

## SPIS TREŚCI

Przedmowa .....	11
Foreword .....	13
Wykaz ważniejszych skrótów .....	15
Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	17
<b>1. Gazowce i terminale LNG .....</b>	<b>23</b>
1.1. LNG jako ładunek przewożony drogą morską .....	24
1.2. Gazowce LNG: przegląd stosownych konstrukcji – analiza rynku ...	29
1.2.1. Konstrukcja systemu ładunkowego MOSS .....	33
1.2.2. Konstrukcja membranowych systemów ładunkowych .....	36
1.2.3. Inne systemy ładunkowe .....	42
1.2.4. Statkowe instalacje LNG .....	43
1.3. Napęd, pędniki i zdolność manewrowa gazowców LNG .....	47
1.3.1. Pędnik .....	49
1.3.2. Prędkość, moc i rodzaj napędu .....	49
1.3.3. Rozwiązania napędu gazowców LNG dostępne na rynku .....	51
1.3.4. Zdolność manewrowa gazowców LNG .....	55
1.4. Terminale LNG .....	56
1.4.1. Portowa część terminalu LNG .....	57
1.4.2. Wyposażenie terminalu LNG związane z operacjami przeładunkowymi .....	62
<b>2. Bezpieczeństwo nawigacji gazowca LNG na akwenach ograniczonych .....</b>	<b>63</b>
2.1. Czynniki kształtujące bezpieczeństwo nawigacji gazowców LNG ...	63
2.1.1. Wpływ parametrów akwenu na bezpieczeństwo nawigacji ....	64
2.1.2. Wpływ parametrów statku na bezpieczeństwo nawigacji. Pojęcie statku maksymalnego .....	68
2.1.3. Wpływ parametrów systemu określania pozycji na bezpieczeństwo nawigacji .....	72
2.1.4. Wpływ warunków hydrometeorologicznych na bezpieczeństwo nawigacji .....	73
2.1.5. Wpływ parametrów wykonywanego manewru na bezpieczeństwo nawigacji .....	76
2.1.6. Wpływ parametrów intensywności ruchu na bezpieczeństwo nawigacji .....	77
2.1.7. Wpływ systemów regulacji ruchu na bezpieczeństwo nawigacji .....	78

2.2. Kryteria oceny bezpieczeństwa nawigacji.....	78
2.2.1. Podstawowe kryteria oceny bezpieczeństwa nawigacji .....	81
2.2.2. Ryzyko nawigacyjne jako złożone kryterium bezpieczeństwa nawigacji .....	86
2.3. Metody oceny bezpieczeństwa nawigacji.....	87
2.3.1. Modelowanie systemów inżynierii ruchu morskiego.....	89
2.3.2. Symulacja jako metoda badań modeli systemów inżynierii ruchu morskiego.....	91
<b>3. Metody szacowania ryzyka nawigacyjnego .....</b>	<b>93</b>
3.1. Prawdopodobieństwo wypadków nawigacyjnych.....	95
3.1.1. Czynniki wpływające na prawdopodobieństwo wypadku .....	95
3.1.2. Probabilistyczne kryteria bezpieczeństwa nawigacji .....	100
3.1.3. Modele do określania prawdopodobieństwa wypadków nawigacyjnych .....	105
3.1.4. Metody szacowania prawdopodobieństwa wypadków .....	114
3.2. Skutki wypadków nawigacyjnych.....	121
3.2.1. Metody analityczne wyznaczania energii kinetycznej statku podczas kolizji z budowlą morską i dnem .....	121
3.2.2. Model skutków zderzenia statku z elementem brzegowym....	129
3.2.3. Model skutków zderzenia statku z dnem .....	130
<b>4. Symulacyjne metody oceny bezpieczeństwa nawigacji na akwenach ograniczonych .....</b>	<b>135</b>
4.1. Metody symulacji ruchu statków w czasie rzeczywistym – modele nieautonomiczne.....	138
4.1.1. Modele matematyczne wykorzystywane w modelach symulacyjnych ruchu statków.....	139
4.1.2. Wizualizacja w modelach komputerowych ruchu statków .....	143
4.1.3. Przykładowe rozwiązanie modelu typu limited task simulator .....	144
4.1.4. Przykładowe rozwiązanie modelu typu full mission.....	146
4.1.5. Projektowanie układu eksperymentalnego w badaniach symulacyjnych .....	147
4.1.6. Weryfikacja modeli symulacyjnych.....	148
4.1.7. Model symulacyjny ruchu gazowca LNG pracujący w czasie rzeczywistym.....	150
4.2. Metody symulacji w czasie przyspieszonym stosowane do określania prawdopodobieństwa wypadków na akwenu ograniczonym.....	156
4.2.1. Modelowanie kierowania ruchem statku na bazie wiedzy eksperta systemu .....	160
4.2.2. Modelowanie kierowania ruchem statku z wykorzystaniem predykcji.....	165

4.3. Metody symulacji Monte Carlo.....	170
4.3.1. Model do oceny bezpieczeństwa LNG – studium przypadku (case study).....	172
4.3.2. Model do oceny zapasu wody pod stępką LNG – studium przypadku (case study).....	181
<b>5. Wybór lokalizacji terminala LNG w rozpatrywanym rejonie .....</b>	<b>189</b>
5.1. Podstawowe parametry planowanego terminalu LNG.....	189
5.2. Określenie realnych wariantów lokalizacji terminalu LNG .....	190
5.2.1. Realne warianty lokalizacji terminala LNG.....	191
5.2.2. Opracowanie wstępnej koncepcji budowy realnych wariantów terminala LNG .....	192
5.3. Optymalizacja lokalizacji terminalu LNG.....	199
5.3.1. Wybór optymalnego wariantu lokalizacji terminalu LNG przy zastosowaniu kryterium minimalizacji ryzyka nawigacyjnego .....	200
5.3.2. Wybór optymalnego wariantu lokalizacji terminalu LNG przy zastosowaniu kryterium minimalizacji ryzyka ekonomicznego .....	202
5.4. Wybór najkorzystniejszego wariantu lokalizacji terminalu LNG na przykładzie budowy terminalu LNG na wybrzeżu polskim (Morze Bałtyckie) .....	208
<b>6. Optymalizacja parametrów torów podejściowych i akwenów portowych terminali LNG .....</b>	<b>215</b>
6.1. Obliczanie szerokości pasów ruchu na podstawie wyników badań symulacyjnych.....	216
6.2. Optymalizacja torów podejściowych.....	225
6.3. Optymalizacja parametrów wejścia do portu i akwenów portowych	233
6.3.1. Metoda określenia optymalnych parametrów wejścia do portu.....	235
6.3.2. Metody określania optymalnych parametrów obrotnic i basenów portowych .....	243
<b>7. Określenie parametrów projektowanych stanowisk przeładunkowych LNG w aspekcie bezpieczeństwa cumowania i postoju gazowców .....</b>	<b>245</b>
7.1. Parametry gazowców LNG decydujące o projektowanych parametrach stanowisk przeładunkowych.....	245
7.2. Parametry stanowisk przeładunkowych określane w aspekcie bezpieczeństwa cumowania i postoju gazowców LNG .....	248
7.2.1. System cumowniczy.....	248
7.2.2. System odbojowy .....	254

7.3. Parametry stanowisk przeładunkowych określone w aspekcie bezpieczeństwa przeładunku gazowców LNG.....	262
<b>8. Specjalistyczne systemy nawigacyjne stosowane w terminalach LNG.....</b>	<b>267</b>
8.1. Nawigacja pilotażowa gazowców LNG .....	267
8.2. Pilotowe systemy nawigacyjne (PNS).....	271
8.2.1. PNS IPPA.....	272
8.2.2. PNS E-Sea Fix.....	273
8.2.3. PNS AM w Szczecinie .....	275
8.3. Nawigacyjne systemy wspomagające manewry cumowania .....	276
Literatura .....	281

Książka obejmuje swoim zakresem problemy projektowania i eksploatacji terminali LNG rozwiązywane w aspekcie bezpieczeństwa nawigacji. W wyniku zastosowań metod inżynierii ruchu morskiego opracowano:

- metody oceny bezpieczeństwa i szacowania ryzyka nawigacyjnego gazowców LNG manewrujących na akwenach ograniczonych,
- symulacyjne metody określenia bezpieczeństwa nawigacyjnego na różnych akwenach manewrowych,
- metodykę lokalizacji terminali LNG w założonym rejonie wykorzystując teorię ryzyka,
- metodę optymalizacji parametrów torów podejściowych i akwenów portowych terminali LNG,
- metody stosowane do określenia parametrów stanowisk przeładunkowych LNG w aspekcie bezpieczeństwa cumowania i postoju gazowców.

Niniejsza publikacja powstała na podstawie wyników badań prowadzonych przez zespół badawczy Inżynierii Ruchu Morskiego Akademii Morskiej w Szczecinie, kierowany przez redaktora merytorycznego i współautorów badań naukowych z tego zakresu na świecie.

Wynikami prac zespołu jest szereg wdrożonych rozwiązań, między innymi takich jak:

- określenie optymalnej lokalizacji oraz parametrów terminalu LNG w porcie zewnętrznym Świnoujścia;
- ekspertyza dotycząca lokalizacji oraz parametrów pływającego terminala LNG w Zatoce Triestenskiej.