

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 , λ , 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
7. WYZNACZANIE NAPORU ŚRUBY I MOCY NAPĘDU STATKU W RZECZYWI- STYCH WARUNKACH POGODOWYCH	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
8. MODEL PARAMETRYCZNY NAPORU I MOCY NAPĘDU STATKU TRANSPOR- TOWEGO	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 , η_{RT}	146
8.4.2. Weryfikacja statystyczna i merytoryczna dla współczynników t , w_T , η_{RT}	147
8.5. Wnioski z opracowanych modeli parametrycznych układu napędowego statku	150
9. REDUKCJA PRĘDKOŚCI STATKU ZE WZGLĘDU NA NIEBEZPIECZNE ZJAWI- SKA WYWOŁANE FALOWANIEM	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 linie 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