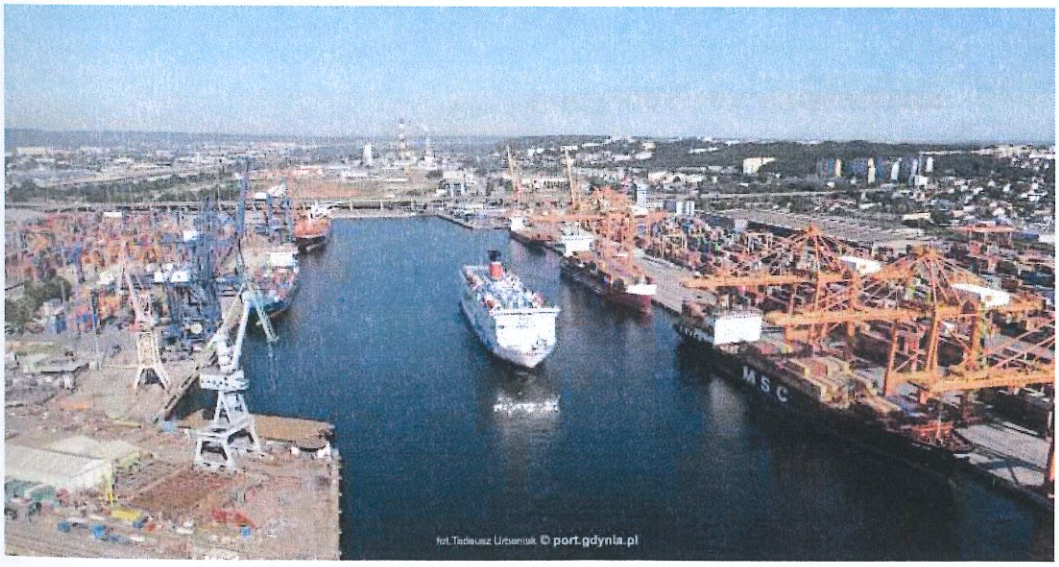
Pracownia Projektowa
Budownictwa Hydrotechnicznego
AQUAPROJEKT Spółka z o.o.

80-392 Gdańsk, ul. Słupska 72, tel./fax: 58/761-88-15 tel. 58/761-88-16
NIP: 584-020-05-25 e-mail: pracownia@aquaprojekt.pl

Opracowanie nr **509/2021/AN**

Tytuł opracowania	Analiza Nawigacyjna określająca możliwość wykonywania przeładunków offshore z wykorzystaniem jednostek typu jack-up przy nabrzeżach Helskie I i Bułgarskim w Porcie Gdynia wraz z operacjami wejścia/ wyjścia do Portu oraz manewrów wewnątrz Portu
Stadium	Analiza Nawigacyjna
Inwestor	Zarząd Morskiego Portu Gdynia S.A. ul. Rotterdamska 9, 81-337 Gdynia



Autor opracowania
dr inż. Tomasz Mioduszewski
upr. bud. POM/0307/PWOK/13
spec. konstrukcyjno-budowlana

UZGODNIONO
30.06.21
KAPITAN PORTU GDYNIA
kpt. ż.w. Jacek Kaszuba

Gdańsk, czerwiec 2021 r.

Opracowanie nr **509/2021/AN**

SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI

I. Część opisowa *str.*

1. Podstawa i zakres opracowania. 1
2. Warunki nawigacyjne na badanym akwenie 1
   - *2.1. Główny tor podejściowy do portu w Gdyni. Stan aktualny. 1*
   - *2.2. Awanport, Kanał Portowy i wybrane baseny portowe. Stan aktualny. 2*
   - *2.3. Główny tor podejściowy do portu w Gdyni. Stan projektowany. 4*
   - *2.4. Awanport, Kanał Portowy i wybrane baseny portowe. Stan planowany. 11*
3. Nabrzeża Bułgarskie oraz Helskie I z potencjalnym przeznaczeniem na Terminal Instalacyjny MFW 12
4. Typy portów dla MFW 13
   - *4.1. Terminal instalacyjny fundamentów MFW 13*
   - *4.2. Terminal instalacyjny turbin 13*
   - *4.3. Terminal serwisowy MFW 14*
5. Statki instalacyjne i serwisowe dla MFW 15
6. Szerokość 'przejścia pilotowego' oraz Kanału Portowego. 19
   - *6.1. Statek typu Jack-up bez ładunku poprzecznego. 19*
   - *6.2. Statek typu Jack-up z ładunkiem poprzecznym w postaci śmigieł o długości 115,5m. 21*
7. Wysokość i szerokość ładunku. Czy jest możliwe wyprowadzenie załadowanego statku z portu? 21
8. Wymagania względem stanowiska 25
9. Manewry w tzw. Basenie Kontenerowym 26
   - *9.1. Wyjście statku Jack-up załadowanego ładunkiem poprzecznym 115,5m ze stanowiska przy nabrzeżu Bułgarskim w narożniku nabrzeża Puckiego. 26*
   - *9.2. Wyjście statku Jack-up załadowanego ładunkiem poprzecznym 115,5m ze stanowiska na nabrzeżu Bułgarskim w narożniku nabrzeża Greckiego. 29*
   - *9.3. Wyjście statku Jack-up załadowanego ładunkiem poprzecznym 115,5m ze stanowiska na nabrzeżu Helskim I przy rampie Ro-Ro. 30*
   - *9.4. Wyjście statku Jack-up załadowanego ładunkiem poprzecznym 115,5m ze stanowiska na nabrzeżu Helskim I w środkowej części nabrzeża. 30*
10. Podsumowanie. Wnioski 31
11. Literatura 34

Opracowanie nr **509/2021/AN**

ANALIZA NAWIGACYJNA

OKREŚLAJĄCA MOŻLIWOŚĆ WYKONYWANIA PRZEŁADUNKÓW OFFSHORE Z WYKORZYSTANIEM JEDNOSTEK TYPU JACK-UP PRZY NABRZEŻACH HELSKIE I i BUŁGARSKIM W PORCIE GDYNIA WRAZ Z OPERACJAMI WEJŚCIA/ WYJŚCIA DO PORTU ORAZ MANEWRÓW WEWNĄTRZ PORTU

Część opisowa

1. PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA.

Analiza Nawigacyjna została wykonana na zlecenie Zarządu Morskiego Portu Gdynia S.A.

Zadaniem niniejszego opracowania jest określenie możliwości wprowadzenia oraz wyprowadzenia statku typu Jack-up do czterech potencjalnych lokalizacji :

a) Nabrzeże Helskie I w rejonie rampy Ro_Ro
b) Nabrzeże Helskie I na środkowym odcinku nabrzeża
c) Nabrzeże Bułgarskie przy nabrzeżu Puckim
d) Nabrzeże Bułgarskie od strony stoczni.

W analizie należy uwzględnić możliwość jednoczesnej obsługi największych docelowych statków kontenerowych.

2. WARUNKI NAWIGACYJNE NA BADANYM AKWENIE.

2.1. GŁÓWNY TOR PODEJŚCIOWY DO PORTU W GDYNI. STAN AKTUALNY.

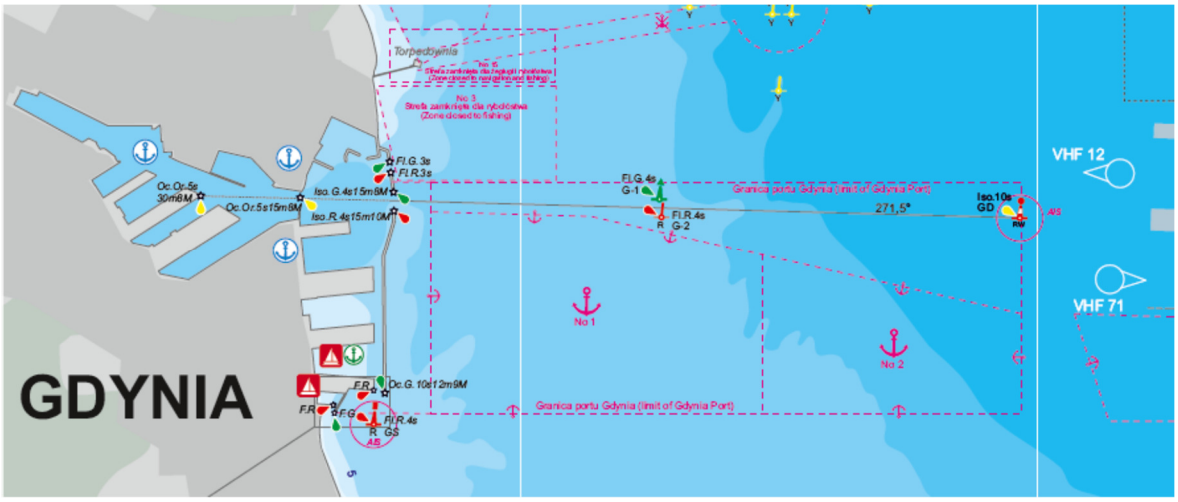
Tor podejściowy do portu w Gdyni przedstawiono na rysunkach 1 i 2 (poniżej).

Płynąc od strony morza, po minięciu pławy świetlnej „GN", do wejścia głównego, do portu Gdynia, prowadzi nabieżnik 271,5°. Po przepłynięciu dystansu ok. 4,7 Mm przechodzi się przy pławie świetlnej „GD", o charakterystyce światła białego Iso. 10 s, wystawionej w osi nabieżnika świetlnego. Pława GD stanowi początek toru podejściowego do portu w Gdyni i jest wystawiona na wschodniej granicy redy portu. Całkowita długość toru wynosi 6550m (c.a. 3,54 Mm). W odległości 3770m (c.a. 2,04 Mm) od pławy 'GD' wystawiona jest bramka 'G1-G2' (dystans między pławami wynosi 185 m). Pławy G1 i G2 są pławami świetlnymi oznakowującymi tor wodny zakotwiczonymi na głębokości c.a. 14-15m.

Pława G-1 posiada światło o charakterystyce: Fl. G. 4s, a pława G-2 Fl. R.4s.

Dystans od bramki „G1 – G2" do wejścia głównego do portu wynosi 2780m (c.a. 1,5 Mm).

Tor podejściowy ma w przekroju kształt rynny o szerokości w dnie 150 m.



Rys. 1 Tor podejściowy do portu w Gdyni, stan aktualny.

Batymetria na podejściu do portu w Gdyni ulega stopniowemu spłyceniu. Pława 'GD' jest posadowiona na głębokości c.a. 27 m, dalej dno stopniowo podnosi się i osiąga głębokość ok. 14-15m w okolicy bramki G1-G2. Dno akwenu po obu stronach toru podejściowego jest nieregularne i wykazuje miejscowe spłycenia.

Aktualnie port Gdynia dostępny jest dla statków o maksymalnym dopuszczalnym zanurzeniu 13,00 m (przy średnim stanie wody w porcie), a minimalna głębokość toru podejściowego to 14,30 m.

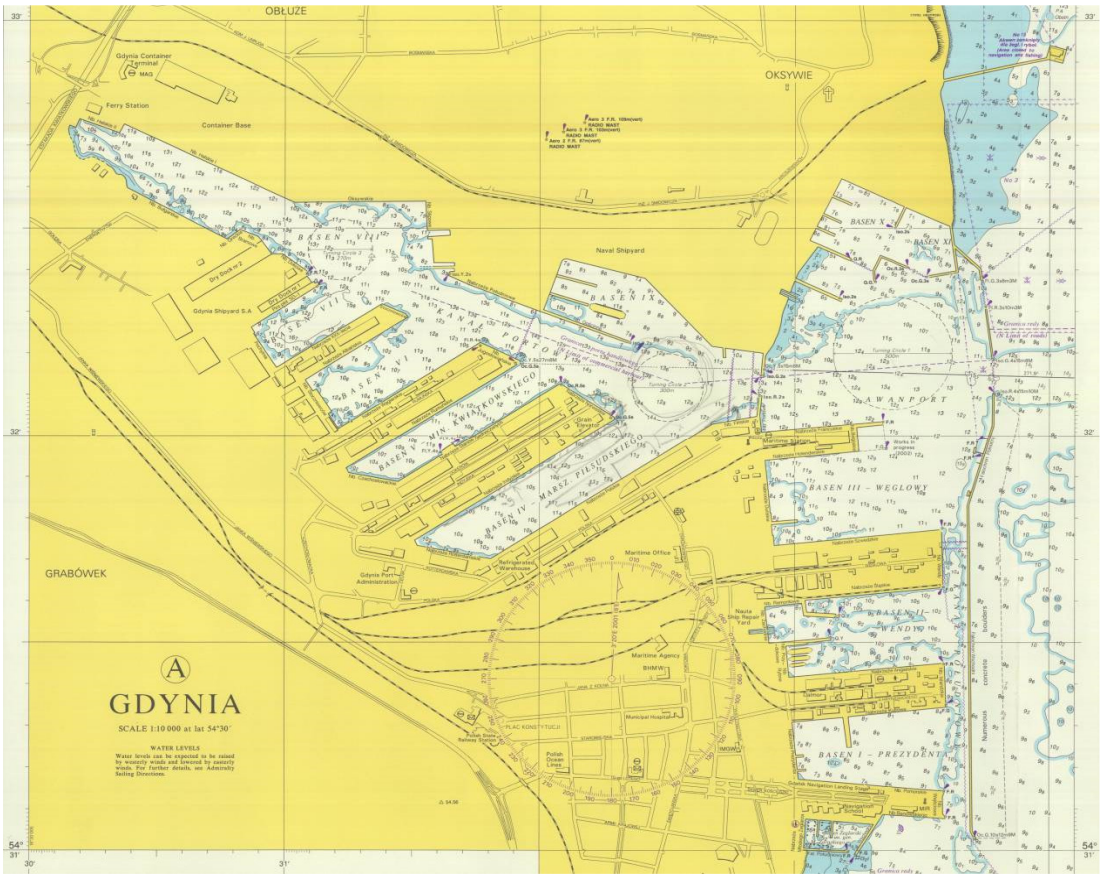
Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 6 sierpnia 1998 r.) w § 28 określa minimalny zapas wody pod stępką dla zewnętrznych torów podejściowych jako 10% zanurzenia maksymalnego statku.

Aktualnie obowiązujące Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 7 maja 2015 r. *w sprawie określenia obiektów, urządzeń i instalacji wchodzących w skład infrastruktury zapewniającej dostęp do portu o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej* w § 2 1)a określa głębokość techniczną toru podejściowego do portu w Gdynia na 14,5 m.

2.2. AWANPORT, KANAŁ PORTOWY I WYBRANE BASENY PORTOWE. STAN AKTUALNY.

Plan portu przedstawiono na rysunku 2 (poniżej).

Awanport od zachodniej części portu oddzielają Ostrogi Pilotowe: Ostroga Północna oraz Ostroga Pilotowa. Utworzone przez Ostrogi zawężenie nazywane jest zwyczajowo „przejściem pilotowym" lub „wejściem wewnętrznym".


OBŁUŻE
OKSYWIE
GRABÓWEK
GDYNIA
SCALE 1:10 000 at lat 54°30'
WATER LEVELS
Gdynia Container Terminal
Ferry Station
Container Base
Naval Shipyard
Gdynia Shipyard S.A.
Dry Dock No 2
BASEN VIII
BASEN VII
BASEN VI
BASEN IV
BASEN IX
BASEN X
BASEN XI
KANAŁ PORTOWY
MIN. KWIATKOWSKIEGO
MARSZ. PIŁSUDSKIEGO
AWANPORT
BASEN III – WĘGLOWY
BASEN I – WENDY
BASEN I – PREZYDENT
Maritime Office
Gdynia Port Administration
Refrigerated Warehouse
Maritime Agency
Municipal Hospital
Polish Ocean Lines
Nautis Ship Repair Yard
Gdynia Navigation Landing Stage
Navigation School
Grain Storage
Turning Circle
Greenwich rely
Works in progress
Wreck
Mast
Radio mast
Aero 3 F.R. 108m(vert)
Aero 3 F.R. 79m(vert)
Aero 2 F.R. 67m(vert)
Aero 2 F.R. 61m(vert)
Aero 1 F.R. 108m(vert)
Aero 1 F.R. 79m(vert)
Aero 1

– nr 2 (w Kanale Portowym pomiędzy Basenami IV i IX) o średnicy 385 m i najmniejszej głębokości 13,50 m [Przed budową obrotnicy 480m wykonano Akwen Nawigacyjny o średnicy 440 m przy zachowaniu głębokości 13,5m];
– nr 3 w basenie nr VIII o średnicy 400 m i najmniejszej głębokości 13,50 m.

2.3. GŁÓWNY TOR PODEJŚCIOWY DO PORTU W GDYNI. STAN PROJEKTOWANY.

Pogłębienie toru podejściowego do rzędnej -17,0 m jest powodowane planami wprowadzania do portu statków o znacznie większych gabarytach (Loa~ 400m, B = 58m) niż dotychczas oraz o zanurzeniu osiągającym 14,5m.

Przepisy Portowe § 131. 2 nakładają obowiązek obsadzania statku, o zanurzeniu powyżej 9 m, przez pilota przy pławie 'GD' lub na właściwym kotwicowisku. Mimo to w ostatnich latach doszło do błędów w nawigacji skutkujących wejściem statków głęboko zanurzonych na mieliznę w trakcie przejścia z kotwicowiska nr 2 na tor podejściowy przed pławami G1-G2 z powodu nieregularnej batymetrii dna z miejscowymi spłyceniami.

W celu uniknięcia tego rodzaju zdarzeń w przyszłości zaproponowano zmianę w oznakowaniu toru podejściowego w postaci przesunięcia aktualnej bramki G1-G2 w kierunku morza (do rzędnej -17,0m) oraz posadowienia dodatkowej bramki pław mniej więcej w połowie odległości do główek wejściowych licząc od nowej pozycji bramki G1-G2.

Zmiana taka wymusi na statkach kotwiczących wycofanie się w kierunku pławy 'GD' i wejście na tor podejściowy w bramkę G1-G2 zanim głębokość akwenu osiągnie rzędną stwarzającą zagrożenie wejścia na mieliznę.

2.3.1 OPIS PROJEKTOWANEJ PRZEBUDOWY TORU WODNEGO

2.3.1.1 TOR PODEJŚCIOWY

Wymagania dla projektowych i technicznych głębokości na torach wodnych i przy konstrukcjach hydrotechnicznych jak również zalecenia dla prac czerpalnych oraz usytuowanie i wyposażenie budowli hydrotechnicznych określone są w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 czerwca 1998 r. „w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać morskie budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie".

Dodatkowo podstawowe parametry dla zaprojektowania torów wodnych podejściowych i wewnątrzportowych, basenów portowych, obrotnic oraz wymaganych głębokości technicznych przy konstrukcjach można określić na podstawie przepisów i zaleceń PIANC[1]:

---

1 *PIANC to międzynarodowa organizacja zrzeszająca profesjonalistów z zakresu projektowania i eksploatacji dróg wodnych i budowli hydrotechnicznych. Praca w PIANC odbywa się w 8 tematycznych komisjach oraz szeregu grup roboczych, publikujących swoje ekspertyzy w formie raportów. Obecną rolę sekretariatu pełni Instytut Inżynierii Ruchu Morskiego z Akademii Morskiej w Szczecinie.*

2.3.1.2 SZEROKOŚĆ PROJEKTOWANEGO TORU WODNEGO

Jako miarodajne do wyznaczenia szerokości i głębokości toru podejściowego, przyjęto statki zgodne z wytycznymi Zarządu Morskiego Portu Gdynia i określone w koncepcji toru podejściowego i akwenów wewnętrznych Portu Gdynia – statki kontenerowe o następujących parametrach:

Pojemność	Lc - długość całkowita	Bc - szerokość	Tc - zanurzenie
(TEU)	(m)	(m)	(m)
15 500	397,7	56,4	16,0
14 000	368	52,0	15,0÷16,0
12 500	381	54,2	15,5

Za jednostkę projektową do wymiarowania toru wodnego przyjęto niepełnoładowny perspektywiczny kontenerowiec:

L = 400 m B = 58 m T = 14,5 m

Minimalną szerokość pasa ruchu dla jednostki charakteryzującej się bardzo dobrą sterownością (okręty wojenne, statki kontenerowe) określa się jako **W_{BM} = 1,3 B** .

Dla otrzymania potrzebnej szerokości pasa ruchu należy **W_{BM} = 1,3B** poprawić o dodatkowe współczynniki (**W_1**):

(a) Poprawka na szybkość statku.

Wartość poprawki przyjęto **0,0B** (kanał zewnętrzny, prędkość max. dozwolona 10 węzłów) *[dla 5-8 w oraz 8-12w - poprawka 0,0B]*.

(b) Poprawka od wiejącego w poprzek toru wiatru.

Zakładając wartość wiatru w przedziale 4˚ - 7˚B oraz prędkość statku do 10 węzłów należy przyjąć poprawkę o wartości **0,4B;**

- dla prędkości statku 5-8 w i sile wiatru 4˚ - 7˚B - poprawka 0,6B ;

- 0.2B dla wiatru do 4˚B i prędk 8-12 w;

- 0.3B dla wiatru do 4˚B i prędk. 5-8 w.

Dla wiatrów silnych 7-10 B i prędkości statku 5-8w poprawka może nawet wynieść **1,1B.**

(c,d) Poprawka na prąd przecinający tor wodny i równoległy. Z informacji z „Locji Bałtyku. Wybrzeże Polskie" wynika iż maksymalny prąd równoległy do falochronu głównego może wynieść 2 węzły. Pominięto prądy wzdłużne (równoległe) – nie występują.

Przyjęto wartość poprawki **1,2 B** (prąd do 2 węzłów, poprzeczny, przy prędkości statku ok. 10 węzłów).

[dla prędkości statku 5-8 w – poprawka **1,6 B**]

(e) Poprawki od wysokości i długości fali.

Przyjęto wartość poprawki: **0,5B** (dla wysokości fali od 1 do 3m).

(f) Poprawka nawigacyjna.

Bardzo dobre oznakowanie nawigacyjne – poprawka **0,0B.**

(g) Poprawka od rodzaju dna.

Głębokość <1,5T, piaszczyste, gładkie dno – poprawka **0,1B.**

(h) Poprawka od głębokości akwenu.

Przy głębokości akwenu <1,25T (dla statku o zanurzeniu ok. 15,0m minimalna planowana głębokość akwenu wynosi -18,0 m) wartość poprawki **0,2 B.**

(i) Poprawka na zagrożenie przewożonym ładunkiem niebezpiecznym.

Poprawka wycofana w najnowszej wersji metody.

Oraz poprawka $W_{br} = W_{bg}$

j) Poprawka na 'efekt mieliźniany' dla kanałów zewnętrznych o spadku krawędzi kanału 1:10 lub mniejszym, przy prędkościach 8-12 węzłów wynosi **0,1 B.**

[dla prędkości statku 5-8 w popr 0,0 B]

Wymagany minimalny pas <u>ruchu jednokierunkowego</u> dla statku kontenerowego o szerokości maksymalnej 58,0 m wynosi:

dla prędkości statku na torze podejściowym poruszającego się z prędkością 8 – 12 węzłów (max. 10 w) oraz dla prędkości wiatru do 4-7 B:

$W = W_{BM} + \Sigma W_1 + W_{bg} + W_{bg}$ = 1,3B + 2,4B + 0,1B + 0,1B = 3,9 B = 3,9 x 58,0 m = ~<u>226,2 m</u>

Dla wiatrów silniejszych 7-10 B oraz prędkości statku na torze podejściowym 5-8w:

$W = W_{BM} + \Sigma W_1 + W_{bg} + W_{bg}$ = 1,3B + 3,5B + 0,1B + 0,1B = 5,0 B = 5,0 x 58,0 m = ~<u>290 m</u>

Ostatecznie przyjęto szerokość w dnie toru podejściowego do Portu Gdynia → W = 280 m

jako spełniającą warunki obliczeniowe oraz zgodną z koncepcją Zarządu Morskiego Portu Gdynia.

<u>2.3.1.3 GŁĘBOKOŚĆ PROJEKTOWANEGO TORU WODNEGO I AKWENÓW PORTOWYCH</u>

Podstawa - „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" [.....] Wg w. wym. Rozporządzenia, podstawowym parametrem techniczno-użytkowym budowli morskiej jest głębokość techniczna, określana w dalszej części koncepcji symbolem H_t

$H_t = T_c + R_t$ gdzie:

T_c - zanurzenie kadłuba statku;

R_t - sumaryczny zapas głębokości wody pod stępką statku charakterystycznego, umożliwiający, w miejscu usytuowania danej budowli morskiej i otwartych akwenach pływalność tego statku w najniekorzystniejszych warunkach hydrologicznych.

Tab. 1 Wartości współczynnika η w zależności od rodzaju akwenu lub toru wodnego

Lp.	*Rodzaj akwenu lub toru wodnego*	η
1	*2*	*3*
1	Akweny portowe osłonięte od falowania	0,05
2	Wewnętrzne tory wodne, obrotnice statków, baseny i kanały portowe, na których jednostki pływające korzystają z holowników	0,05
3	Zewnętrzne tory podejściowe z morza do portów i przystani morskich	0,10
4	Otwarte akweny morskie	0,15

(głębokość projektowana H_p zawiera dodatkowo tolerancję bagrowniczą, a głębokość dopuszczalna H_{dop} rezerwę na dopuszczalne przegłębienie dna)

$H_t = T_c + R_t \Rightarrow \quad 16{,}0 = T_c + 0{,}05\ T_c \rightarrow \quad T_c = 16{,}0 / 1{,}05 = 15{,}2m$

Dodatkowo $R_t^{min} \geq \eta * T_c$

„R_t^{min}" – czyli minimalny sumaryczny zapas głębokości wody po stępką, nie może być mniejszy od R_t^{min} tj. minimalnego sumarycznego zapasu głębokości wody.

Minimalny sumaryczny zapas głębokości wody R_t^{min} składa się z:

1. rezerwy na niedokładność hydrograficznego pomiaru głębokości, ~0,1 m;
2. rezerwy nawigacyjnej tj. minimalnego zapasu wody pod stępką jednostki pływającej, zależnego od rodzaju gruntu dna akwenu, ~0,3 m ;
3. rezerwy na niskie stany wody, - 0,0 (pominięto w obliczeniach ze względu na odniesienie dopuszczalnego zanurzenia do średniego stanu wody w porcie tj. każda zmiana stanu wody w porcie skutkuje korektą dopuszczalnego zanurzenia)
4. rezerwa spłyceniowa, ~ 0,0 m (przyjęto '0' – uwzględniono głębokość odniesienia jako najmniejszą głębokość akwenu, kontrolę batymetryczną akwenu oraz interwencyjne korekty wszelkich powstałych spłyceń powyżej głębokości minimalnej).
5. rezerwy na falowanie wody, ~ 0,0 m (brak falowania lub minimalne na akwenach portowych nie wpływające na zmiany zanurzenia statku);
   rezerwy na falowanie wody dla akwenów zewnętrznych nieosłoniętych ~ 0,50m;

6. rezerwy zanurzeniowa, ~ 0,36 m (dla statku o zanurzeniu ok. 14,50 m; **R_6 = 0,025 x T_c**)
7. rezerwy na poprzeczny przechył kadłuba, ~0,46 m (dla statku o szerokości B=58m). Pominięto przegłębienie wzdłużne ze względu na przyjęcie zanurzenia maksymalnego jako aktualnie najgłębiej zanurzonego punktu statku (**R^{II}_7 = 0,008 x B_c**);
8. i 9 rezerwy na przegłębienie rufy jednostki pływającej będącej w ruchu/ rezerwy na osiadanie jednostki w ruchu, ~ 0,31 m;

Wzór Barrasa na osiadanie statku

R9 = VZ x δ / k

gdzie:

R9 – poprawka na osiadanie [m],

VZ – bezpieczna prędkość statku [w] – przyjęto maksymalną dozwoloną prędkość 6 w,

δ – współczynnik pełnotliwości kadłuba zanurzonego, (przyjęto - 0,85 dla masowców)

k – wartość 100 dla płytkowodziu bez ograniczeń,

k – wartość 50 dla kanałów o ograniczonym przekroju poprzecznym w stosunku do przekroju poprzecznego kadłuba w zakresie 0,06÷0,3.

$R9 = VZ^2 x \delta / k = 6^2 x 0,85/100 = 36 x 0,0085 = 0,31m$

$\Sigma R_{1..9}$ = *~ 1,59 m* dla akwenów portowych

$\Sigma R_{1..9}$ = *~ 2,09 m dla akwenów zewnętrznych nieosłoniętych*

ZGODNIE Z ZALECENIAMI:

max. zanurzenie statku dla technicznej głębokości toru wodnego nieosłoniętego dla statku projektowego charakterystycznego powinna wynosić:

$\Rightarrow H_t = T_c + \Sigma R_t \rightarrow T_c$ = 17,0 - 2,03 = **14,97 m dla akwenów zewnętrznych nieosłoniętych**

[min. głębokość torów podejściowych – 17,0 m]

max. zanurzenie statku dla technicznej głębokości akwenów portowych osłoniętych dla statku projektowego charakterystycznego powinna wynosić

$\Rightarrow H_t = T_c + \Sigma R_t \rightarrow T_c$ = 16,0 - 1,53 = **14,47 m dla akwenów wewnętrznych portowych**

Tor podejściowy do Portu Gdynia został zaprojektowany zgodnie z założeniami koncepcji Zarządu Morskiego Portu Gdynia (szerokość i głębokość) oraz ustaleniami Urzędu Morskiego w Gdyni dotyczącymi przebiegu osi projektowanego toru.

Jako punkty wyznaczające oś projektowanego toru przyjęto światło górne nabieżnika oraz środek wejścia głównego po jego przebudowie. Powstała nowa oś toru wykazuje odchyłkę w

stosunku do osi istniejącej, która narasta wraz z oddalaniem się od wejścia głównego. Na pławie „GN" odchyłka wynosi 24 m, a na pławie „GD" stanowiącej początek toru podejściowego do portu w Gdyni odchyłka wynosi 11 m. O wyliczone wartości będą musiały być przesunięte pławy GN i GD po wykonaniu projektowanego toru podejściowego.

2.3.1.4 OZNAKOWANIE NAWIGACYJNE TORU

Pogłębienie toru podejściowego do rzędnej -17,0 m i jego poszerzenie do 280 m a także prace hydrotechniczne wewnątrz portu w tym skrócenie ostrogi Oksywskiej (północnej) powodują konieczność kompleksowej modyfikacji i radykalnej modernizacji oznakowania nawigacyjnego.

Zastosowanie systemu pilotowego (RTK) dla dużych statków w dużej mierze powinno zwiększać precyzję pilotażu i bezpieczeństwo morskie, jednak dla mniejszych jednostek w dalszym ciągu systemy świetlne będą pozostawać znacznym wsparciem w nawigowaniu.

Dlatego też należy usprawnić system świetlny oznakowania nawigacyjnego na podejściu poprzez zastosowanie niezawodnych, sprawdzonych urządzeń i ich odpowiednie zorganizowanie w zależności od warunków.

Pława bezpiecznej wody „GD" o charakterystyce światła Iso. 10s wymaga przestawienia na południe o ok. 11 m w związku z korektą osi toru wodnego.

Na poszerzonym torze wodnym planuje się przesunięcie aktualnej bramki G-1 i G-2 w kierunku morza (do rzędnej -17,0 m) oraz posadowienie dodatkowej bramki pław w połowie odległości do główek wejściowych licząc od nowej pozycji bramki G-1 i G-2. Nową, dodatkową „bramkę" należy oznakować jako pławy G-3 (zielona) i G-4 (czerwona).

Zmiana taka wymusi na statkach kotwiczących wycofanie się w kierunku pławy „GD" i wejście na tor podejściowy w bramkę G1-G2 zanim głębokość akwenu osiągnie rzędną stwarzającą zagrożenie wejścia na mieliznę.

Obie bramki należy wykonać jako pary pław przegubowych tak jak obecne G-1 i G-2. W tym celu należy zmodernizować istniejące pławy G-1 i G-2 przez wydłużenie ich konstrukcji podwodnej do rzeczywistej głębokości posadowienia pław na nowych pozycjach. W trakcie prac związanych z przedłużeniem pław G-1 i G-2 należy przeprowadzić oględziny ich stanu technicznego przy udziale pracownika Wydziału Oznakowania Nawigacyjnego Urzędu Morskiego w Gdyni i w razie potrzeby przeprowadzić niezbędny remont i konserwację. Pławy G-3 i G-4 zaprojektowane już być powinny z uwzględnieniem wymaganej głębokości posadowienia. Przebudowane i nowe pławy należy wyposażyć w jednakowy, zunifikowany osprzęt i urządzenia. Wszystkie pławy przegubowe na torze wodnym (4 szt.) muszą zapewniać wzajemną synchronizację świateł oraz synchronizację ze światłami wejściowymi do portu. W tym celu muszą być wyposażone w jednakowe podwójne lampy nawigacyjne o zasięgu minimum 9 Mm każda (880 cd dla światła stałego) i urządzenia monitoringu systemu np. SYMON II lub równoważny

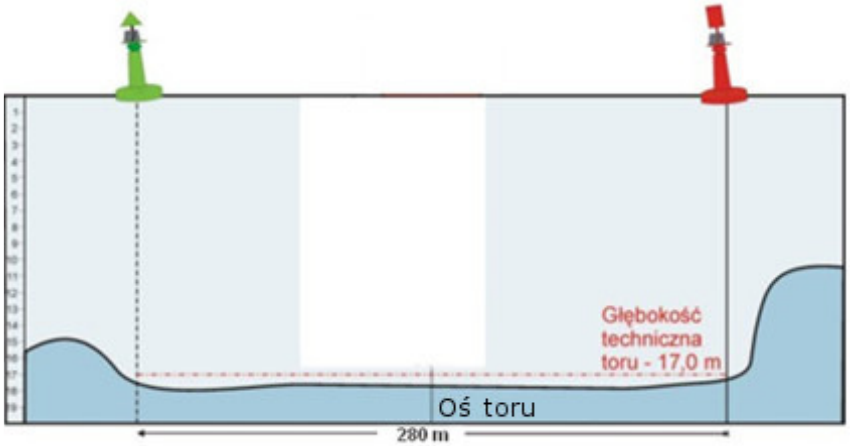
wraz z niezależnymi systemami zasilania w energię, zapewniającymi niezawodną pracę światła o charakterystyce światła izofazowego przewidzianego dla pierwszej bramki.

Zestawienie charakterystyk świateł:

1) Pława „GD" charakterystyka świecenia Iso. 10s (bez zmian).
2) Bramki G-1 i G-2 Iso. 4s
3) Bramki G-3 i G-4 Fl. 4s.

Zestawienie współrzędnych świateł:

PKT	UKŁAD 2000		UKŁAD WGS84	
	wsp. X	wsp. Y	Szerokość geogr.	Długość geogr.
G3	6 045 330,41	6 538 280,29	54°32'11,4374"	18°35'29,1693"
G4	6 045 050,46	6 538 274,57	54°32'02,3853"	18°35'28,7204"
G1	6 045 292,91	6 540 117,41	54°32'09,7133"	18°37'11,3258"
G2	6 045 012,97	6 540 111,69	54°32'00,6613"	18°37'10,8707"
GD	6 045 094,71	6 542 979,00	54°32'02,4588"	18°39'50,3717"
GN	6 044 915,35	6 551 774,98	54°31'53,6984"	18°47'59,4176"



Rys. 3 - Schematyczne (ideowo) przedstawienie „bramki" pław na torze podejściowym.

Uwagi:

1. Wszystkie nowe pozycje pław są przybliżone. Zostaną one dokładnie sprecyzowane po zakończeniu prac pogłębiarskich.
2. Bramka G-1 – G-2 zakotwiczona na wodzie głębokiej w miejscu rozpoczęcia „rynny torowej".
3. Bramka G-3 – G-4 zakotwiczona na krawędziach toru podejściowego o szerokości w dnie 280 m gdyż wystarczająco duża szerokość toru zapewni bezpieczną odległość między pławami.
4. Intensywność świecenia bramek po obu stronach toru powinna być jednakowa.

Bramki zsynchronizowane z lampami wejścia głównego.

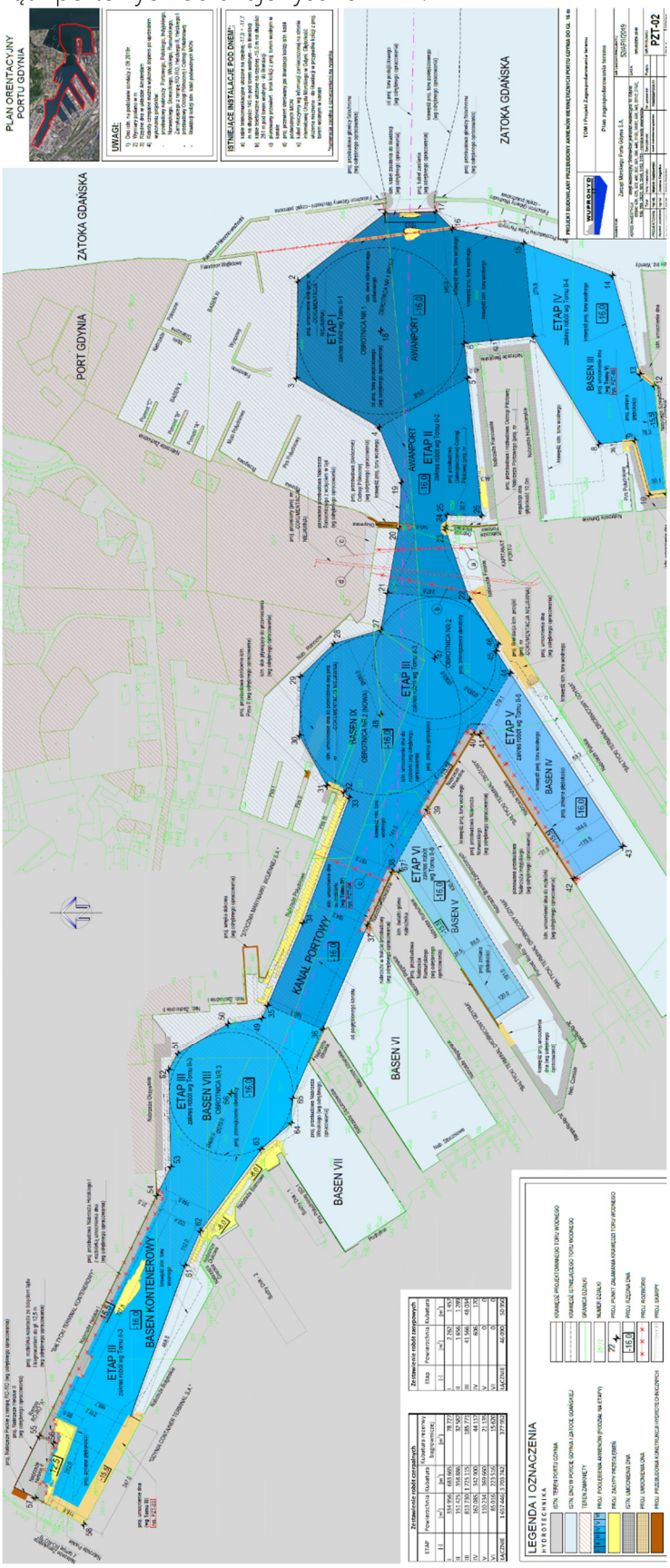
Znaki lewej strony z podświetleniem konstrukcji.

2.4. AWANPORT, KANAŁ PORTOWY I WYBRANE BASENY PORTOWE. STAN PLANOWANY.

Zakres przebudowy akwenów wewnątrzportowych obrazuje rysunek nr 4.

Przebudowa w zakresie ogólnym obejmuje: pogłębienie trzech obrotnic, kanału portowego, awanportu, a także częściowo basenów III, IV, V i IX do głębokości 16,0 m co wiąże się z koniecznością przebudowy części nabrzeży (Norweskie, Słowackie, Włoskie, Helskie, Indyjskie). Ponadto niezbędne jest poszerzenie wejścia wewnętrznego [ukończono lecz nie pogłębiono jeszcze odcinka północnego o który zostało poszerzone] z aktualnej szerokości c.a. 100m do co najmniej 140 m, podobnie jak wejścia głównego do portu (do 140 m szerokości w dnie dla głębokości 17,0m).

Istotą tych działań jest stworzenie na bazie aktualnie istniejącej infrastruktury możliwe najlepszych warunków pozwalających na bezpieczne wprowadzanie do portu statków kontenerowych o parametrach L x B = 400 x 58m do nabrzeży Helskiego oraz Bułgarskiego oraz innych dużych statków do nabrzeża Szwedzkiego, Indyjskiego i Rumuńskiego.



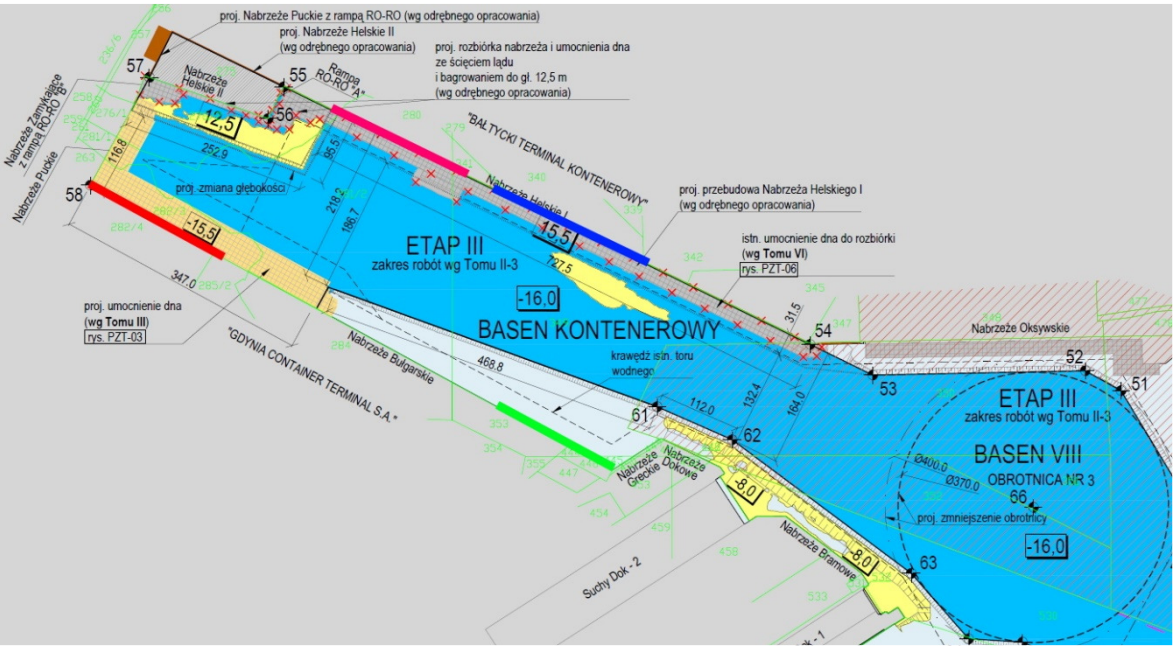
Rys. 4 Zakres przebudowy akwenów wewnątrz-portowych (źródło: WUPROHYD)

W ramach inwestycji podjęto już prace mające na celu zmianę

parametrów obrotnicy nr 2 tj . rozbudowy do średnicy 480m przy dostępnej głębokości 16,0m. Jednocześnie inwestor uzyskał ministerialne odstępstwo od zapisów Rozporządzenia z możliwością stosowania współczynnika 1,2 dla statków kontenerowych obracanych na obrotnicy nr 2 (400 m x 1,2 = 480m).

3. NABRZEŻA BUŁGARSKIE ORAZ HELSKIE I Z POTENCJALNYM PRZEZNACZENIEM NA TERMINAL INSTALACYJNY MFW.

Na rysunku poniżej przedstawiono stan planowany odcinka portu od obrotnicy nr 3 do nabrzeża Puckiego.



Rys.5 Nabrzeża Bułgarskie oraz Helskie I. (Źródło:WUPROHYD)

Na rysunku powyżej przedstawiono schematycznie położenie potencjalnych lokalizacji terminalu instalacyjnego(stanowiska dla statków typu Jack-Up):

a) Nabrzeże Helskie I w rejonie rampy Ro_Ro (kolor różowy)
b) Nabrzeże Helskie I na środkowym odcinku nabrzeża (kolor niebieski)
c) Nabrzeże Bułgarskie przy nabrzeżu Puckim (kolor czerwony)
d) Nabrzeże Bułgarskie od strony stoczni (kolor zielony).

Należy tu zaznaczyć, że w planach portu Gdynia został już sporządzony plan wyrównania nabrzeża Helskiego I do nabrzeża Puckiego poprzez rozbiórkę nabrzeża Helskiego II. Nie mniej jednak w drodze wyjaśnień uzyskano informację, że aktualny plan odnosi się do stanu istniejącego. Stan po przebudowie nabrzeża Helskiego I nie wypłynie na wnioski końcowe niniejszej Analizy.

4. TYPY PORTÓW DLA MFW

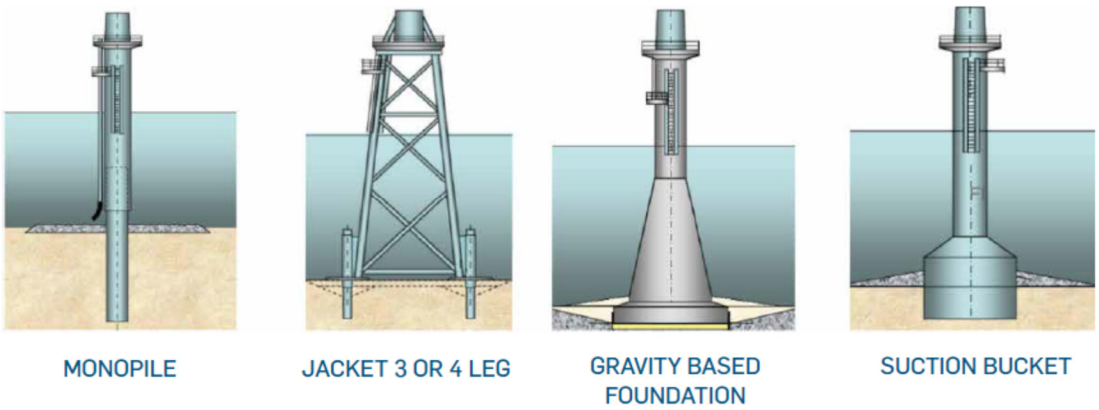
Aby wybudować i eksploatować MFW potrzebne są porty które spełnią funkcje potrzebne do instalacji fundamentów turbin, przeładunku samych turbin oraz ich późniejszego serwisowania.

4.1. TERMINAL INSTALACYJNY FUNDAMENTÓW MFW

Ponieważ nie znamy jeszcze ostatecznych decyzji oraz wyników badań geologicznych można jedynie założyć, że fundamenty do turbin 15 MW będą miały potężne rozmiary i będą ważyć ponad 2500 ton, przekraczać 100 m długości i ponad 11 m średnicy.

Prawdopodobnie 90% fundamentów, na polskich MFW, to będą monopole, a ok. 10% to jackety, które mogłyby być produkowane również w Polsce.

Dla zobrazowania na rysunku poniżej przedstawiono cztery typy fundamentów stałych turbin.



Rys.6 Graficzne przedstawienie typów stałych fundamentów morskich turbin wiatrowych.

4.2. TERMINAL INSTALACYJNY TURBIN

Terminal instalacyjny morskich farm wiatrowych wymaga odpowiedniego obszaru logistycznego w zależności od ilości turbin składowanych, a wytrzymałość obciążeniowa placu musi przenosić odpowiednie obciążenia, a w szczególności wyznaczone miejsca w których składowane będą kompletne wieże o wadze sięgającej nawet 900 ton.

Rys.7 Statek instalacyjny typu Jack-up „Blue Tern" (L x B x T = 151 x 50 x 5,8 m).

Potrzebne większe zaplecze portowe ~15 ha placu co najmniej dla logistyki jednej farmy składającej sie ze 100 wiatraków. Nabrzeża projektuje się na obciążenia rzędu 200-250 KN/m2 -

Na statek instalacyjny, w zależności od typu i możliwości, jednorazowo można załadować kilka wież (max.7-8 sztuk).

Statki typu jack-up załadunku dokonują własnym dźwigiem ustawiając się przy nabrzeżu na nogach dlatego też odpowiednie badania dna oraz obliczenia powinny zostać wykonane ze wskazaniem czy jest możliwe przeniesienie tak dużych punktowych obciążeń bez szkody dla dna i sąsiadujących nabrzeży.

Dodatkowym aspektem (jak widać na powyższym rysunku) są śmigła turbin które z reguły są ładowane na statek w poprzek kadłuba i mogą osiągać szerokość 115,5 metrów dla turbin o mocy 15 MW. W takim przypadku należy określić czy w ogóle możliwe jest wyprowadzenie z portu statku z ładunkiem o takiej szerokości.

4.3. Terminal serwisowy MFW

Po zainstalowaniu MFW oraz oddaniu jej do użytku niezbędnym do prawidłowej jej obsługi jest terminal serwisowy zapewniający szereg niezbędnych czynności takich jak np.:

Wymiana pracowników mieszkających na platformach do budowy farm;

Dostawa i odbiór elementów niezbędnych do ich prawidłowego funkcjonowania jak części zamienne, oleje, smary, odpady itp.;

Składowanie poszczególnych elementów turbiny do wymiany oraz serwisowania;

Typowe statki obsługujące morskie farmy wiatrowe mają zazwyczaj ponad 80 metrów długości i ponad 7 metrów zanurzenia.

5. STATKI INSTALACYJNE I SERWISOWE DLA MFW

Barki i statki typu **jack-up** są najpowszechniejszym typem statku używanym do instalacji turbin. Ten typ statku jest również zwykle używany do montażu fundamentów i elementów przejściowych w projektach wiatrowych na morzu. Statki typu jack-up używane w morskich instalacjach wiatrowych można podzielić na trzy kategorie / generacje według ich różnych funkcji.

Rys.8 Statek typu jack-up „Bold Tern" (L x B x T = 132 x 39 x 6,8 m)

Pierwsza kategoria to Jack-up barki, czyli rodzaj samopodnośnej platformy mobilnej, która składa się z pływającego kadłuba wyposażonego w kilka ruchomych nóg, zdolnych do podnoszenia jego kadłuba nad powierzchnią morza. Po ustawieniu kadłub podnosi się do wymaganej wysokości nad powierzchnią morza na nogach wspartych na dnie morza. Pierwsza generacja statków podnoszących o dużym udźwigu nie jest samobieżna i wymaga holowania do

miejsca usytuowania morskiej farmy wiatrowej. Barki Jack-up nie mają dużych pokładów roboczych, przestrzeni magazynowej ani zakwaterowania.

Barki podnośne (jack-up) należące do drugiej kategorii mają duży pokład roboczy, przestrzeń magazynową i zakwaterowanie, ale są bez napędu.

Trzecia kategoria to samobieżne statki typu Jack-up Vessels w kształcie statku, które są specjalnie zbudowanymi statkami do instalacji turbin wiatrowych z systemem dynamicznego pozycjonowania (DP), zdolnym do instalowania monopali, elementów przejściowych, statywów, płaszczy i dużych turbin wiatrowych . Trzecia kategoria to system głównego nurtu budowany obecnie przez morską energetykę wiatrową.

Rys.9 Statek instalacyjny morskich turbin wiatrowych.

Ciężkie prace konserwacyjne oraz główne naprawy i remonty mogą być wykonywane przez te same typy statków, które są używane do montażu turbin. Morska energetyka wiatrowa realizuje jednak cel budowy statków typu 'Jack-up Vessels' na morzu lub przebudowy statków Jack-up oraz starszej generacji barek Jack-up do obsługi serwisowania turbin, ze względu na wysokie zapotrzebowanie na instalację turbin i wyższe koszty operacje. Ogólnie rzecz biorąc, barki lub statki typu jack-up mogą być wykorzystywane w całym łańcuchu wartości projektu morskiej energetyki wiatrowej.

O ile dotychczas statki typu jack-up osiągały wielkości do ok. 140 m długości i 45 m szerokości to rozwijający się rynek oraz wielkość pojedynczych turbin spowodowały zapotrzebowanie na coraz większe jednostki do ich instalacji i obsługi i tak przykładowo w budowie (planowane oddanie w 2022r.) jest statek o nazwie „Voltaire" którego długość całkowita

będzie wynosić (wraz z pokładem helikopterowym) 181,73 m, a całkowita szerokość 60,0 m oraz zanurzeniem 7,5 m. Statek tej wielkości został wykorzystany w niniejszej Analizie.

Rys.10 Statek typu Jack-up „Voiltaire" L x B x T = 181,73 x 60 x 7,5 m [w budowie]

Heavy Lift Vessel (HLV) - HVL to statek wyposażony w dźwig przeznaczony do ciężkich ładunków, który wykorzystuje dynamiczne pozycjonowanie zamiast systemu kotwiczenia utrzymującego jego pozycję podczas instalacji.

Rys.11 Statek typu Heavy Lift.

Rys.12 Transport śmigieł na statku typu 'multi-purpose'.

Ponadto istnieje cały szereg jednostek i statków potrzebnych do budowy i obsługi MFW takich jak:

- kablowce – służące do kładzenia kabli pomiędzy turbinami, a także łączącymi farmę z infrastrukturą brzegową;
- Offshore Support Vessels (OSV) – statki mogące zaoferować inny zakres usług, niektóre mogą zapewniać ochronę przeciw pożarową oraz pomoc medyczną. Głównie statki te są używane jako:
    - Statki zaopatrzeniowe (np. barki transportowe / wymiana załogi);
    - Wsparcie konstrukcyjne (holownik do obsługi kotwic, statek do wykonywania rowów w dnie morskim, statek do wysypywania skał);
    - Statek badawczy.

Przykładowe parametry statków do obsługi MFW.

NAME	IMO NR.	TYPE	BLT	LOA /BEAM	DWAT on DRAFT
Acergy Viking	9378149	OSV	2007	97,60m/19,60m	3737 on 7,725m
African Vision	9463504	PSV	2010	93,60m/19,70m	4600 on 6,31m
Bibby Sapphire	9268150	DIVE-SUPPORT	2005	92,50m/18,00m	3216 on 6,80m
Blue Pioneer - MEX FLAG	9344849	MPSV	2006	95,00m/20,50m	4948 on 7,00m
Cade Candies	9518957	PSV	2011	94,30m/20,00m	3200 on 7,10m
Despina	9521021	IMR	2011	98,60m/19,00m	3800 on 6,60m
Eastern 169	9704697	OSV	2018	99,70m/22,30m	6500 on 7,40m
Far Superior	9766877	OSV	2017	98,18m/21,50m	4200 on 6,60m
Fugro Etive	9379686	OSV	2007	92,95m/19,70m	4149on 6,30m
Gennadiy Nevelskoy (ICE)	9742120	AHT Supply	2017	99,74m/21,23m	3259 on 7,90m
Grant Candies	9481374	PSV	2009	89,25m/18,00m	2851 on 6,00m
GREATSHIP MAYA	9463499	PSV	2010	93,60m/19,70m	4600 on 6,31m
Harvey Blue-Sea	9743057	PSV	2017	99,67m/22,25m	5881 on 7,40m
Harvey Deep Sea	9581291	PSV	2013	92,07m/19,51m	4390 on 6,07m
Harvey Sub-Sea	9704685	OSV	2017	99,67m/22,25m	5882 on 7,62
Havila Harmony	9343596	OSV	2005	92,95m/19,70m	1974 on 6,30m
Havila Subsea	9505508	OSV	2011	98,00m/19,50m	7000 on 8,00m
Hercules	9483047	PSV	2012	93,50m/19,70m	4148 on 6,30m
Hos Warland	9742704	OSV	2016	92,05m/23,16m	6239 on 6,50m
Hos Warhorse	9696591	OSV	2019	92,00m/23,20m	6198 on 6,50m
Hos Wild Horse	9696606	OSV	2018	92,00m/23,20m	6198 on 6,50m
Hos Woodland	9742716	OSV	2016	92,05m/23,16m	6238 on 6,52m
Ievoli Ivory	9703368	PSV	2015	90,83m/18,80m	4300 on 6,05m
Larissa	9521033	OSV	2011	98,62m/19,00m	3800 on 6,60m
Lewek Falcon	9448401	AHT	2011	93,4m/22,00m	5033 on 7,80m
Mamta	9466453	MPSV	2010	93,60m/19,68m	4068 on 6,30m
Mermaid Asiana	9481817	OSV	2010	90,00m/22,00m	4964 on 6,40m
Mermaid Endurer	9484778	DIVE-SUPPORT	2010	95,00m/20,00m	4500 on 7,72m

Trzeba tu zwrócić uwagę, że w użytkowaniu są również jednostki o większych parametrach sięgających L x B x T ~= 150 x 45 x 11m.

6. SZEROKOŚĆ 'PRZEJŚCIA PILOTOWEGO' ORAZ KANAŁU PORTOWEGO.

6.1. STATEK TYPU JACK-UP BEZ ŁADUNKU POPRZECZNEGO.

Niezbędna **szerokość kanału portowego oraz przejścia pilotowego** wymagana dla samodzielnego ruchu statku instalacyjnego typu Jack-up o parametrach L x B = 180 x 60 m (bez ładunku) została obliczona metodą PIANC (2011) jak następuje:

Minimalną szerokość pasa ruchu dla jednostki charakteryzującej się dobrą sterownością, można określić jako WBM = 1,3B (wybrano 'dobra' - charakteryzuje okręty wojenne o smukłej

sylwetce, nowoczesne kontenerowce, a także w tym przypadku statki dobrze wyposażone w systemy DP itp.).

Dla otrzymania potrzebnej szerokości pasa ruchu należy WBM = 1,3B poprawić o dodatkowe współczynniki (W1) dla kanałów wewnętrznych ('wody chronione'):

(a) Poprawka na szybkość statku.

Wartość poprawki przyjęto 0,0B (kanał wewnętrzny, prędkość 5-8 węzłów. W tym przypadku dozwolona max. 6 węzłów)

(b) Poprawka od wiejącego w poprzek toru wiatru.

Zakładając wartość wiatru w przedziale 4° - 7°B (15-33 węzłów) oraz prędkość statku 5-8 węzłów należy przyjąć poprawkę o wartości 0,6B [przy wiatrach powyżej 7°B należy indywidualnie rozpatrywać możliwości manewrowe jednostki z uwzględnieniem jej bocznej powierzchni nawiewu]

(c,d) Poprawka na prąd przecinający tor wodny i równoległy.

Brak prądów

Przyjęto wartość poprawki 0,0 B.

(e) Poprawki od wysokości i długości fali.

Wartość poprawki: 0,0B (dla akwenów wewnątrz portowych).

(f) Poprawka nawigacyjna.

Dobre oznakowanie nawigacyjne – poprawka 0,0B.

(g) Poprawka od rodzaju dna.

Głębokość projektowana >1,5T piaszczyste gładkie dno – poprawka 0,0B.

(h) Poprawka od głębokości akwenu.

Przy głębokości akwenu >1,5T wartość poprawki 0,0 B.

(i) Poprawka na zagrożenie przewożonym ładunkiem niebezpiecznym.

Poprawka wycofana w najnowszej wersji metody.

oraz poprawka Wbr = Wbg

j) Poprawka na 'efekt mieliźniany' dla kanałów wewnętrznych przy prędkościach 5-8 węzłów oraz ostrych krawędzi kanału wynosi 0,5 B.

<u>Poprawki dla ruchu dwukierunkowego pominięto (ze względu na ograniczenia infrastrukturalne nie przewiduje się możliwości ruchu dwukierunkowego w trakcie manewrów szerokiego statku typu Jack-up.</u>

Suma poprawek: 0.6 B dla 15-33 węzłów (5-7 B)

Wymagany minimalny pas ruchu jednokierunkowego dla statku typu Jack-up **o szerokości całkowitej 60 m** wynosi: WBM = WBM + ΣW1 + Wbg +Wbg = 1,3B + 0,6B + 0,5B + 0,5B = 2,9 B = 2,9 x 60,0 m = 174,0 m

Dla statków o mniejszej **szerokości np. 45m** obliczenia analogicznie wynoszą:

WBM = WBM + ΣW1 + Wbg +Wbg = 1,3B + 0,6B + 0,5B + 0,5B = 2,9 B = 2,9 x 45,0 m = = 130,5 m

Interpolując otrzymane wartości można obliczyć maksymalną szerokość statku typu Jack-up, który może się poruszać bez pomocy holowników (do 7°B): w przypadku gdy szerokość 'przejścia pilotowego', po zakończeniu przebudowy, wynosić będzie 140 m - statki o szerokości B=48,2 będą mogły przechodzić bez pomocy holowników przy dobrych warunkach pogodowych.

Podsumowując powyższe obliczenia należy stwierdzić, że dobrze wyposażone (w systemy manewrowe) statki o szerokości do 48,2m, w dobrych warunkach pogodowych (max. 7°B) będą mogły poruszać się samodzielnie podczas manewrów portowych. Statki o większej szerokości powinny skorzystać z obowiązkowej asysty holowniczej zgodnej z Przepisami Portowymi.

6.2. STATEK TYPU JACK-UP Z ŁADUNKIEM POPRZECZNYM W POSTACI ŚMIGIEŁ O DŁUGOŚCI 115,5M.

Obliczenia są analogiczne do pkt.6.1. Różnica polega na fakcie iż przestrzeń boczna (szerokość kanału) zajęta przez statek z ładunkiem śmigieł wynosić będzie 115,5m.

Wymagany minimalny pas ruchu jednokierunkowego dla statku typu Jack-up **o szerokości całkowitej (z ładunkiem) 115,5 m** wynosi: WBM = WBM + ΣW1 + Wbg +Wbg = 1,3B + 0,6B + 0,5B + 0,5B = 2,9 B = 2,9 x 115,5 m = 334,95m =~335 m

7. WYSOKOŚĆ I SZEROKOŚĆ ŁADUNKU. CZY JEST MOŻLIWE WYPROWADZENIE ZAŁADOWANEGO STATKU Z PORTU?

a/ **Wysokość ładunku** wież wiatrowych stawianych pionowo nie ma ograniczeń w porcie Gdynia ze względu na brak mostów i linii energetycznych napowietrznych.

b/ **Szerokość ładunku** może mieć kluczowe i decydujące znaczenie. Najnowsze rozwiązania preferują jednoczesny transport elementów wież wiatrowych w pozycji pionowej oraz śmigieł turbin w pozycji poprzecznej względem kadłuba statku. Przy czym długość śmigieł może sięgać 115,50 m długości.

Rys.13 Statek instalacyjny MFW ze śmigłami ułożonymi w poprzek kadłuba.

Najważniejszym ograniczeniem jest szerokość przejścia pilotowego (docelowo) 140m oraz wejścia głównego do portu – 150 m. Przewożenie ładunku (śmigieł) o długości 115,5 m w poprzek kadłuba powoduje, że odległość boczna do latarni nawigacyjnych wynosi odpowiednio 12,5 m w przejściu pilotowym i 17,25 m w wejściu głównym co sprawia, że **manewry tak załadowanym statkiem są zbyt ryzykowne.** Pilot/kapitan statku będąc na pokładzie nie jest w stanie prawidłowo ocenić odległości do latarni nawigacyjnych po obu burtach statku, a każdy błąd, awaria systemów sterowania lub pędników, silniejszy podmuch wiatru może finalnie prowadzić do kolizji ładunku (śmigieł) z latarniami nawigacyjnymi.

Wysokość latarni świateł nawigacyjnych w przejściu pilotowym wynosi 7,0m. Natomiast wysokość świateł latarni wejścia głównego do portu wynosi 15,0 m.

Ponieważ jest to wysokość samego 'światła' należy jeszcze uwzględnić dodatkową rezerwę na wysokość kopuły oraz ewentualne przechyły od niewielkiego falowania i przechyły wiatrowe jednostki oraz zmiany poziomu morza. Poprawka ok. 5- 10m wydaje się wystarczająca co powoduje wniosek, że najniższy punkt n.p.m. ładunku w postaci śmigieł nie może być niższy niż 20-25 m, a w rzeczywistości czym wyższa wysokość ładunku tym bezpieczniej.

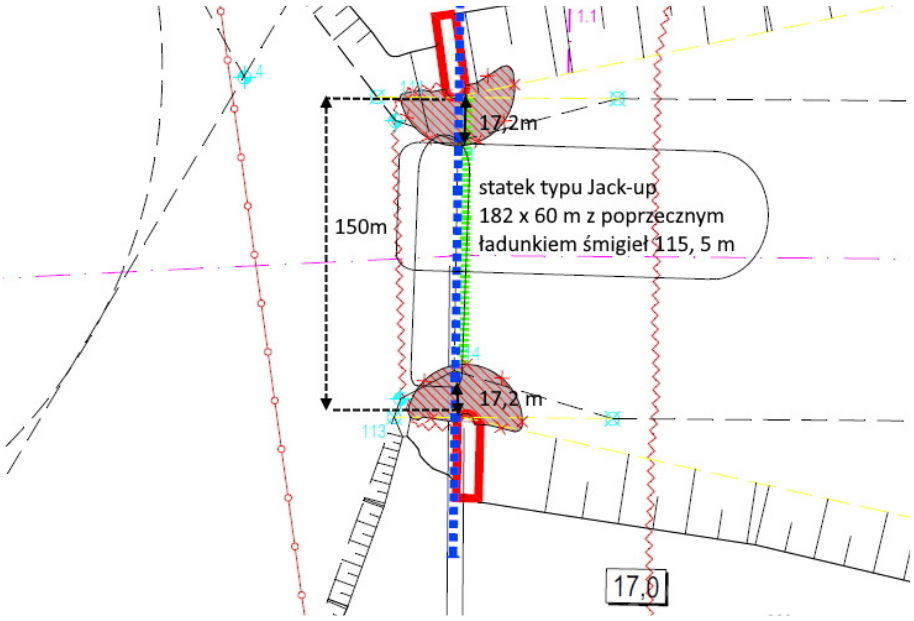
Rys.14 Główka wejściowa do portu Gdynia.

Przy czym w przypadku niższej wysokości ładunku (20 m) wyjście statku mogłoby odbywać się tylko na spokojnej wodzie, bez falowania które mogłoby powodować przechyły poprzeczne kadłuba.

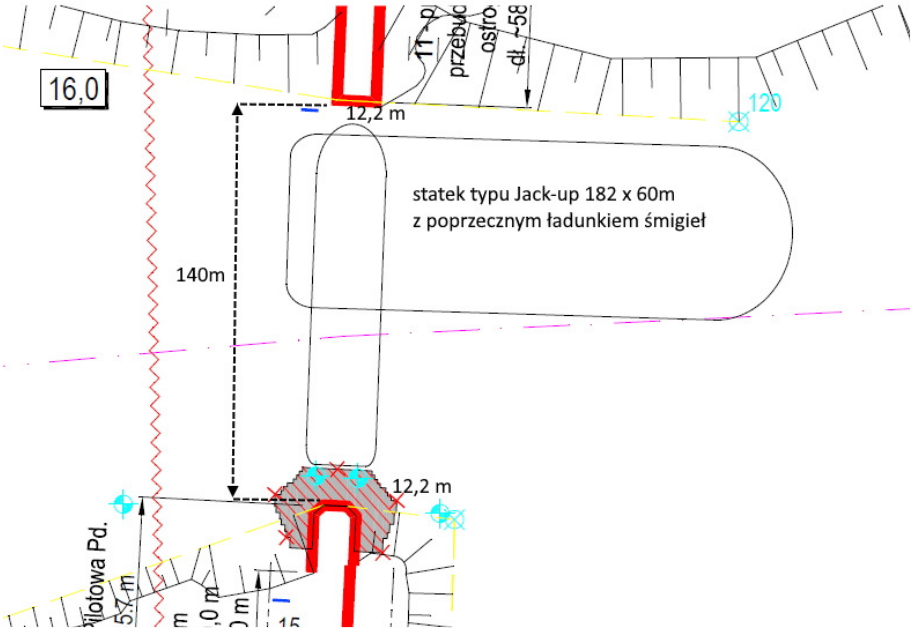
Rys.15 Statek instalacyjny z możliwością transportu śmigieł wzdłuż kadłuba.

Zważywszy na wielkość jednostek instalacyjnych i ich konstrukcję oraz sposób mocowania ładunku będzie to bardzo trudne do wykonania. Wymagałoby prześledzenia całej floty dostępnej w celu znalezienia statku spełniającego te kryteria o ile taki istnieje. Alternatywą jest zbudowanie jednostki mogącej spełniać te kryteria lub wożenie śmigieł osobno na statkach przewożących śmigła wzdłuż kadłuba co powoduje zwiększenie kosztów przedsięwzięcia oraz zawężenie dostępnej floty.

Na rysunkach poniżej zobrazowano sytuację statku załadowanego w wejściu głównym oraz w tzw. przejściu pilotowym.



Rys.16 Załadowany statek typu Jack-up w wejściu głównym do portu.



Rys.17 Załadowany statek typu Jack-up w tzw. przejściu pilotowym.

Jak wykazano w pkt.6.2 wymagana szerokość kanału portowego dla bezpiecznego manewrowania jednostki z ładunkiem poprzecznym 115,5m wynosi 335m. Warunek ten nie jest spełniony zarówno w wejściu głównym, jak i tzw. przejściu pilotowym.

W sytuacji gdy obustronnie przeszkody nawigacyjne są w odległości 12-17m od ładunku wszelkie próby manewrowania, uwzględniając warunki wiatrowe (dryf) oraz prądy morskie występujące wzdłuż falochronu (do 2 węzłów) są nadmiernie ryzykowne i nie powinny być podejmowane.

Sytuacją jedynie dopuszczalną byłoby transportowanie ładunku na wysokości min. 20-25m nad poziomem morza. W dobrych warunkach pogodowych (bez bocznych przechyłów) sytuacja uległa by radykalnej poprawie – mielibyśmy wówczas do czynienia z kadłubem o szerokości 60m, oraz ładunkiem który w wejściu głównym, oraz przejściu pilotowym w sytuacji awaryjnej mógłby minąć przeszkody (główki falochronu) bezkolizyjnie. Oczywiście, gdy mowa o ładunku należy to rozumieć także jako konstrukcję na której spoczywają śmigła (w zależności co jest niżej).

Jeśli powyższy warunek zostałby spełniony wówczas można rozważać możliwość wyprowadzenia załadowanego statku ze stanowisk wskazanych przez Zamawiającego.

8. WYMAGANIA WZGLĘDEM STANOWISKA

Zgodnie z zaleceniem Zamawiającego jako jednostkę reprezentatywną przyjęto statek o nazwie „Voltaire" którego długość całkowita będzie wynosić (wraz z pokładem helikopterowym) 181,73 m, a całkowita szerokość 60,0 m oraz zanurzeniem 7,5 m.

Ponieważ statek tego rodzaju nie cumuje bezpośrednio do nabrzeża, a jedynie ustawia się na nogach przy stanowisku przeładunkowym, przy jednoczesnym możliwym precyzyjnym manewrowaniu z wykorzystaniem DP (Dynamiczne Pozycjonowanie), nie wymaga dużej przestrzeni nabrzeża do manewrowania. Niemniej jednak należy zapewnić minimum przestrzeni dla bezpiecznych manewrów w granicach 20-30 m od nabrzeża/rampy tudzież kolejnego statku przy tym nabrzeżu.

W przypadku stanowiska przy nabrzeżu Bułgarskim na odcinku zachodnim należącym do ZMPG S.A. długość tego stanowiska posiada c.a. 192m. Wspomniany statek „Voltaire" o długości blisko 182m jest zaledwie o 10 m krótszy niż sama długość dostępnego stanowiska co wiązałoby się z koniecznością „wejścia" częściowo na odcinek terminala GCT, czyli uzyskania zgody tego terminalu na zajęcie odcinka ok. 40m (np. 20 m od nabrzeża Puckiego + 182 m statku + 30m do kolejnego statku = 232m)

Pozostałe lokalizacje będą wymagały podobnej długości odcinka nabrzeża.

Potencjalnie wybrana lokalizacja będzie wymagała przeprowadzenia obliczeń wytrzymałości dna w kontekście stabilności nabrzeża przy którym statek będzie stawał na dnie.

GŁĘBOKOŚCI.

Minimalne głębokości aktualnie dostępne przy proponowanych lokalizacjach:

Nabrzeże Helskie I w rejonie rampy Ro_Ro	- 11,40 m
Nabrzeże Helskie I na środkowym odcinku nabrzeża	- 11,40m
Nabrzeże Bułgarskie przy nabrzeżu Puckim	- 12,50 m
Nabrzeże Bułgarskie od strony stoczni	- 9,70 m

Statek „Voltaire" posiada deklarowane zanurzenie 7,5m co daje minimum 2,20 m zapasu wody pod stępką w przypadku Nabrzeża Bułgarskiego od strony stoczni, a w pozostałych przypadkach 3,90 – 5,00 m. Zapas ten jest wystarczający dla manewrowania przy nabrzeżu.

9. MANEWRY W TZW. BASENIE KONTENEROWYM

Wprowadzenie statku 182 x 60 x 7,5m do portu do nabrzeży Helskiego I lub Bułgarskiego nie stanowi większego problemu. Do obu nabrzeży wprowadzane są statki podobnej, a nawet znacznie większej długości (~340 m do nabrzeża Helskiego I). Szerokość statku (60m) przy wyposażeniu w system DP też nie powinna stanowić przeszkody w bezpiecznym wejściu do portu.

Sytuacja zmienia się diametralnie w przypadku gdy statek zostaje załadowany ładunkiem poprzecznym o długości 115,5m i zamierza wyjść z portu. Dla takiej sytuacji zostaną omówione problemy związane z upuszczeniem tzw. Basenu Kontenerowego.

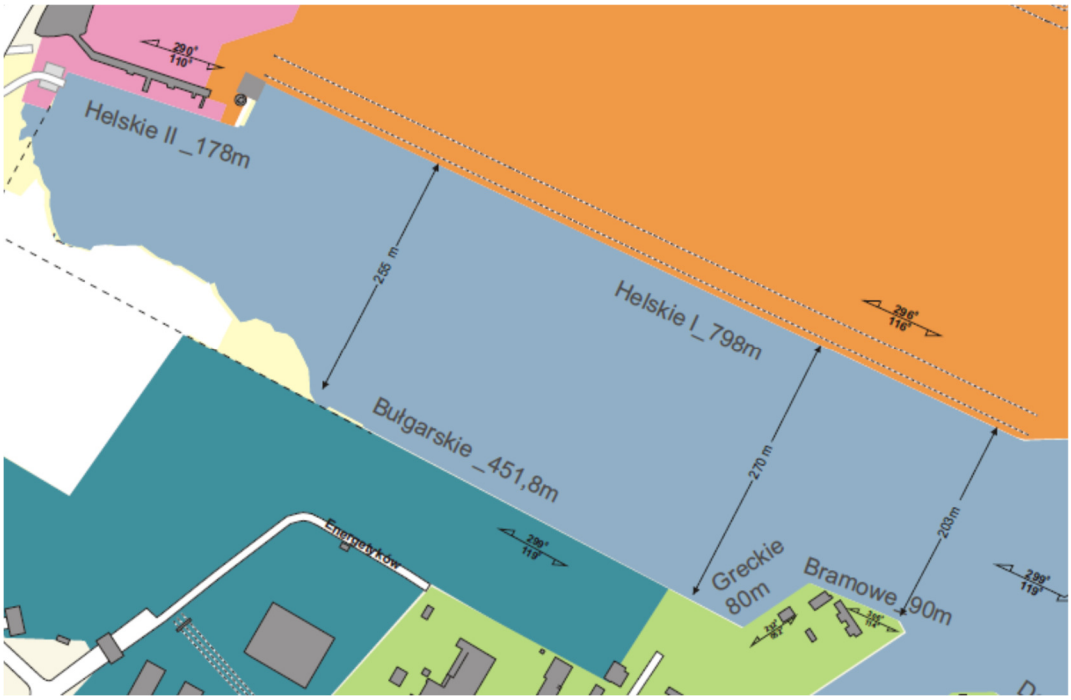
Zgodnie z zaleceniami przyjęto wariant obłożenia nabrzeży Helskiego I i Bułgarskiego statkami maksymalnymi.

9.1. WYJŚCIE STATKU JACK-UP ZAŁADOWANEGO ŁADUNKIEM POPRZECZNYM 115,5M ZE STANOWISKA PRZY NABRZEŻU BUŁGARSKIM W NAROŻNIKU NABRZEŻA PUCKIEGO.

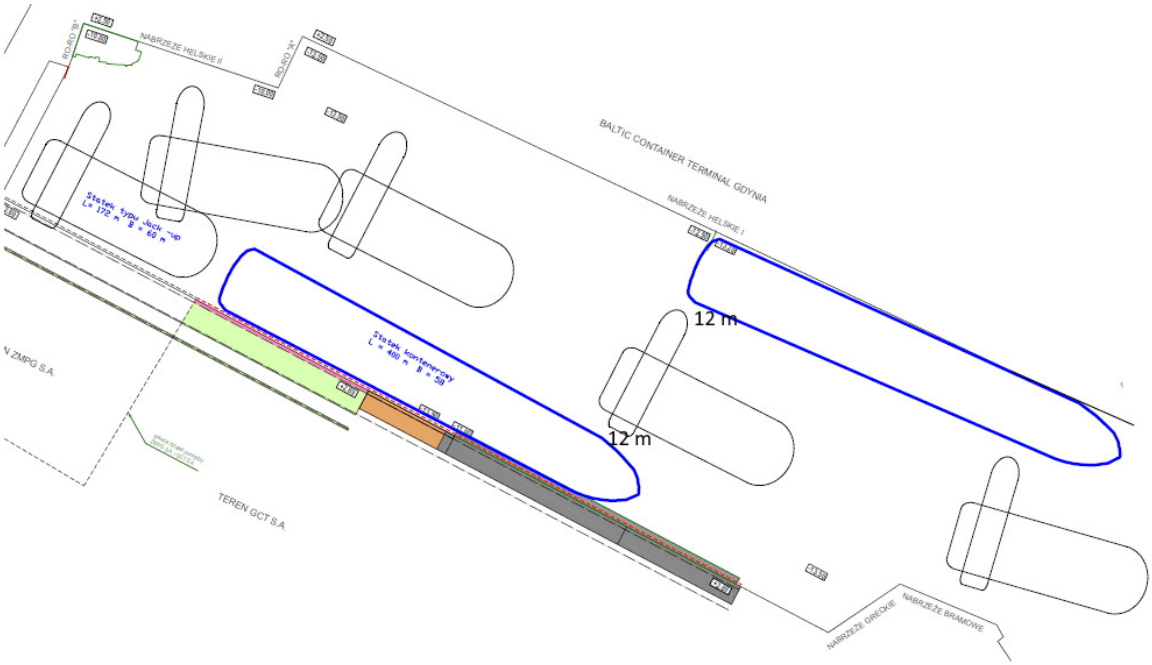
Na poniższych rysunkach przedstawiono odległości pomiędzy nabrzeżami tzw. Basenu Kontenerowego oraz sytuację załadowanego statku typu Jack-up o parametrach LxB = 182 x 60m w przypadku obłożeniu nabrzeży Helskiego i Bułgarskiego przez duże kontenerowce o szerokości 58m.

Jak widać na załączonym rysunku w przypadku gdy nabrzeża Helskie I i Bułgarskie są zajęte przez statki maksymalne (400 x 58m) praktycznie nie ma możliwości wyprowadzenia załadowanego statku typu Jack-up z ładunkiem poprzecznym o szerokości 115,5m. Ponieważ nabrzeża te nie są równoległe odległość pomiędzy najdalej wysuniętymi elementami ładunku, a burtami statków stojących przy Helski I i Bułgarskim będzie wynosić od 11,75m do 19,25m. Przy czym faktyczna odległość będzie jeszcze mniejsza, albowiem dystans pomiędzy nabrzeżami nie uwzględnia urządzeń odbojowych na tych nabrzeżach. Czyli w rzeczywistości odległość śmigieł turbin od burt statków mogłaby wynosić ok. 8-17m (!) (przy wymaganych dla bezpiecznego ruchu pasie wolnym 335m).

Oznacza to, że nie jest możliwe wyprowadzenie statku załadowanego typu Jack-up z tego stanowiska przy jednoczesnym obłożeniu nabrzeży HelskiegoI i Bułgarskiego przez statki maksymalne.

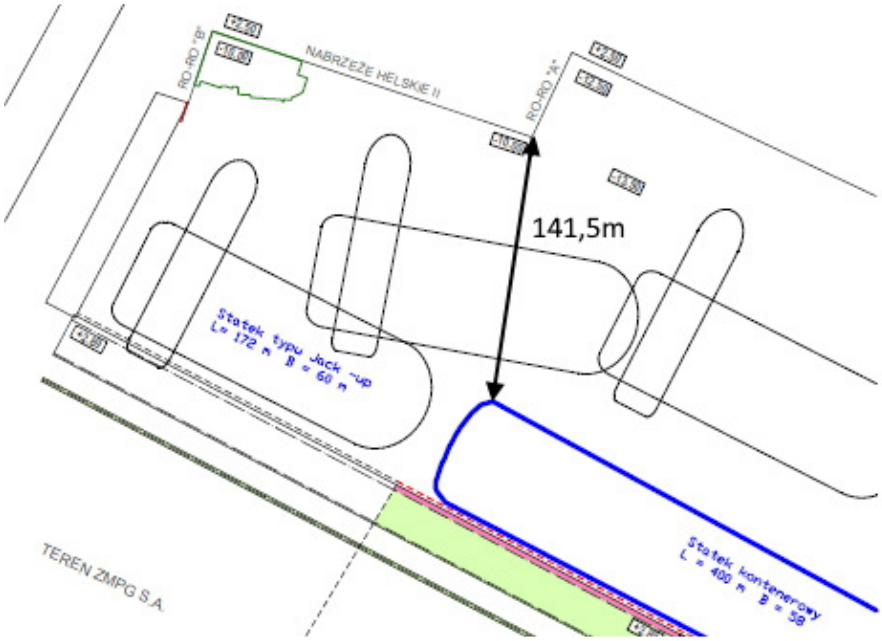


Rys.18 Zobrazowanie schematyczne odległości pomiędzy nabrzeżami tzw. Basenu Kontenerowego (źródło: ZMPG S.A.)

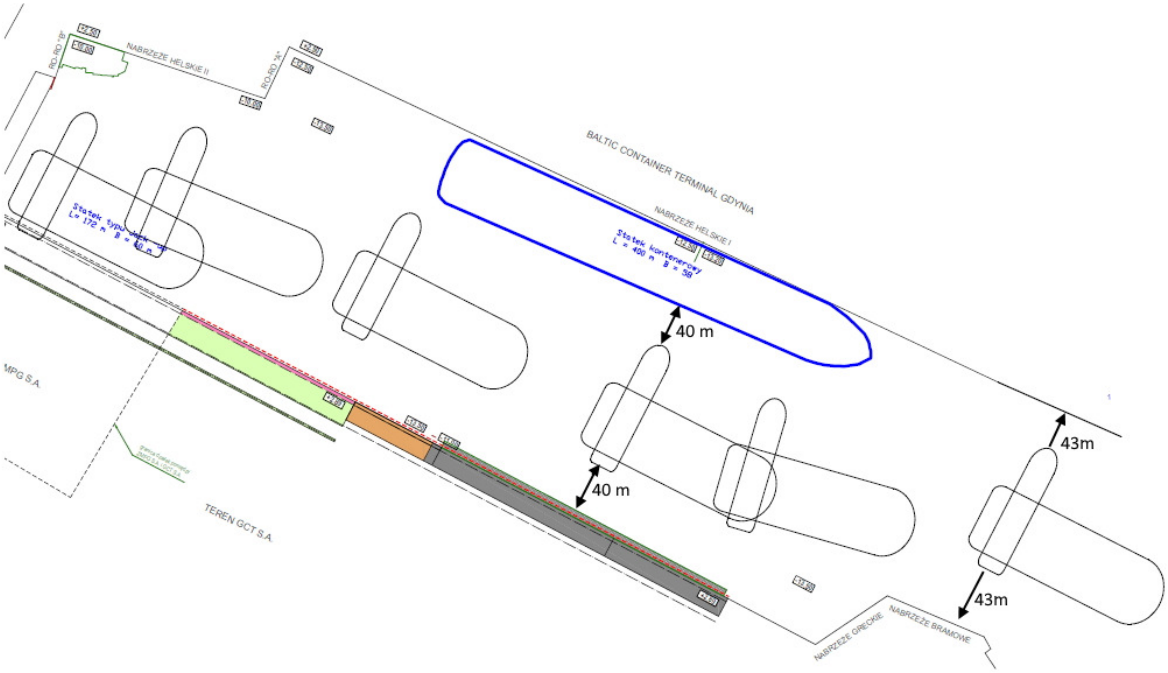


Rys.19 Przedstawienie statku typu Jack-up o parametrach LxB = 172 x 60m z ładunkiem przy obłożeniu nabrzeży Helskiego i Bułgarskiego przez duże kontenerowce o szerokości 58m

Dodatkowo w przypadku pozostawienia nabrzeża Helskiego II, bez wyrównania linii nabrzeża z Helskim I, w przypadku postoju statku maksymalnego przy nabrzeżu Bułgarskim powoduje, że dystans między narożnikiem Helskiego II, a statkiem wynosi zaledwie 141,5m, czyli po 13 m obustronnie i to w sytuacji gdy na Helskim II nie ma statków, w przeciwnym wypadku jakikolwiek manewr nie byłby nawet fizycznie możliwy.



Rys.20 Przedstawienie schematyczne teoretycznego manewru wyjścia ze stanowiska w narożniku Bułgarskie/ Puckie w sytuacji postoju statku maksymalnego na nabrzeżu Bułgarskim.



Rys. 21 Przedstawienie schematyczne teoretycznego manewru wyjścia ze stanowiska w narożniku Bułgarskie/ Puckie w sytuacji pustego nabrzeża Bułgarskiego, wolnego stanowiska nr 1

nabrzeża Helskiego I oraz postoju statku maksymalnego na nabrzeżu Helskim I na stanowiskach 2-4.

Jedynymi możliwymi sytuacjami w których można by rozważać wyprowadzenie załadowanego statku Jack-up ze stanowiska na nabrzeżu Bułgarskim, narożnik z Puckim są:

1. Brak statków na nabrzeżach Helskim I i Bułgarskim;
2. Brak statków na nabrzeżu Bułgarskim, wolne stanowisko nr 1 na nabrzeżu Helskim I, a statek maksymalny cofnięty w kierunku stanowisk 2-4 nabrzeża Helskiego I (co wymagało by pogłębienia akwenu/ przebudowy nabrzeża).

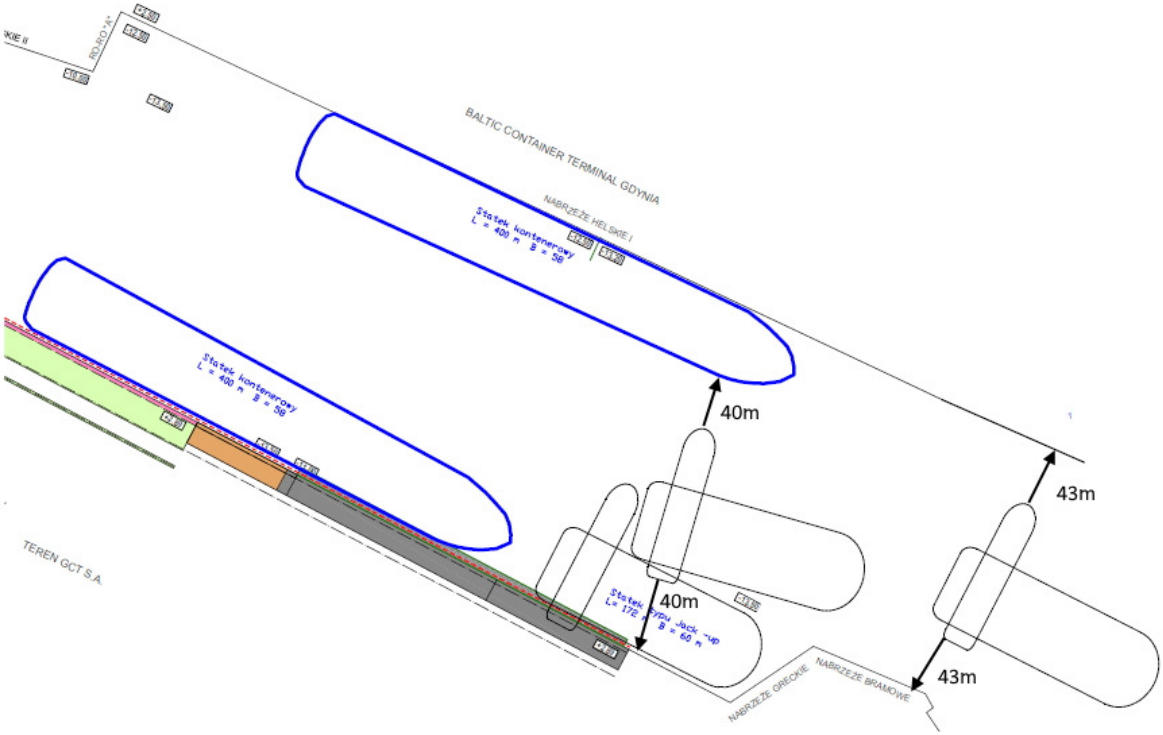
Przy czym określenia typu „brak statków", „stanowisko wolne" należy rozumieć dosłownie.

Sytuację jak w punkcie 2 powyżej przedstawia rysunek 21.

9.2. Wyjście statku Jack-up załadowanego ładunkiem poprzecznym 115,5m ze stanowiska na nabrzeżu Bułgarskim w narożniku nabrzeża Greckiego.

Podobnie jak w punkcie 9.1 stajemy przed analogicznymi problemami. Jednocześnie statek maksymalny na nabrzeżu Bułgarskim nie będzie stanowił przeszkody dla statku typu Jack-up ponieważ nie znajduje się na trasie poruszania się tego statku. Przeszkodą natomiast będzie statek (także maksymalny) znajdując się na stanowisku nr 1 nabrzeża Helskiego I.

Możliwa do dalszego rozważania jest zatem sytuacja następująca: nabrzeże Bułgarskie – zajęte przez statek maksymalny w kierunku zachodnim od stanowiska statku Jack-up. Nabrzeże Helskie I, stanowisko 1 wolne od statków.

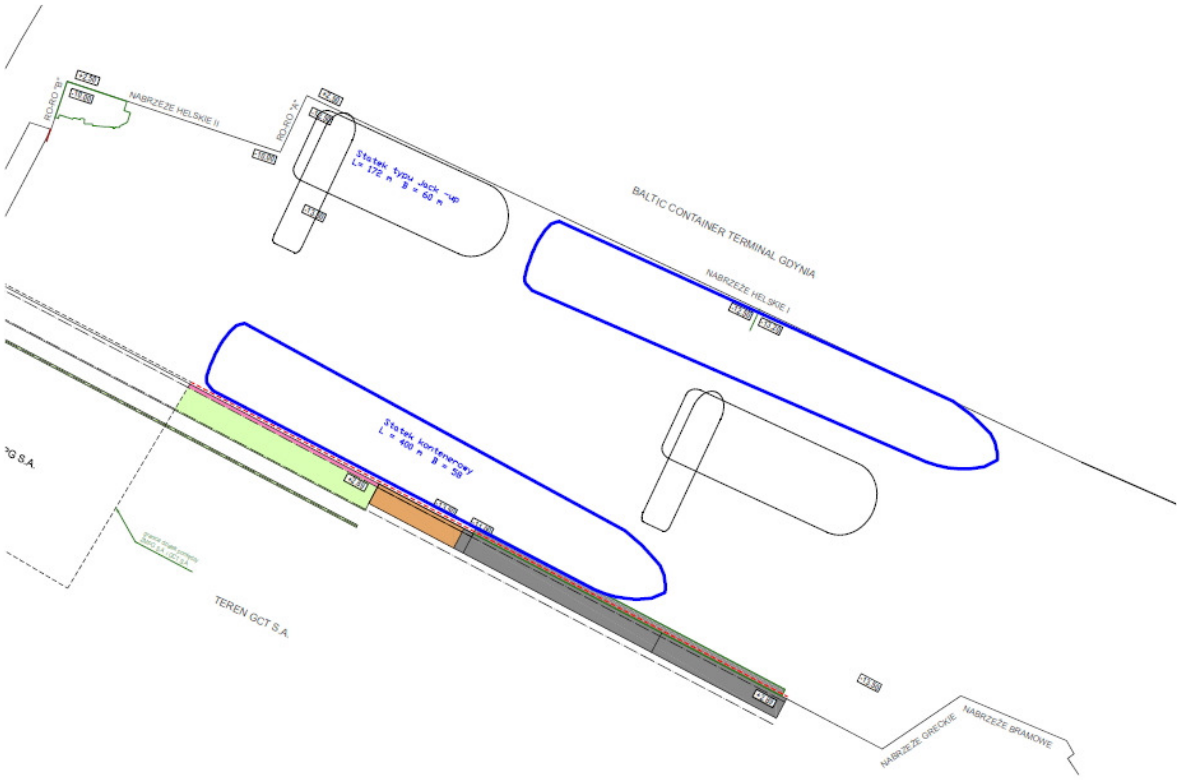


Rys. 22 Przedstawienie schematyczne teoretycznego manewru wyjścia ze stanowiska w narożniku Bułgarskie/ Greckie w sytuacji zajętego nabrzeża Bułgarskiego przez statek

maksymalny w zachodniej części nabrzeża Bułgarskiego, wolnego stanowiska nr 1 nabrzeża Helskiego I oraz postoju statku maksymalnego na nabrzeżu Helskim I na stanowiskach 2-4.

9.3. WYJŚCIE STATKU JACK-UP ZAŁADOWANEGO ŁADUNKIEM POPRZECZNYM 115,5M ZE STANOWISKA NA NABRZEŻU HELSKIM I PRZY RAMPIE RO-RO.

Wyjście statku załadowanego ładunkiem poprzecznym ze stanowiska przy nabrzeżu Helskim I przy rampie Ro-Ro nie jest możliwe w przypadku obłożenia nabrzeży Helskie I i Bułgarskie statkami maksymalnymi. Można natomiast rozważać wyjście takiej jednostki gdy wolne od statków będzie nabrzeże Helskie I lub Bułgarskie na całej długości BCT.



Rys. 23 Przedstawienie schematyczne teoretycznego manewru wyjścia ze stanowiska na nabrzeżu Helskie I przy rampie Ro-Ro.

9.4. WYJŚCIE STATKU JACK-UP ZAŁADOWANEGO ŁADUNKIEM POPRZECZNYM 115,5M ZE STANOWISKA NA NABRZEŻU HELSKIM I W ŚRODKOWEJ CZĘŚCI NABRZEŻA.

Usytuowanie stanowiska dla statku typu Jack-up w połowie nabrzeża Helskiego I powoduje, że:

- Na nabrzeżu Helskim I nie będzie można obsługiwać statków maksymalnych (brak wystarczającej długości nabrzeża przed i za stanowiskiem Jack-up);
- Na nabrzeżu Helskim I przed stanowiskiem Jack-up (stanowisko 1) nie mogą cumować statki w czasie manewrów statku Jack-up;
- nabrzeże Bułgarskie mogłoby być obłożone statkiem maksymalnym, jednakże wejście wyjście statku maksymalnego w czasie postoju statku Jack-up z ładunkiem może być bardzo utrudnione, a wręcz ryzykowne ze względu na poważne ograniczenie szerokości kanału.

Rys. 24 Przedstawienie schematyczne teoretycznego manewru wyjścia ze stanowiska na nabrzeżu Helskie I w połowie nabrzeża.

Podsumowując wszystkie cztery warianty lokalizacji stanowiska statku Jack-up, z punktu nawigacyjnego) najmniej restrykcyjna wydaje się lokalizacja na nabrzeżu Bułgarskim w narożniku z nabrzeżem Greckim.

10. PODSUMOWANIE. WNIOSKI

1. Nie ma ograniczeń wysokościowych dla statków instalacyjnych ze względu na wysokość pionowo transportowanych wież wiatrowych. W porcie Gdynia brak jest mostów czy napowietrznych linii energetycznych mogących powodować takie ograniczenia.
2. W przypadku wykorzystania statków typu jack-up (najbardziej powszechnych) należy przeprowadzić badania oraz obliczenia punktowego obciążenia dna przez nogi jednostki w trakcie postoju i załadunku elementów turbin wiatrowych z uwzględnieniem zachowania stabilności sąsiadujących nabrzeży.
3. Wymagany minimalny pas ruchu jednokierunkowego dla statku typu Jack-up o szerokości całkowitej 60 m (bez ładunku poprzecznego) wynosi: 174,0 m
4. Wymagany minimalny pas ruchu jednokierunkowego dla statku typu Jack-up o szerokości całkowitej (z ładunkiem) 115,5 m wynosi 335 m
5. Najważniejszym ograniczeniem jest szerokość przejścia pilotowego (docelowo) 140m oraz wejścia głównego do portu – 150 m. Przewożenie ładunku (śmigieł) o długości 115,5 m w poprzek kadłuba powoduje, że odległość boczna do latarni nawigacyjnych wynosi

odpowiednio 12,5 m w przejściu pilotowym i 17,25 m w wejściu głównym co sprawia, że manewry tak załadowanym statkiem są zbyt ryzykowne.

6. Problemu z potencjalnym ryzykiem uderzeniem śmigłami w główki można by uniknąć pod warunkiem znalezienia takiego statku który jest zdolny do przewozu ładunku na odpowiedniej wysokości n.p.m.

   Wysokość latarni świateł nawigacyjnych w przejściu pilotowym wynosi 7,0m. Natomiast wysokość świateł latarni wejścia głównego do portu wynosi 15,0 m.

   Ponieważ jest to wysokość samego 'światła' należy jeszcze uwzględnić dodatkową rezerwę na wysokość kopuły oraz ewentualne przechyły od niewielkiego falowania i przechyły wiatrowe jednostki oraz zmiany poziomu morza. Poprawka ok. 5- 10m wydaje się wystarczająca co powoduje wniosek, że najniższy punkt n.p.m. ładunku w postaci śmigieł nie może być niższy niż 20-25 m, a w rzeczywistości czym wyższa wysokość ładunku tym bezpieczniej. Przy czym w przypadku niższej wysokości ładunku (20 m) wyjście statku mogłoby odbywać się tylko na spokojnej wodzie, bez falowania które mogłoby powodować przechyły poprzeczne kadłuba.

   Zważywszy na wielkość jednostek instalacyjnych i ich konstrukcję oraz sposób mocowania ładunku będzie to bardzo trudne do wykonania. Wymagałoby prześledzenia całej floty dostępnej w celu znalezienia statku spełniającego te kryteria o ile taki istnieje. Alternatywą jest zbudowanie jednostki mogącej spełniać te kryteria lub wożenie śmigieł osobno na statkach przewożących śmigła wzdłuż kadłuba co powoduje zwiększenie kosztów przedsięwzięcia oraz zawężenie dostępnej flot.

7. W przypadku przewozu ładunku poniżej górnej części latarni nawigacyjnych:

   Jak wykazano w pkt.6.2 wymagana szerokość kanału portowego dla bezpiecznego manewrowania jednostki z ładunkiem poprzecznym 115,5m wynosi 335m. Warunek ten nie jest spełniony zarówno w wejściu głównym, jak i tzw. przejściu pilotowym.

   W sytuacji gdy obustronnie przeszkody nawigacyjne są w odległości 12-17m od ładunku wszelkie próby manewrowania, uwzględniając warunki wiatrowe (dryf) oraz prądy morskie występujące wzdłuż falochronu (do 2 węzłów) są nadmiernie ryzykowne i nie powinny być podejmowane.

8. W przypadku stanowiska przy nabrzeżu Bułgarskim na odcinku zachodnim należącym do ZMPG S.A. długość tego stanowiska posiada c.a. 192m. Wspomniany statek „Voltaire" o długości blisko 182m jest zaledwie o 10 m krótszy niż sama długość dostępnego stanowiska co wiązałoby się z koniecznością „wejścia" częściowo na odcinek terminala GCT, czyli uzyskania zgody tego terminalu na zajęcie odcinka ok. 40m (np. 20 m od nabrzeża Puckiego + 182 m statku + 30m do kolejnego statku = 232m)

   Pozostałe lokalizacje będą wymagały podobnej długości odcinka nabrzeża.

9. Statek „Voltaire" posiada deklarowane zanurzenie 7,5m co daje minimum 2,20 m zapasu wody pod stępką w przypadku Nabrzeża Bułgarskiego od strony stoczni, a w pozostałych przypadkach 3,90 – 5,00 m. Zapas ten jest wystarczający dla manewrowania przy nabrzeżu.
10. Uwagi dla proponowanych stanowisk:
    a) Nabrzeże Bułgarskie, narożnik z Puckim:

       Nie jest możliwe wyprowadzenie statku załadowanego typu Jack-up z tego stanowiska przy jednoczesnym obłożeniu nabrzeży HelskiegoI i Bułgarskiego przez statki maksymalne.

       Jedynymi możliwymi sytuacjami w których można by rozważać wyprowadzenie załadowanego statku Jack-up ze stanowiska na nabrzeżu Bułgarskim, narożnik z Puckim są:

       – Brak statków na nabrzeżach Helskim I i Bułgarskim;
       – Brak statków na nabrzeżu Bułgarskim, wolne stanowisko nr 1 na nabrzeżu Helskim I, a statek maksymalny cofnięty w kierunku stanowisk 2-4 nabrzeża Helskiego I (co wymagało by pogłębienia akwenu/ przebudowy nabrzeża).

    b) Nabrzeże Bułgarskie w narożniku nabrzeża Greckiego

       Możliwa potencjalnie do dalszego rozważania jest sytuacja następująca: nabrzeże Bułgarskie – zajęte przez statek maksymalny w kierunku zachodnim od stanowiska statku Jack-up. Nabrzeże Helskie I, stanowisko 1 wolne od statków.

    c) Nabrzeże Helskie I przy rampie Ro-Ro

       Wyjście statku załadowanego ładunkiem poprzecznym ze stanowiska przy nabrzeżu Helskim I przy rampie Ro-Ro nie jest możliwe w przypadku obłożenia nabrzeży Helskie I i Bułgarskie statkami maksymalnymi. Można natomiast rozważać wyjście takiej jednostki gdy wolne od statków będzie nabrzeże Helskie I lub Bułgarskie na całej długości BCT.

    d) Nabrzeże Helskie I w środkowej części nabrzeża

       Usytuowanie stanowiska dla statku typu Jack-up w połowie nabrzeża Helskiego I powoduje, że:

       – - Na nabrzeżu Helskim I nie będzie można obsługiwać statków maksymalnych (brak wystarczającej długości nabrzeża przed i za stanowiskiem Jack-up);
       – - Na nabrzeżu Helskim I przed stanowiskiem Jack-up (stanowisko 1) nie mogą cumować statki w czasie manewrów statku Jack-up;
       – - nabrzeże Bułgarskie mogłoby być obłożone statkiem maksymalnym, jednakże wejście wyjście statku maksymalnego w czasie postoju statku Jack-up z ładunkiem może być bardzo utrudnione, a wręcz ryzykowne ze względu na poważne ograniczenie szerokości kanału.

e) Podsumowując wszystkie cztery warianty lokalizacji stanowiska statku Jack-up, z punktu nawigacyjnego) najmniej restrykcyjna wydaje się lokalizacja na nabrzeżu Bułgarskim w narożniku z nabrzeżem Greckim.

Wprowadzenie statku typu Jack-up do portu nie stanowi problemu. Problemem jest wyjście statku z portu i szerokość (115,5m) ładunku wiezionego w poprzek statku z powodu zbyt dużego ryzyka potencjalnej kolizji z główkami w trakcie przejścia przez tzw. 'przejście pilotowe' oraz wejście główne do portu oraz znacznego ograniczenia wykorzystania nabrzeży Bułgarskiego i Helskiego I oraz Helskiego II.

Jako najmniej kolizyjne i możliwe rozwiązanie proponuje się:

- wykorzystanie stanowiska przy nabrzeżu Bułgarskim/ narożnik z Greckim. Spowoduje to czasowe wyłączenia (opróżnienie) stanowiska 1 na nabrzeżu Helskim I w trakcie manewrów wyjścia załadowanego statku Jack-up, ale nie ograniczy ruchu na pozostałym odcinku nabrzeży Bułgarskiego, Helskiego I i Helskiego II.

- Statek wykorzystywany musi transportować ładunek poprzeczny na wysokości nie mniejszej niż 20 m n.p.m. Co zapewni w sytuacji awaryjnej większe szanse uniknięcia kolizji z latarniami, światłami nawigacyjnymi w wąskich przejściach.

Spełnienie powyższych warunków jest niezbędne.

11. LITERATURA

1. Raport techniczny nr KES-2012-T1. Analiza Nawigacyjna. Etap I (Akademia Morska w Gdyni. Wydział Nawigacyjny. Katedra Eksploatacji Statku).
2. Raport techniczny nr KES-2012-T2. Analiza Nawigacyjna. Etap II (Akademia Morska w Gdyni. Wydział Nawigacyjny. Katedra Eksploatacji Statku).
3. Raport techniczny nr KES-2012-T3. Analiza Nawigacyjna. Etap III (Akademia Morska w Gdyni. Wydział Nawigacyjny. Katedra Eksploatacji Statku).
4. Raport techniczny nr KES-2012-T4. Analiza Nawigacyjna. Aneks (Akademia Morska w Gdyni. Wydział Nawigacyjny. Katedra Eksploatacji Statku).
5. PIANC Report no 121 – 2014.
6. 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. z dnia 6 sierpnia 1998 r.).
7. Zarządzenie Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni Nr 9 z dnia 16 lipca 2018 r. Przepisy Portowe (Dz. Urz. Woj. Pomorskiego poz.2832 z dnia 17 lipca 2018 r.).
8. Locja Bałtyku. Wybrzeże Polskie.
9. Analiza Poszerzenia Przejścia Pilotowego w Porcie Gdynia, w Ramach Projektu Inwestycyjnego „Pogłębianie Toru Podejściowego i Akwenów Wewnętrznych Portu Gdynia" – Etap III (2014).

10. Aneks do Analizy poszerzenia „przejścia pilotowego" w porcie Gdynia, w ramach projektu inwestycyjnego „Pogłębianie toru podejściowego i akwenów wewnętrznych portu Gdynia" – Etap III (2014)
11. Plan sytuacyjny (Biuro Projektów „WUPROHYD" Sp. z o.o.)
12. Analiza Nawigacyjna dla przedsięwzięcia „Przebudowa akwenów wewnętrznych portu Gdynia" (Wuprohyd 2019).
13. Global evolution of offshore wind shipping opportunity (BTM Consult 2013).
14. Offshore Wind Handbook (Atkins 2018).
15. Materiały udostępnione przez ZMPG S.A.