

SPIS TREŚCI

Strona

SPIS AKRONIMÓW	9
SPIS SYMBOLI I OZNACZEŃ	13

Część I

PROBLEMATYKA PLANOWANIA PODRÓŻY STATKU W LODACH

Rozdział 1. Informacje wstępne	19
1.1. Wprowadzenie do problematyki	19
1.2. Cel i zakres pracy	28
1.3. Materiały źródłowe i założenia wstępne konstrukcji modelu	30
Rozdział 2. System decyzyjny planowania wstępnego podróży na Północnej Drodze Morskiej	33
2.1. Planowanie wstępne	33
2.2. Schemat ogólny systemu decyzyjnego wstępnego planowania podróży	34
2.3. Procedury cząstkowe systemu decyzyjnego wstępnego planowania podróży	36
2.4. Wybrane modele symulacji podróży tranzytowych statków przez PDM opracowane w latach 1996–2016	42
2.5. Wnioski	43

Część II

WARUNKI ŻEGLUGI W LODACH

Rozdział 3. Wpływ warunków lodowych na realizację transportu morskiego na trasie PDM	47
3.1. Ruch statku na miejscu akcji	47
3.1.1. Zmienność warunków determinujących możliwość pokonywania lodu	54
3.1.1.1. Wpływ wiatru	54
3.1.1.2. Wpływ prądów morskich	55
3.1.1.3. Wpływ prądów pływowych	56
3.1.1.4. Wpływ zmian poziomu morza	57
3.1.2. Zdolność statków do pokonywania lodu o określonych cechach	57

3.1.2.1. Kryteria ustalania bezpiecznej prędkości statku w lodach	57
3.1.2.2. Reguły standardowe	60
3.1.2.3. Szczególne przypadki wpływające na odmienne ustalenie prędkości bezpiecznej statku w lodach.....	62
3.1.2.4. Odstępstwa od standardowych reguł	63
3.1.3. Kryteria ustalania początku okresu łżejszych warunków lodowych, otwierającego prowadzenie żeglugi przez statki bez wzmocnień lodowych	65
3.1.4. Kryteria ustalania końca okresu łżejszych warunków lodowych, zamykającego prowadzenie żeglugi przez statki bez wzmocnień lodowych	66
3.1.5. Rola człowieka w podejmowaniu decyzji i prowadzeniu statku w lodach	67
3.2. Prędkość statków w rejonie PDM na podstawie raportów ze statków w latach 2012–2016.....	69
3.2.1. Rozkład geograficzny ruchu statków w roku 2016.....	69
3.2.2. Prędkości statków nieposiadających wzmocnień lodowych w poszczególnych rejonach i dekadach sezonu nawigacyjnego 2016	72
3.2.3. Analiza statystyczna prędkości statków posiadających różne klasy lodowe i realizujących podróże na PDM w latach 2012–2013	76
3.2.4. Analiza statystyczna prędkości statków bez wzmocnień lodowych realizujących podróże na PDM w roku 2016 samodzielnie i w asyście lodołamaczy.....	77
3.2.5. Zależności prędkości statków od odległości do granic koncentracji lodu.....	78
3.3. Wnioski	79

Część III

NIEBEZPIECZNE ZJAWISKA I ZAGROŻENIA DLA ŻEGLUGI

Rozdział 4. Niebezpieczne zjawiska hydrometeorologiczne występujące na PDM	83
4.1. Przedstawienie zjawisk hydrometeorologicznych wpływających na bezpieczeństwo żeglugi na PDM	84
4.2. Charakterystyka zjawisk hydrometeorologicznych wpływających na bezpieczeństwo żeglugi na PDM	86
4.2.1. Zjawiska związane z formacjami lodowymi	86
4.2.1.1. Lody o znacznych rozmiarach pionowych i poziomych	86

4.2.1.2. Duże anomalie pokrywy lodowej i powierzchni masywów lodowych	87
4.2.1.3. Indywidualne formy lodu	89
4.2.1.4. Intensywny dryf lodu i tzw. rzeka lodów	91
4.2.1.5. Zwężenie się żeglownego kanału powstałego po przejściu lodołamacza	92
4.2.1.6. Wcześniejsze pojawienie się lodu	94
4.2.1.7. Kompleksowe występowanie niebezpiecznych zjawisk	97
4.2.2. Zjawiska niezwiązane z formacjami lodowymi	97
4.2.2.1. Bardzo silny wiatr i porywy wiatru	97
4.2.2.2. Mgła	99
4.2.2.3. Oblepianie kadłuba przez początkowe postacie lodu lub młody lód	102
4.2.2.4. Obladzanie statków i konstrukcji terminali oddalonych od brzegu	103
4.2.2.5. Zmiany poziomu morza względem zera odniesienia	106
4.3. Wnioski	108

Rozdział 5. Wybrane niebezpieczne zjawiska hydrologiczne a planowanie podróży

5.1. Masywy lodowe i powierzchnia zlodzenia	110
5.1.1. Definicja masywów lodowych	110
5.1.2. Lokalizacja masywów lodowych w porze zimowej i letniej	113
5.1.3. Dane statystyczne dotyczące masywów lodowych i powierzchni pokrytej lodem w sezonach nawigacyjnych 1940–1949	116
5.2. Ekstremalnie szybki dryf lodu	120
5.2.1. Lokalizacja występowania zjawiska rzeki lodu	120
5.2.2. Analiza przypadku zjawiska rzeki lodu przy Wyspie Wrangla w roku 2012	122
5.3. Możliwości wstępnego wyznaczania trasy statku na podstawie rosyjskich długoterminowych prognoz warunków żeglugi lodowej na PDM	125
5.4. Typy warunków lodowych i żegluga bezlodowa	130
5.5. Czas trwania żeglugi bezlodowej	131
5.6. Wnioski	131

Część IV

HARMONOGRAMOWANIE TRAS PODRÓŻY

Rozdział 6. Trasy wzdłuż strefy wolnej od lodu na PDM dla statków bez wzmocnień lodowych	137
6.1. Przebieg (rozkład geograficzny) i długość tras	137
6.1.1. Metoda badawcza	138
6.1.2. Otwieranie się mórz dla żeglugi tranzytowej w kierunku wschodnim	139
6.1.2.1. Rozkład geograficzny i długości tras	139
6.1.2.2. Siatka sugerowanych tras	142
6.1.3. Otwieranie się mórz dla żeglugi tranzytowej w kierunku zachodnim	143
6.1.3.1. Rozkład geograficzny i długości tras	143
6.1.3.2. Siatka sugerowanych tras	147
6.1.4. Zamykanie się mórz dla żeglugi tranzytowej w kierunku wschodnim	148
6.1.4.1. Rozkład geograficzny i długości tras	148
6.1.4.2. Siatka sugerowanych tras	150
6.1.5. Zamykanie się mórz dla żeglugi tranzytowej w kierunku zachodnim	151
6.1.5.1. Rozkład geograficzny i długości tras	151
6.1.5.2. Siatka sugerowanych tras	154
6.2. Szerokość strefy wolnej od lodu w szczycie sezonu nawigacyjnego w latach 2008–2016	156
6.3. Długości tras otwierania i zamykania się mórz oraz ich szczególne przypadki	158
6.4. Wnioski	160
Rozdział 7. Daty otwierania i zamykania się mórz dla żeglugi bezlodowej	162
7.1. Metoda badawcza	162
7.2. Daty i czas trwania otwierania i zamykania się rejonów zachodniego i wschodniego dla statków o małym zanurzeniu	163
7.3. Daty i czas trwania otwierania i zamykania się rejonów zachodniego i wschodniego dla statków o większym zanurzeniu	168
7.4. Średnie daty otwarcia części zachodniej i wschodniej PDM dla żeglugi bezlodowej po uwzględnieniu granicznych głębokości 14,5 metrów	169
7.5. Dane statystyczne występowania pierwszego i ostatniego dnia otwarcia tranzytowej strefy bezlodowej	170
7.6. Dane statystyczne liczby dni żeglugi bezlodowej	172

7.7. Wnioski.....	174
-------------------	-----

Część V

MODELE SYSTEMÓW DECYZYJNYCH

Rozdział 8. Zastosowania modelu decyzyjnego wstępnego planowania podróży w transporcie morskim na Północnej Drodze Morskiej	179
8.1. Główne zmienne modelu decyzyjnego	179
8.2. Zastosowanie rosyjskich długoterminowych prognoz warunków żeglugi lodowej do wstępnego planowania podróży	180
8.3. Wyniki nawigacyjne i ekonomiczne wariantów planowania wstępnego podróży statku typu PANAMAX na rok 2017	182
8.4. Wnioski.....	185
Rozdział 9. Planowanie operacyjne i weryfikacja planowania wstępnego podróży	187
9.1. Schemat ogólny modelu decyzyjnego operacyjnego planowania podróży	187
9.2. Procedury cząstkowe modelu decyzyjnego operacyjnego planowania podróży	189
9.3. Zasady przeprowadzenia eksperymentu	191
9.4. Symulacja planowania operacyjnego na podstawie prognoz długoterminowych publikowanych na stronie Administracji PDM	193
9.5. Symulacja planowania operacyjnego podróży na podstawie prognozy statystycznej otwarcia PDM do danego dnia roku z prawdopodobieństwem 50%	196
9.6. Symulacja planowania operacyjnego podróży na podstawie statystycznego średniego dnia otwarcia opóźnionego o odchylenie standardowe	198
9.7. Symulacja planowania operacyjnego podróży na podstawie wykresów aproksymacji wielomianowej otwarcia PDM do danego dnia roku z prawdopodobieństwem 68,3%	199
9.8. Symulacja planowania operacyjnego podróży na podstawie wykresów aproksymacji wielomianowej otwarcia PDM do danego dnia roku z prawdopodobieństwem 70,0%	202
9.9. Wnioski.....	207
Rozdział 10. Podsumowanie i wnioski	210

SPIS RYSUNKÓW	218
SPIS TABEL	220
ZAŁĄCZNIKI	223
1. Charakterystyka klas lodowych statków i ich zdolności do prowadzenia samodzielnej żeglugi na Północnej Drodze Morskiej bez pomocy lodołamaczy	225
2. Dopuszczalne parametry żeglugi lodowej w sezonie wiosenno-letnim na Północnej Drodze Morskiej z uwzględnieniem czasu dopuszczalnej żeglugi na PDM i w rejonie Arktyki kanadyjskiej	227
3. Prędkości statków w lodach na podstawie obserwacji empirycznych	229
4. Parametry eksploatacyjne statku typu PANAMAX	231
5. Wyniki nawigacyjne wstępnego planowania podróży statku dla pięciu analizowanych w pracy wariantów daty rozpoczęcia podróży według kryterium "pierwsza podróż w kierunku wschodnim"	232
6. Wyniki nawigacyjne symulacji operacyjnego planowania podróży dla pięciu wariantów dat rozpoczęcia podróży	234
LITERATURA	239
ABSTRACT	255