

# SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	7
1. WPROWADZENIE .....	11
1.1. Statek jako środek transportowy .....	11
1.2. Wstępne projektowanie statku .....	11
1.3. Miary oceny doskonałości projektu statku .....	13
1.3.1. Sprawność transportowa .....	13
1.3.2. Projektowy wskaźnik efektywności energetycznej EEDI .....	15
1.3.3. Wskaźniki ekonomiczne stosowane do oceny jakości projektu statku .....	19
2. PRZEDMIOT I CEL PROWADZONYCH BADAŃ .....	21
2.1. Problem badawczy .....	21
2.2. Przedmiot badań – prędkość eksploatacyjna statku .....	23
2.3. Cel badań i tezy .....	25
3. KONCEPCJA, HIPOTEZY I ZAKRES REALIZACJI BADAŃ .....	27
3.1. Wstęp .....	27
3.2. Prędkość eksploatacyjna statku w rzeczywistych warunkach pogodowych .....	27
3.3. koncepcja modelu prędkości eksploatacyjnej statku przydatna na etapie projektowania wstępnego .....	29
3.4. Bazy statków transportowych i ich parametry techniczno-eksploatacyjne .....	31
3.5. Określenie zakresu aproksymacji parametrów i właściwości statków transportowych ....	32
3.6. Wykaz parametrów geometrycznych kadłuba statku, znanych na etapie projektowania wstępnego .....	33
3.7. Poszukiwanie postaci funkcji aproksymującej badane właściwości statku .....	33
4. ŚRODOWISKO MORSKIE .....	37
4.1. Elementy środowiska morskiego mające wpływ na średnią statystyczną prędkość eksploatacyjną statku .....	37
4.2. Falowanie wiatrowe .....	37
4.2.1. Falowanie krótkoterminowe .....	38
4.2.2. Falowanie długoterminowe .....	41
4.3. Wiatr .....	45
4.4. Prądy morskie .....	47
4.5. Wykorzystanie parametrów pogodowych do prognozowania średniej statystycznej prędkości eksploatacyjnej statku transportowego .....	49
5. WYZNACZANIE OPORU STATKU W RZECZYWISTYCH WARUNKACH POGODOWYCH .....	55
5.1. Wstęp .....	55
5.2. Opór statku na wodzie spokojnej .....	55
5.3. Dodatkowy opór od prądu powierzchniowego .....	59
5.4. Dodatkowy opór od wiatru .....	60
5.5. Dodatkowy opór od falowania .....	62
5.6. Dodatkowy opór od steru płetwowego .....	65
6. MODEL PARAMETRYCZNY CAŁKOWITEGO OPORU STATKU .....	69
6.1. Wstęp .....	69
6.2. Modele funkcji aproksymującej opór statku na wodzie spokojnej .....	69
6.2.1. Opór statku w ruchu prostoliniowym (bez kąta dryfu) .....	70
6.2.1.1. Określenie zakresu badanych parametrów statków transportowych .....	70
6.2.1.2. Hipotezy robocze dla oporu $R_T$ .....	71
6.2.1.3. Weryfikacja statystyczna i merytoryczna dla oporu $R_T$ .....	72

6.2.2. Modele aproksymujące opór statku na wodzie spokojnej podczas ruchu z kątem dryfu .....	78
6.2.2.1. Hipotezy robocze dla współczynników oporu $C_x(\beta)$ , $C_y(\beta)$ , $C_m(\beta)$ .....	80
6.2.2.2. Weryfikacja merytoryczna sił oporu na wodzie spokojnej .....	83
6.3. Modele funkcji aproksymującej dodatkowy opór od prądu powierzchniowego .....	85
6.4. Modele funkcji aproksymującej dodatkowy opór od wiatru .....	86
6.4.1. Modele funkcji aproksymujących nadwodną powierzchnię statku .....	86
6.4.1.1. Hipotezy robocze dla powierzchni $S_x$ , $S_y$ .....	86
6.4.1.2. Weryfikacja statystyczna i merytoryczna dla powierzchni $S_x$ , $S_y$ .....	87
6.4.2. Modele funkcji aproksymujących współczynniki oporu aerodynamicznego .....	91
6.4.2.1. Hipotezy robocze dla współczynników oporu aerodynamicznego $C_{Ax}$ , $C_{Ay}$ , $C_{Am}$ .....	91
6.4.2.2. Weryfikacja merytoryczna dla współczynników oporu aerodynamicznego $C_{Ax}$ , $C_{Ay}$ , $C_{Am}$ .....	92
6.4.3. Weryfikacja merytoryczna dodatkowego oporu od wiatru .....	96
6.5. Modele funkcji aproksymującej dodatkowy opór od falowania .....	99
6.5.1. Hipotezy robocze dla składowych oporu od fali $R_{xW}$ , $R_{yW}$ , $M_{zW}$ .....	99
6.5.2. Weryfikacja statystyczna i merytoryczna dla składowych oporu od fali $R_{xW}$ , $R_{yW}$ , $M_{zW}$ .....	102
6.6. Modele funkcji aproksymującej dodatkowy opór od steru płetwowego .....	106
6.6.1. Hipotezy robocze dla wielkości $A_R$ , $\lambda$ , $V_R$ .....	106
6.6.2. Weryfikacja merytoryczna składowych sił dodatkowego oporu od steru .....	108
6.7. Końcowa postać modelu aproksymującego całkowity opór statku transportowego .....	111
6.8. Wnioski z opracowanych modeli parametrycznych całkowitego oporu statku .....	113
<b>7. WYZNACZANIE NAPORU ŚRUBY I MOCY NAPĘDU STATKU W RZECZYWI- STYCH WARUNKACH POGODOWYCH</b> .....	115
7.1. Napór śruby okrętowej .....	115
7.1.1. Napór śruby całkowicie zanurzonej .....	115
7.1.2. Spadek naporu podczas wynurzenia się śruby .....	116
7.2. Sprawność napędowa i pole pracy silnika .....	121
7.3. Zmiana punktu pracy układu napędowego pod wpływem dodatkowego oporu .....	123
<b>8. MODEL PARAMETRYCZNY NAPORU I MOCY NAPĘDU STATKU TRANSPOR- TOWEGO</b> .....	127
8.1. Wstęp .....	127
8.2. Modele aproksymacji naporu $T$ i momentu $Q$ na śrubie napędowej .....	127
8.2.1. Hipotezy robocze dla naporu $T$ i momentu $Q$ .....	128
8.2.2. Weryfikacja statystyczna i merytoryczna naporu $T$ i momentu $Q$ na śrubie .....	133
8.3. Modele aproksymacji pola pracy silnika napędowego .....	139
8.3.1. Modele aproksymacji mocy silnika napędowego .....	140
8.3.1.1. Hipotezy robocze dla mocy $N$ silnika napędowego .....	140
8.3.1.2. Weryfikacja merytoryczna dla mocy $N$ silnika napędowego .....	143
8.3.2. Modele aproksymacji obrotów $n_s$ silnika napędowego .....	143
8.3.2.1. Hipotezy robocze dla prędkości obrotowej $n_s$ .....	143
8.3.2.2. Weryfikacja merytoryczna dla prędkości obrotowej $n_s$ .....	145
8.4. Aproksymacje współczynników do sprawności napędowej .....	146
8.4.1. Hipotezy robocze dla współczynników $t$ , $w_T$ , $\eta_{RT}$ .....	146
8.4.2. Weryfikacja statystyczna i merytoryczna dla współczynników $t$ , $w_T$ , $\eta_{RT}$ .....	147
8.5. Wnioski z opracowanych modeli parametrycznych układu napędowego statku .....	150
<b>9. REDUKCJA PRĘDKOŚCI STATKU ZE WZGLĘDU NA NIEBEZPIECZNE ZJAWI- SKA WYWOŁANE FAŁOWANIEM</b> .....	151
9.1. Warunek redukcji prędkości statku .....	151
9.2. Prognozowanie kołysań statku i towarzyszących im zjawisk .....	151
9.2.1. Kołysania statku na fali .....	152

9.2.2. Przyspieszenia statku na fali .....	153
9.2.3. Ruchy względne statku na fali .....	154
9.3. Model parametryczny właściwości morskich statku transportowego .....	157
9.4. Kryteria oceny właściwości morskich statku .....	158
10. METODA WYZNACZANIA ŚREDNIEJ STATYSTYCZNEJ PRĘDKOŚCI EKSPLOATACYJNEJ STATKU TRANSPORTOWEGO PRZYDATNA W PROJEKTOWANIU WSTĘPNYM .....	161
10.1. Wstęp .....	161
10.2. Chwilowa prędkość eksploatacyjna statku .....	161
10.3. Średnia statystyczna prędkość eksploatacyjna statku na danej linii żeglugowej .....	166
11. WYKORZYSTANIE OPRACOWANEJ METODY DO PROGNOZOWANIA ŚREDNIEJ STATYSTYCZNEJ PRĘDKOŚCI EKSPLOATACYJNEJ STATKU TRANSPORTOWEGO NA LINII ŻEGLUGOWEJ NA ETAPIE PROJEKTOWANIA WSTĘPNEGO .....	169
11.1. Wstęp .....	169
11.2. Parametry badanych statków i linii żeglugowe .....	169
11.3. Wyniki obliczeń prędkości eksploatacyjnej dla przykładowych statków i wybranych linii żeglugowych .....	170
11.4. Wnioski z przeprowadzonych obliczeń prędkości eksploatacyjnej statku transportowego za pomocą metody parametrycznej .....	180
12. INNE ZASTOSOWANIA OPRACOWANEJ METODY PARAMETRYCZNEJ DO PROGNOZOWANIA ŚREDNIEJ STATYSTYCZNEJ PRĘDKOŚCI EKSPLOATACYJNEJ STATKU NA ETAPIE PROJEKTOWANIA WSTĘPNEGO .....	189
12.1. Wykorzystanie parametrycznego modelu prędkości eksploatacyjnej w projektowaniu statku .....	189
12.2. Prognozowanie innych parametrów eksploatacyjnych statku transportowego .....	191
12.3. Zastosowanie modelu parametrycznego w analizie efektywności energetycznej statku (wskaźnik EEDI) .....	195
12.4. Zastosowanie modelu parametrycznego w optymalizacji trasy żeglugi statku transportowego .....	197
12.4.1. Wstęp – uwagi o optymalizacji trasy żeglugi statku .....	197
12.4.2. Podstawowe podejście przy wyborze trasy żeglugi .....	197
12.4.3. Zastosowanie opracowanego modelu prędkości eksploatacyjnej do prognozowania trasy żeglugi statku .....	199
12.4.4. Eksperymentalny program komputerowy PRESTAT .....	200
12.4.5. Weryfikacja obliczeń spadku prędkości statku .....	203
13. PODSUMOWANIE I WNIOSKI .....	207
LITERATURA .....	211
Summary .....	219
Zusammenfassung .....	221