	0,19	13,6		100%
vv	9	0,19	20,2		29%

Fenders all assumed to carry thrust uniformly over contact area

Hook/ Bollard	X- Force	Y- Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
F1								
F2								
F3								
F4								
F5								
F6								
F7								
F8	59,9	9,4			60,8	87%	81°	-3,3
S1								
S2	-51,2	44,3			69,4	99%	-49°	-15,7
S3	-67,6	12,4			69,0	99%	-80°	-5,8
S4								
S5								
S6								
S7								
S8	55,0	14,0			57,8	83%	76°	10,9
C1								
C2	-30,9	15,8			34,9	50%	-63°	3,4
S9	32,8	43,5			56,7	81%	37°	15,9
S10								

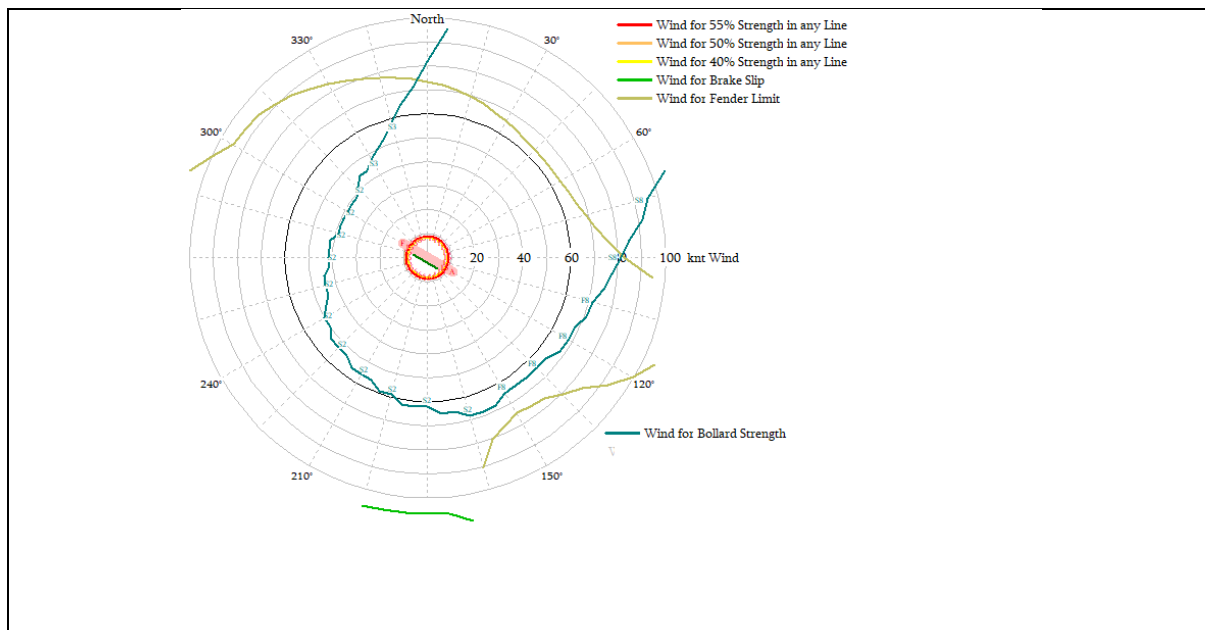
Approximate natural periods  
Surge: 37 Sway: 104 Roll: 5,3 secs

OPTIMOOR Licence 3064 Version 60803 Tension Technology International © 25 November 2021

## Wind Capability Rose for ProductTanker at Spoldzielcze

Analysis for Time: 0000 01 Mar 2020 (initialised at 0000 01 Mar 2020)

Ref: FINAL  
Remarks: Remarks:  
water Level: 0,00 above datum  
Draft: 7,1  
Trim: 0,0



Dla wariantu 2a, 2b, 2c wyniki przedstawiono w tab. 4.4, 4.5, 4.6.

Tab. 4.4

Wyniki symulacji dla wariantu postoiu 2a

### Static Mooring Response for ProductTanker at Spoldzielcze

Water Level: 0,00 above Datum (initialised at this water level)  
 Draft: 7,10 (initialised at this draft))  
 Trim: 0,00 (initialised at this trim)  
 Bottom Clearance: 3,9  
 Fwd Offset of Vessel Target: 10,0 from Berth Target  
 Vessel Port Target: 4,7 above Pier  
 Wind Speed: 33 knots  
 Wind Direction from: All°  
 Total End-on Windage Area: 914  
 Total Side Windage Area: 994

Longitudinal Transverse Yaw Moment/LBP

Movement of Vessel at its Port Target 0,01 (fwd) 0,16 (inw) 0,1° (port) 0,00 (up)  
 -0,17 (aft) 0,11 (inw) 0,0° (port) 0,00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	Winch Slip	Worst Direction to Screen	True	Line Tension	Per-cent Stre-
1-C2	1,04	30,6			0°	300°	16,3	30%
2-C1	0,95	27,7			0°	300°	17,1	31%
4-S10	1,56	12,2			-40°	260°	28,7	52%
7-S9	1,53	11,0			160°	100°	28,9	52%
8-S8	1,59	16,9			-170°	130°	30,7	56%
9-S7	2,02	38,2			-170°	130°	31,0	56%
12-S4	1,98	41,2			0°	300°	32,2	59%
13-S3	1,62	22,0			0°	300°	33,1	60%
15-S2	1,42	8,5			0°	300°	33,7	61%
16-S1	1,43	8,6			0°	300°	33,7	61%
17-F8	1,89	32,1			-160°	140°	31,8	58%
18-F7	1,87	31,8			-170°	130°	31,4	57%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Flatside Contact
ee	6	0,11	15,2	28%
ff	7	0,12	10,3	100%
gg	7	0,13	10,5	100%
hh	7	0,13	10,7	100%
ii	7	0,14	10,9	100%
jj	7	0,14	11,1	100%
kk	7	0,14	11,3	100%

ll	7	0,15	11,5	100%
mm	8	0,15	11,7	100%
nn	8	0,16	11,9	100%
oo	8	0,16	12,2	100%
pp	8	0,17	12,4	100%
qq	8	0,17	12,6	100%
rr	8	0,18	12,9	100%
ss	9	0,18	13,1	100%
tt	9	0,19	13,4	100%
uu	9	0,19	13,6	100%
vv	9	0,19	19,8	33%

Fenders all assumed to carry thrust uniformly over contact area

Hook/ Bollard	X- Force	Y- Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
F1								
F2								
F3								
F4								
F5								
F6								
F7	31,3	-0,9			31,4	45%	91°	-1,7
F8	31,4	4,3			31,8	45%	82°	-1,7
S1	-22,9	23,4			33,7	48%	-44°	-8,1
S2	-23,5	22,8			33,7	48%	-46°	-8,2
S3	-32,4	6,0			33,1	47%	-80°	-2,7
S4	-32,0	2,9			32,2	46%	-85°	-1,4
S5								
S6								
S7	30,8	3,0			31,0	44%	84°	2,3
S8	29,3	7,1			30,7	44%	76°	5,6
C1	-17,0	-0,3			17,1	24%	-91°	1,9
C2	-14,6	7,1			16,3	23%	-64°	1,6
S9	16,2	22,3			28,9	41%	36°	8,6
S10	0,8	27,7			28,7	41%	1°	7,6

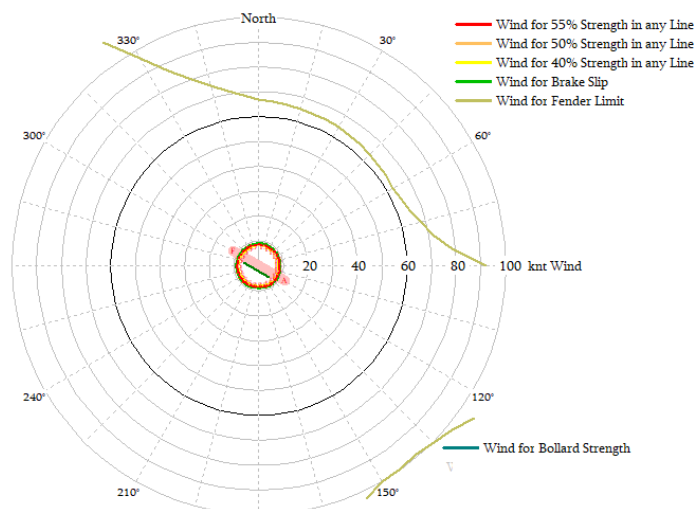
Approximate natural periods  
Surge: 37 Sway: 103 Roll: 5,3 secs

OPTIMOOR Licence 3064 Version 60803 Tension Technology International © 25 November 2021

## Wind Capability Rose for ProductTanker at Spoldzielcze

Analysis for Time: 0000 01 Mar 2020 (initialised at 0000 01 Mar 2020)

Ref: FINAL  
Remarks: Remarks:  
Water Level: 0,00 above datum  
Draft: 8,9  
Trim: 0,0



## Wyniki symulacji dla wariantu postoju 2b

**Static Mooring Response for Product Tanker at Spodzielcze**

level) Water Level: 0,00 above Datum (initialised at this water level)

Draft: 7,10 (initialised at this draft))  
 Trim: 0,00 (initialised at this trim)  
 Bottom Clearance: 3,9  
 Fwd Offset of Vessel Target: 10,0 from Berth Target  
 Vessel Port Target: 4,7 above Pier  
 Wind Speed: 15 knots  
 Wind Direction from: 200° True 260° Screen Right

Total End-on Windage Area: 914  
 Total Side Windage Area: 994

Longitudinal Transverse Yaw Moment/LBP  
 Wind Drag Force: -0,5 -4,0 0,5  
 Total Force: -0,5 -4,0 0,5

Movement of Vessel at its Port Target 0,07 (fwd) 0,07 (inw) 0,1° (port) 0,00 (up)

Line to Bollard	Pull -in	Tot.Line Length	In-Line ±Motion	Winch Slip	Inclin. Down	Line Tension	Percent Strength
1-C2	1,10	30,5			6°	13,9	25%
4-S10	1,14	12,6			15°	27,7	46%
8-S8	1,16	17,3			10°	31,0	52%
13-S3	1,32	22,3			-5°	29,1	49%
16-S1	1,06	9,0			-14°	30,6	51%
17-F8	1,46	32,5			-3°	31,3	52%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Flatside Contact
ee	0	0,01	1,2	21%
ff	2	0,02	2,4	100%
gg	2	0,03	2,9	100%
hh	2	0,03	3,4	100%
ii	3	0,04	3,9	100%
jj	3	0,04	4,4	100%
kk	3	0,05	4,9	100%
ll	4	0,05	5,4	100%
mm	4	0,06	5,9	100%
nn	4	0,06	6,4	100%
oo	4	0,07	6,7	100%
pp	5	0,07	7,1	100%
qq	5	0,08	7,5	100%
rr	5	0,08	7,9	100%
ss	5	0,09	8,2	100%
tt	6	0,09	8,6	100%
uu	6	0,10	9,0	100%
vv	6	0,10	12,5	38%

Fenders all assumed to carry thrust uniformly over contact area

Hook/Bollard	X-Force	Y-Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
F1								
F2								
F3								
F4								
F5								
F6								
F7								
F8	31,0	4,3			31,3	45%	82°	-1,7
S1	-20,1	21,9			30,6	44%	-43°	-7,4
S2								
S3	-28,5	5,4			29,1	42%	-79°	-2,4
S4								
S5								
S6								
S7								
S8	29,6	7,4			31,0	44%	76°	5,6
C1								
C2	-12,4	6,1			13,9	20%	-64°	1,4
S9								
S10	1,0	26,7			27,7	40%	2°	7,3

Approximate natural periods  
Surge: 50 Sway: 110 Roll: 5,3 secs

OPTIMOOR Licence 3064 Version 60803 Tension Technology International © 25 November 2021

Tab. 4.6

Wyniki symulacji dla wariantu postoju 2c

## Static Mooring Response for Product Tanker at Spółdzielcze

Water Level: 0,00 above Datum (initialised at this water level)

Draft: 7,10 (initialised at this draft))  
Trim: 0,00 (initialised at this trim)  
Bottom Clearance: 3,9  
Fwd Offset of Vessel Target: 10,0 from Berth Target  
Vessel Port Target: 4,7 above Pier  
Wind Speed: 20 knots  
Wind Direction from: All°

Total End-on Windage Area: 914  
Total Side Windage Area: 994

Longitudinal Transverse Yaw Moment/LBP

Movement of Vessel at its Port Target 0,11 (fwd) 0,08 (inw) 0,1° (port) 0,00 (up)  
0,01 (fwd) 0,06 (inw) 0,0° (port) 0,00 (up)

Line to	Pull	Tot. Line	In-Line	Winch	Worst Direction		Line	Per-
Bollard	-in	Length	±Motion	Slip	to Screen	True	Tension	Stre-
ngth								
1-C2	1,10	30,5			0°	300°	15,0	27%
4-S10	1,14	12,6			-45°	255°	28,0	47%
8-S8	1,16	17,3			170°	110°	32,2	54%
13-S3	1,32	22,3			0°	300°	30,9	52%
16-S1	1,06	9,0			0°	300°	31,8	53%
17-F8	1.46	32.5			-170°	130°	32.4	54%

Fender	Thrust	Compression	Pressure	Flatside	Contact
ee	1	0,02	3,7	22%	
ff	3	0,04	4,1	100%	
gg	3	0,04	4,5	100%	
hh	3	0,05	4,9	100%	
ii	3	0,05	5,3	100%	
jj	4	0,06	5,7	100%	
kk	4	0,06	6,1	100%	
ll	4	0,06	6,5	100%	
mm	4	0,07	6,8	100%	
nn	5	0,07	7,1	100%	
oo	5	0,08	7,4	100%	
pp	5	0,08	7,8	100%	
qq	5	0,09	8,1	100%	
rr	6	0,09	8,5	100%	
ss	6	0,09	8,8	100%	
tt	6	0,10	9,2	100%	
uu	6	0,10	9,4	100%	
vv	6	0,11	13,4	37%	

Fenders all assumed to carry thrust uniformly over contact area

Hook/ Bollard	X- Force	Y- Force	Other X-Load	Other Y-Load	Total Force	%Bollard Strength	Direction in Plan	Bollard Uplift
F1								
F2								
F3								
F4								
F5								
F6								
F7								
F8	32,0	4,4			32,4	46%	82°	-1,8
S1	-21,1	22,6			31,8	45%	-43°	-7,7
S2								
S3	-30,3	5,7			30,9	44%	-79°	-2,6
S4								
S5								
S6								
S7								
S8	30,8	7,6			32,2	46%	76°	5,8



C1						
C2	-13,4	6,6	15,0	21%	-64°	1,5
S9						
S10	1,1	27,0	28,0	40%	2°	7,3

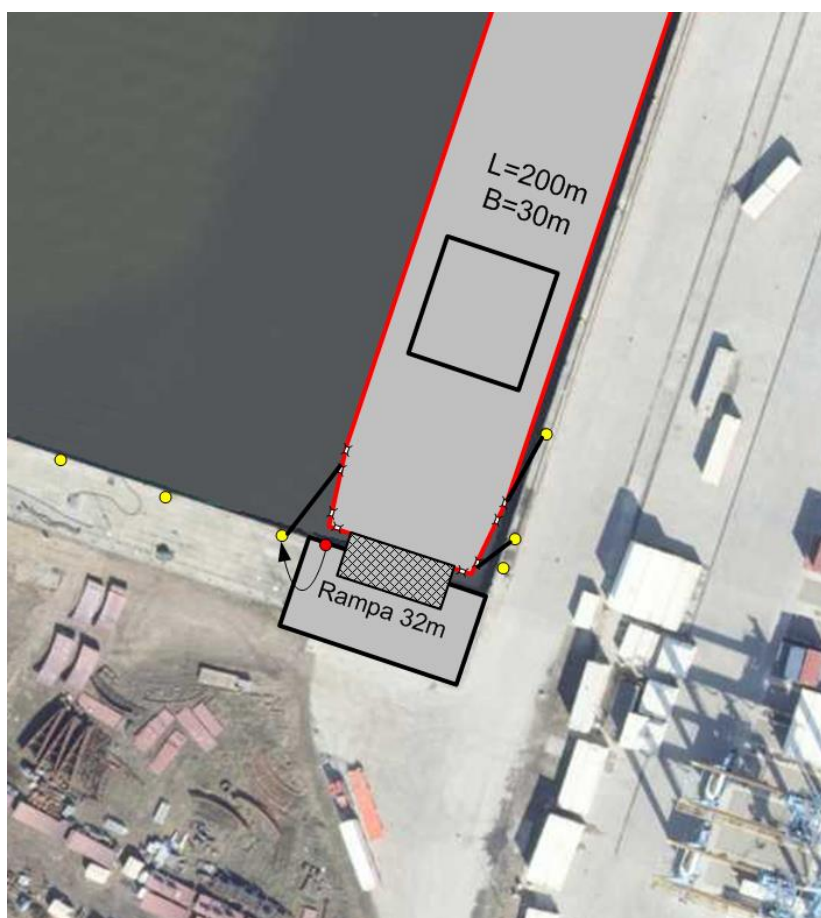
---

Approximate natural periods  
Surge: 50      Sway: 110      Roll: 5,3 secs

OPTIMOOR Licence 3064 Version 60803 Tension Technology International © 25 November 2021

#### 4.3. Cumowanie Ro-Ro na nab. Fińskim

Układ cum dla jednostki Ro-Ro na nab. Fińskim przedstawiono na rys 4.3. Widać, że zmiana polera (zaznaczona strzałką na rysunku) pozytywnie wpływa na bezpieczeństwo cumowania z racji zwiększenia kąta patrzenia cumy rufowej podanej z lewej burty.



Rys. 4.3 Układ cumowania dla Ro-RO na nab. Fińskim

#### 4.4. Wnioski do rozdziału 4

1. Przeprowadzono symulacje postoju statku maksymalnego uwzględniając parametry nabrzeża, warunki hydrometeorologiczne postoju i parametry statku.
2. Zmiana rozstawu pachołów oraz skrócenie linii cumowniczej nie wpływa na bezpieczeństwo postoju statku maksymalnego ( $L=145m$ ).
3. Przesunięte odbojnice nie wpływają na rozkład podparcia jednostki w obrębie wstawki cylindrycznej producenta maksymalnego.
4. Zbadano 2 warianty z czego:
  - a. Wariant 1 przy wietrze o prędkości  $V_w=33w$  jest wariantem cumowania niebezpiecznym z uwagi na to, że maksymalne siły ciągnięcia cum sięgają 63%, a obciążenia polerów 99%. Jest to sytuacja niedopuszczalna ze względu na ryzyko uszkodzenia infrastruktury. Dodatkowo dla wiatrów dopychających siła nacisku odbojnicy na kadłub sięga

- 20t/m<sup>2</sup> co przy bardzo niewielkiej powierzchni roboczej odbojnic nie spełnia warunku bezpiecznego postoju (zależnie od budowy kadłuba statku).
- b. Wariant 2a jest wariantem cumowania charakteryzującym się dostatecznymi warunkami cumowania przy maksymalnym dopuszczalnym wietrze o prędkości  $V_w=33w$ . Rozkład sił ciągnięcia na pojedyncze polery (maksymalne obciążenie polera ok 48% jest dopuszczalne w eksploatacji) przekracza SWL=50% jednak dla statków poniżej 16tys DWT nie jest to krytyczny warunek eksploatacyjny (OCIMF MEG4).
  - c. Wariant 2 dla wiatrów poniżej 20w (tj. Wariant 2b i 2c)) charakteryzuje się bardzo dobrymi warunkami postoju.
- 5. Odbojnice, w które jest wyposażone nabrzeże pozwalają prawdopodobnie na bezpieczne cumowanie i odcumowanie statków morskich.
  - 6. Układ polerów polepsza warunki cumowania na nab. Fińskim.

## 5. Wnioski

W analizie przedstawiono wpływ przebudowy rampy na nab. Fińskim na warunki eksploatacji jednostek na nab. Spółdzielczym. Wyniki analizy dotyczą tylko dwóch aspektów tj. przesunięcie polera oraz skrócenia linii cumowniczej uzbrojonej w urządzenia odbojowe o 7m. Analiza niniejsza nie dotyczy aspektów manewrowania, określenia jednostek maksymalnych oraz aspektów ryzyka postoju wynikającego z ładunku niebezpiecznego uzyskanych w uzgodnionej przez UMS dn. 18.01.2021 analizie pt.: „MANEWROWANIE ZBIORNIKOWCA DO PRZEWOZU PRODUKTÓW ROPOPOCHODNYCH I CHEMIKALI DŁUGOŚCI 160 M PRZY NABRZEŻU SPÓŁDZIELCZYM” z grudnia 2020 (pisownia oryginalna). Wynika to również z faktu, że autorzy niniejszego opracowania nie mają możliwości zweryfikować wyników ww. analizy, które są w większości wynikami subiektywnymi, wynikającymi z doświadczenia morskiego jej autora.

Głównymi wnioskami z niniejszego opracowania są:

- 1. Przebudowa rampy dla nab. Fińskiego, a co za nią idzie przesunięcie polera i skrócenie linii cumowniczej nie wpływa znacząco na warunki postoju jednostki typu produktowiec L=145m na nab. Spółdzielczym.
- 2. Przebudowa ta nie wpłynie również na warunki cumowania produktowca L=160m, który może być kiedyś eksploatowany na nab. Spółdzielczym.
- 3. Preferowanym układem cum dla silnych wiatrów jest Wariant 2 wykorzystujący po dwa polery dla cum dziobowych i rufowych na nab. Fińskim i Czeskim.
- 4. Cumowanie produktowca o długość całkowitej L=145m w Wariacie 2 jest możliwe dla wiatru z dowolnych kierunków o prędkości do 33w (7°B).

## Bibliografia

1. Canadian Waterways National Maneuvering Guidelines: Channel Design Parameters; Waterways Development, Marine Navigation Services, Canadian Coast Guard, Fisheries and Oceans Canada, 1999.
2. British Standard. BS 6349-4:2014 - Maritime structures — Part 4: Code of practice for design of fendering and mooring systems.
3. EAU 2004, Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways (po niemiecku), 2004.
4. Gucma L. Zarządzanie ryzykiem w rejonie mostów usytuowanych nad drogami wodnymi w aspekcie uderzenia jednostek pływających. AM w Szczecinie 2012.
5. Gucma S. Inżynieria Ruchu Morskiego. Okrętownictwo i Żegluga, Gdańsk 2001.
6. Hensen H. Tug use in Port. The Nautical Institute. 2003.
7. Locja Bałtyku. 502. Wydawnictwo BHMW. Gdynia 2016.
8. PIANC 1984. Report of the International Commission for Improving the Design of Fenders Systems. Supplement to PIANC Bulletin no. 45, Bruksela.
9. PIANC 2002. Permanent International Association of Navigation Congresses. Guidelines for the Design of Fender Systems: 2002. Report of Working Group 33 of the Maritime Navigation Commission, 2002.
10. PIANC 2014. Harbour Approach Channels Design Guidelines. PIANC report no 121. Maritime Navigation Commission. PIANC 2014.
11. PIANC 2015. Guidelines for protecting berthing structures from scour caused by ships. PIANC report 180.
12. ROM 3.1-99: Recommendations for the Design of the Maritime Configuration of Ports, Approach Channels and Harbour Basins; Puertos del Estado, 2007; ISBN 978-84-88975-39-3.
13. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie, Dz.U. nr 101 z dnia 6 sierpnia 1998.
14. Thoensen J. Port design Handbook. ICE Publishing 2014.
15. USACE, United States Army Corps of Engineers: Hydraulic Design of Deep-Draft Navigation Projects. Washington, 2006.
16. Zalecenia do projektowania morskich budowli hydrotechnicznych. Praca zbiorowa pod red. B. Mazurkiewicza. 2019.