

3. ZAŁĄCZNIK DO WNIOSKU

**AUTOREFERAT
przedstawiający opis dorobku i osiągnięć
naukowych, w szczególności określonych
w art. 16 ust. 2 ustawy**

(w formie elektronicznej jako plik: "hab-3.pol.pdf")

**Tadeusz Pastusiak
Akademia Morska w Gdyni,
Wydział Nawigacyjny**

Gdynia, 09.08.2018

1. Imię i Nazwisko

Tadeusz Pastusiak

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe - z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

- stopień doktora nauk geograficznych uzyskany 16.10.2014 r. na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Szczecińskiego w Szczecinie. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Determinanty fizyczno-geograficzne Północnej Drogi Morskiej jako szlaku transportowego” (obroniona z wyróżnieniem).

Promotor:

dr hab. Anna Styszyńska, prof. nadzw. AM.

Recenzenci:

Prof. dr hab. Jacek A. Jania, Zakład Teledetekcji Środowiska oraz Przewodniczący Centrum Studiów Polarnych, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego,

Prof. dr hab. Tadeusz Palmowski, Kierownik Katedry Geografii Rozwoju Regionalnego Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego.

- dyplom kapitana żegluga wielkiej uzyskany w 1997 r.

- dyplom ukończenia studium pedagogiczno-dydaktycznego uzyskany w 1986 r.

- tytuł magistra inżyniera uzyskany w 1979 r. na Wydziale Nawigacyjnym Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni (ocena: bardzo dobry).

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 1979-1986 – asystent, starszy asystent w Instytucie Nawigacji, Wydział Nawigacyjny Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni,

- 1986-1989 – delegowany przez Wyższą Szkołę Morską w Gdyni do prowadzenia zajęć dydaktycznych w Angoli w Centro de Formação Profissional, Ministério das Pescas, CEFOPESCAS w Namibe (Centrum Szkolenia Zawodowego Ministerstwa Rybołówstwa),

- 2008-2015: starszy wykładowca, Katedra Nawigacji, Wydział Nawigacyjny Akademii Morskiej w Gdyni,

- 2015-nadal: adiunkt, Katedra Nawigacji, Wydział Nawigacyjny Akademii Morskiej w Gdyni.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a) tytuł osiągnięcia naukowego:

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Transport określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest jednotematyczny cykl publikacji związanych z bezpieczeństwem transportu morskiego i planowaniem podróży tranzytowych statków przez rejony występowania lodu na Północnej Drodze Morskiej pt. „**Planowanie podróży tranzytowych statków przez Północną Drogę Morską przy niepewnej informacji o warunkach żegluga lodowej**”.

Publikacje przedstawione w punkcie 4b autoreferatu, zamieszczone zostały w załączniku 6 - jako pliki "hab-6.1.pdf ÷ hab-6.10.pdf "

b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe (tytuł publikacji, nazwa wydawnictwa, rok wydania, udział %, współautorzy) - układ chronologiczny

- [1] Principles of vessel route planning in ice on the Northern Sea Route, TRANSNV - International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, No. 4: 587-592, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [2] Functionality of Sea Ice Data Sources on the NSR, TRANSNV - International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, No. 3: 441-450, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [3] Accuracy of Sea Ice Data from Remote Sensing Methods, its Impact on Safe Speed Determination and Planning of Voyage in Ice-Covered Areas, TRANSNV - International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, No. 2: 229-248, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [4] Consistency of data presented on modern maps of ice cover in the Arctic, Polish Cartographical Review, No. 2: 55-66, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [5] Nautical electronic maps of S-411 standard and their suitability in navigation for assessment of ice cover condition of the Arctic Ocean, Polish Cartographical Review, No. 1: 17-28, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [6] The time window for vessels without ice strengthening on the Northern Sea Route, Annual of Navigation, No. 23: 103-119, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [7] The Northern Sea Route as a shipping lane. Expectations and Reality. ISBN 978-3-319-41832-2, ISBN eBook 978-3-319-41834-6, Springer International Publishing AG, Switzerland: 247, 2016, Pastusiak T., 100%.
- [8] Evaluation criteria and approach to voyage planning in ice. Verification on the example of the German ship activity during Second World War, Annual of Navigation, No 25: 5-23, 2018, Pastusiak T., 100%.
- [9] Ice conditions affecting passage of Polish vessels convoy through the NSR in 1956. Long-term ice forecasts and passage strategies, TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 12, No. 1: 101-106, 2018, Pastusiak T., 100%.
- [10] Planowanie samodzielnych podróży tranzytowych statku bez wzmocnień lodowych przez Północną Drogę Morską, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 278, 2018, Pastusiak T., 100%.

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników

Celem naukowym badań wykonanych w jednotematycznym cyklu prac [1-10] było opracowanie metody planowania podróży tranzytowych i harmonogramowania tras podróży statków w rejonach występowania lodu na Północnej Drodze Morskiej. Problemy żeglugi na Północnej Drodze Morskiej, jako alternatywnego szlaku transportowego łączącego Europę z portami Dalekiego Wschodu, nie są dobrze poznane. Zaszła potrzeba zbadania szerokiego spektrum zagadnień, poczynając od określenia źródeł informacji lodowych spełniających potrzeby planowania i harmonogramowania tras podróży, przez określenie rodzajów zagrożeń dla żeglugi wpływających na żeglugę tranzytową na Północnej Drodze Morskiej, wyznaczanie tras o określonym prawdopodobieństwie ich wystąpienia, określenia prędkości i zużycia paliwa statku w

rejonach występowania lodu, ustalenie przedziałów niepewności czynników wpływających na podejmowane decyzje po opracowanie systemu decyzyjnego harmonogramowania tras podróży włącznie.

Trasy podróży statków poza rejonami występowania lodów są wyznaczone z uwzględnieniem głębokości granicznych, wskazujących rejony niewystarczających głębokości akwenu. Takie głębokości uwzględniają zanurzenie statku i rezerwę bezpieczeństwa [7, 10]. Rejony ograniczonych głębokości nie mogą być wykorzystywane dla potrzeb transportu morskiego. Są niezmiennie w czasie i w przestrzeni oraz są możliwe do określenia dla każdego statku na podstawie map nawigacyjnych. W przypadku realizacji transportu morskiego w rejonach występowania lodów ma miejsce dodatkowe ograniczenie przestrzenne w postaci powierzchni morza pokrytej lodem. Rejony występowania lodu zmieniają swoje położenie i cechy pod wpływem oddziaływujących na nie wiatrów i prądów morskich oraz temperatury [5, 7, 9, 10]. W związku z powyższymi warunkami lodowe na trasie planowanej podróży mogą w krótkim czasie zmienić się z bardzo sprzyjających na niemożliwe do pokonania i na odwrót [10]. Z tego powodu ograniczenia przestrzenne spowodowane występowaniem lodu ulegają ciągłym zmianom i są trudne do przewidzenia z większym wyprzedzeniem czasowym niż 3-5 dni [7, 10]. Z tego powodu najdogodniejszym dla planowania trasy podróży w rejonach występowania lodów jest jednoczesne wyświetlanie na jednym ekranie ograniczeń przestrzennych ruchu statku wynikających z granicznych głębokości akwenu i granic powierzchni zlodzonej o znanej koncentracji [9, 10]. Autor zastosował w tym celu program o charakterze GPS/GIS [7, 10].

Najważniejszymi zjawiskami z nawigacyjnego punktu widzenia dla wyznaczania trasy statku są procesy rozwoju i zaniku lodów, formowania się i rozpadu lodu stałego przyległego do brzegu morskiego oraz zachowanie się masywów lodowych i połyni [1]. W różnych porach roku odmienne cechy pokrywy lodowej odgrywają istotną rolę. Zasadniczą regułą jest wyznaczenie trasy statków przez najłżejsze warunki lodowe nawet, jeżeli tak wyznaczona trasa okaże się dłuższa. W sezonie letnim, cechującym się najłżejszymi warunkami żeglugi największą rolę odgrywa koncentracja (zwartość) lodu na powierzchni morza. Opisywana na mapach zlodzenia granica występowania lodu wskazuje rejony dostępne dla statków bez wzmocnień kadłuba dla pływania w lodach (bez klas lodowych). Rejony o koncentracji lodu od 0 do 60% mogą być wykorzystywane do żeglugi przez statki o różnych klasach lodowych. Rejony o koncentracji lodu powyżej 60% są przeznaczone do żeglugi przez lodołamacze oraz statki o wysokiej klasie lodowej przy wsparciu ze strony lodołamaczy.

Podstawowym źródłem informacji podczas planowania podróży statków poza rejonami pokrytymi przez lody są mapy nawigacyjne, które zawierają około 75% niezbędnych informacji. Dokładność wyznaczonej trasy zależy od dokładności wyznaczonej pozycji statku, pozycji przeszkód podwodnych na mapach nawigacyjnych i pozycji przeszkód związanych z występowaniem lodu na morzu. Dokładność pierwszych dwóch jest zadowalająca. W ostatnich latach pojawiła się w Internecie duża liczba map zlodzenia, których dokładność pozycji treści i użyteczność dla celów żeglugi w lodach nie była oszacowana. Nie można więc było wskazać mapy kwalifikujące się do wykorzystania dla potrzeb planowania trasy podróży. Mapy zlodzenia są otrzymywane przeważnie za pomocą metod teledetekcji satelitarnej. Dokładność treści takich map nie jest podawana. Można spotkać w literaturze problemu informacje, że błąd oszacowania koncentracji lodu za pomocą metod teledetekcji satelitarnej może dochodzić do $\pm 5-10\%$ a nawet $\pm 15\%$ koncentracji lodu [3, 7, 9, 10].

W związku z powyższym przeanalizowano znaczną liczbę źródeł informacji dotyczących cech pokrywy lodowej na morzach. W badaniach uwzględniono rozdzielczość, objętość pliku i

związaną z jego pobraniem z Internetu wielkość transferu danych, pracochłonność pobierania pliku z Internetu i ucyfrowienia w komputerze w formie użytecznej do dalszego przetwarzania i wizualizacji, aktualność udostępnianej treści mapy, możliwości eksportu danych do wygodnego w obróbce komputerowej pliku, dostępność i zrozumiałość skali opisywanej cechy lodu, format pliku, zawartość informacji na temat wiarygodności treści mapy oraz trybu cyfryzacji treści mapy [1]. Większość źródeł informacji charakteryzowała się wysoką pracochłonnością. Jediną istotną przyczyną wysokiej pracochłonności była konieczność ręcznego wprowadzania pozycji geograficznej i wartości cechy pokrywy lodowej do komputera. Ze wzrostem jakości informacji i rozdzielczości rosła znacznie objętość pliku. Ograniczenia przepustowości jedyne go dostępnego na wysokich szerokościach geograficznych systemu satelitarnego IRIDIUM znacznie ograniczały dostępność na statku w trakcie podróży źródeł informacji o wyższym wskaźniku jakości i rozdzielczości. Zaproponowano rozwiązanie organizacyjne na poziomie statku poprzez pobieranie z Internetu porównywalnych jakością plików o mniejszej objętości transferu [1]. Większość plików zawierała tylko informację o koncentracji lodu, czyli tej cechy pokrywy lodu, która była najważniejsza dla planowania podróży w letnim sezonie nawigacyjnym. Poważnym problemem było duże opóźnienie udostępniania plików w Internecie i mieszczące się w przedziale od kilku godzin do kilkudziesięciu dni, podczas gdy użyteczne dla potrzeb nawigacji w lodach były tylko te, które były dostępne nie później jak w ciągu 24 godzin od godziny, dla której były opracowane. Poważnym problemem było duże opóźnienie udostępniania plików w Internecie i mieszczące się w przedziale od kilku godzin do kilkudziesięciu dni.

W następnej kolejności zbadano dokładności pozycji treści map zlodzenia a dokładnie pozycji granic lodów o określonej koncentracji [3, 4, 5]. Najpierw porównano położenia granic porównywalnych koncentracji lodu w treści map różnych producentów [4,5]. Średni błąd kwadratowy pozycji punktów referencyjnych na mapach wynosił $\pm 2,0$ km. Przebieg krawędzi początku występowania lodu (granicy strefy bezlodowej) badanych map mieścił się w pasie o szerokości średniej 51,7 km z odchyleniem standardowym równym $\pm 17,6$ km. Szerokość tego pasa zmieniała się w przedziale od 27,9 do 108,7 km. Granice koncentracji lodu 18% i 81% przedstawiane na mapach typu MIZ (Mariginal Ice Zone) wydawanych przez National Ice Center w Stanach Zjednoczonych były spójne z granicami 18% i 81% przedstawianymi na mapach w nowym standardzie S-411 Międzynarodowego Biura Hydrograficznego (IHO) przeznaczonych do wykorzystania na statkach w systemach ECDIS [4]. Mapy typu MIZ były publikowane co 24 godziny zaś mapy w standardzie S-411 tylko raz na 7 dni.

Podobny zestaw map zlodzenia został poddany analizie przy zastosowaniu współczynnika jakości informacji treści mapy [4] obejmującego znacznie mniej kryteriów, niż we wcześniejszej pracy autora [2]. Najwyżej zostały ocenione regionalne mapy rastrowe wydawane przez NOAA w Stanach Zjednoczonych, mapy generalne całego Oceanu Arktycznego w formacie siatkowym typu NetCDF wydawane przez OSISAF i mapy w formacie siatkowym typu GRIB wydawane przez NOAA w Stanach Zjednoczonych. Jednakże pod względem rozdzielczości map i możliwego błędu pozycji związanego z odstępem czasu pomiędzy kolejnymi wydaniem map najkorzystniejszą ocenę uzyskiwały mapy wektorowe w uproszczonej skali typu MIZ w formacie wektorowym Esri Shape i KMZ wydawane przez NIC w Stanach Zjednoczonych [4].

Zbadano również dokładność pozycji przebiegu granic lodu na mapach względem zaobserwowanych przez autora w tym czasie w warunkach rzeczywistych podczas rejsu statku na wysokich szerokościach geograficznych [3]. Najwyższą dokładnością odzwierciedlenia warunków rzeczywistych wykazały rastrowe mapy regionalne Morza Barentsa wydawane przez Norwegian Ice Services (NIS) i rastrowe mapy poszczególnych części Oceanu Arktycznego

wydawane przez NIC (obecnie już nie publikowane). Nieznacznie mniej precyzyjne były mapy wektorowe w uproszczonej skali typu MIZ wydawane przez NIC [3]. Biorąc pod uwagę, że mapy rastrowe wydawane przez NIS nie obejmują całej trasy PDM zaś mapy elips lodowych wydawane przez NIC nie są już wydawane, przyjęto, że mapy wektorowe typu MIZ wydawane przez NIC w odstępach 24 godzin będą wykorzystywane przez autora w dalszych badaniach.

Reguła wyznaczania tranzytowej trasy podróży statku na PDM przez najłżejsze warunki lodowe [1, 9] odniesiona do statków o wysokich klasach lodowych [9] sprowadza się do wyznaczania tras przez wody wolne od lodu dla statków nie posiadających wzmocnień lodowych [10]. Na podstawie danych statystycznych względnej powierzchni zlodzenia mórz Arktyki rosyjskiej opublikowanych przez AARI opracowano wykresy rozkładu skumulowanego dla prawdopodobieństwa wystąpienia strefy tranzytowej wolnej od lodu w kolejnych dekadach czasu (dziesięciodniowych okresach czasu) sezonu nawigacyjnego i na poszczególnych częściach mórz, przez które przebiega PDM w latach 1940-1945. Dla tych lat istnieje relatywnie dobrze opracowana baza danych podróży tranzytowych statków na PDM. Ustalono, że najtrudniejsze warunki lodowe mogły wystąpić w zachodniej części Morza Łaptiewów (Tajmyrski Masyw lodowy) i we wschodniej części Morza Wschodniosyberyjskiego (Ajoński Masyw lodowy) [8]. Wyniki te były spójne z wnioskami opracowanymi na podstawie map typu MIZ wydawanymi w latach 2008-2016 przez NIC w Stanach Zjednoczonych [7, 10]. Najłżejsze i porównywalne warunki lodowe występowały w okresie wszystkich trzech dekad września. Oceniono, że wykorzystywanie wykresów rozkładu skumulowanego dla prawdopodobieństwa zmienianego w sposób ciągły jest dogodniejsze niż stosowanie skokowych (dyskretnych) zmian prawdopodobieństwa dla wartości średniej i odchylenia standardowego.

Na podstawie porównania warunków lodowych występujących podczas pierwszego komercyjnego przejścia statku w roku 1940 zakończonego powodzeniem [8] ustalono związki względnej powierzchni zlodzenia akwenu i zdolności statku do pokonywania lodu mogące służyć ocenie możliwości realizacji transportu morskiego przez PDM na podstawie rosyjskich długoterminowych prognoz warunków żeglugi lodowej podawanych na stronie internetowej Administracji PDM [10]. Powierzchnia zlodzenia morza rzędu 12-20% jest graniczną wielkością pozwalającą na realizację samodzielnej podróży statku posiadającego kadłub ze wzmocnieniami lodowymi bez wsparcia lodołamaczy [8]. Od powierzchni zlodzenia morza równej lub wyższej od 42% statek może uwięznąć w lodach i może nie uwolnić się z lodów samodzielnie bez pomocy lodołamaczy. W powyższych warunkach jest zalecana ciągła asysta lodołamacza. Pomimo wsparcia lodołamacza statek może doznać uszkodzenia kadłuba, steru albo śruby napędowej. Powyżej 80% powierzchni morza pokrytej lodem statek będzie miał trudności w pokonaniu lodu nawet ze wsparciem lodołamacza. Wykresy rozkładu skumulowanego i przedstawione powyżej kryteria zdolności statku do pokonywania lodu [8] wraz z danymi prognoz długoterminowych warunków lodowych podawanych na stronie internetowej Administracji PDM [10] mogą służyć do oceny prawdopodobieństwa osiągnięcia celu z pomocą lub bez pomocy kosztownych usług lodołamaczy.

Analiza krzywych rozkładu skumulowanego dla prawdopodobieństwa wystąpienia pierwszego dnia i ostatniego dnia wolnego do lodu na poszczególnych morzach wykazała, że planowanie podróży tranzytowej przez PDM napotyka trudności przewidzenia daty występowania strefy wolnej od lodów na Morzu Łaptiewów [6]. Prawdopodobieństwo wystąpienia strefy tranzytowej wolnej od lodów na Morzu Łaptiewów nie przekracza 85% [6]. W tak specyficznym przypadku, przyjęcie do harmonogramu planu podróży daty przejścia tranzytowego przez Morze Łaptiewów z prawdopodobieństwem wystąpienia pierwszego dnia otwarcia strefy wolnej od lodu

wynoszącym 100% oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia ostatniego dnia wolnego od lodu (zamknięcia strefy tranzytowej przez lody) wynoszące 89%. Należałoby więc planować przejście Morza Łaptiewów nie później niż w dniu 260 kalendarza juliańskiego, na który przypada najwyższe prawdopodobieństwo wystąpienia strefy tranzytowej wolnej od lodu [6].

Z badań autora wynika, że planowanie podróży i sposób pokonywania rejonów złodzonych wzdłuż trasy PDM zależy od możliwości technicznych statków i lodołamaczy oraz znajomości bieżących i prognozowanych warunków lodowych. Odmienne cechy pokrywy lodowej odgrywają istotną rolę w planowaniu trasy statku w różnych porach roku [1]. Jeżeli statki i/lub lodołamacze nie są w stanie pokonać napotkanych trudnych warunków lodowych w jednym sezonie nawigacyjnym, to musi być podjęta decyzja czy statek będzie zimował w pobliskim miejscu schronienia i kontynuował podróż w następnym letnim sezonie nawigacyjnym, czy zawróci do portu początkowego i będzie próbował pokonać całą trasę PDM w następnym sezonie nawigacyjnym [9]. Alternatywnym rozwiązaniem może być realizacja podróży przez rejony wolne od lodu przez Kanał Sueski albo Kanał Panamski. Występujące w ostatnich latach od 2008 do 2016 łżejsze warunki lodowe związane ze zmianami klimatu sprawiają, że można planować i realizować podróż samodzielną statków posiadających wysoką klasę lodową [7] oraz nie przystosowanych do żeglugi w lodach [10] bez wsparcia lodołamaczy. W przypadku statków nie posiadających klasy lodowej zawsze istnieje ryzyko konieczności korzystania z kosztownych usług wsparcia lodołamaczy albo zawrócenia do portu początkowego [10].

Dla potrzeb harmonogramowania podróży tranzytowych statku przez PDM potrzebna jest znajomość okienka czasowego czyli okresu czasu, w którym wzdłuż wszystkich mórz występuje ciągła strefa wolna od lodu [6, 7, 8, 10]. Statki posiadające wzmocnienia lodowe kadłuba mogą nawigować samodzielnie w lodach o koncentracji nie przekraczającej dopuszczalne dla ich klasy lodowej wielkości form lodu. Liczbę dni występowania okienka czasowego oraz daty początku oraz końca jego występowania można określić statystycznie na podstawie danych historycznych [6, 7, 8, 10]. Możliwe jest również prognozowanie warunków lodowych i okienka czasowego na podstawie krzywych trendu [7, 9, 10]. Jednakże wykorzystanie wartości średnich i odchyłek standardowych [6, 7, 8, 10], krzywych rozkładu skumulowanego [6, 8] albo krzywych trendu [7, 9, 10] do prognozowania warunków lodowych w kolejnym sezonie nawigacyjnym jest obarczone dużymi błędami ze względu na znaczne międzyroczne anomalie powierzchni złodzenia mórz i powierzchni masywów lodowych [6, 7, 8, 9, 10]. Stwierdzono, że dane historyczne dat otwarcia i zamknięcia tranzytowej strefy wolnej od lodu nie mają rozkładu normalnego. Z tego powodu krzywe rozkładu skumulowanego można traktować tylko jako pierwsze przybliżenie prawdopodobieństwa zaistnienia strefy wolnej od lodu. W celu wykorzystania zalet ciągłości zależności dat otwarcia i zamknięcia strefy tranzytowej dla żeglugi bezlodowej z prawdopodobieństwem ich zaistnienia, obrazowanych za pomocą krzywych rozkładu skumulowanego, wprowadzono podobnie skonstruowane krzywe na podstawie danych historycznych aproksymowane wielomianem drugiego stopnia [10].

Jeżeli zamierza się rozpocząć podróż, oczekując 100% pewności wystąpienia warunków bezlodowych wzdłuż całej trasy PDM, to należy wyczekiwać dnia, kiedy warunki bezlodowe zostaną potwierdzone w treści map złodzenia otrzymanych metodami teledetekcji satelitarnej [7]. Jednakże może się okazać, że w ciągu kolejnych kilku - kilkunastu dni podróży statku warunki lodowe ulegną istotnemu pogorszeniu, co będzie wymagało zmiany planowanego przebiegu trasy [7] powodując jej wydłużenie albo może spowodować niemożliwym kontynuowanie podróży [9, 10].

Operatorzy statków często przyjmują liczbę kolejnych podróży zrealizowanych w danym miesiącu jako uproszczone kryterium efektywności ekonomicznej użytkowania statku. Autor posłużył się tą koncepcją do wyznaczenia celu eksploatacji statku na PDM, którym jest realizacja dwóch kolejno następujących po sobie podróży tranzytowych przez Północną Drogę Morską na zasadzie „tam i z powrotem” [6, 10]. Stawia to wyższe wymagania przed harmonogramowaniem tras podróży [6, 10], niż planowanie podróży tylko w jednym kierunku [7]. Koncepcja harmonogramowania planu trasy dwóch następujących po sobie podróży tranzytowych przez PDM na zasadzie „tam i z powrotem” w postaci schematu ideowego i algorytmu wykonanego w arkuszu kalkulacyjnym [6] została rozwinięta w kolejnej pracy autora [10].

Do celów planowania trasy podróży są zwyczajowo wykorzystywane trasy wyznaczone na podstawie różnych źródeł informacji, zarówno zalecanych przez Administrację PDM jak i pochodzące ze źródeł badań naukowych [7]. Większość tych źródeł informacji pochodziło sprzed okresu przyspieszonej redukcji powierzchni zlodzenia i powierzchni masywów lodowych w Arktyce. W związku z powyższym autor opracował zgeneralizowane przebiegi tras na podstawie kierunku uwalniania się mórza, przez które prowadzi PDM i powstawania tranzytowej strefy wolnej od lodu dla wschodniej i zachodniej części PDM oraz dla okresu otwierania się i zamykania się tej strefy dla żeglugi bezlodowej w latach przyspieszonej redukcji powierzchni zlodzenia w Arktyce od 2008 do 2016 [10]. Oczekuje się, że tak otrzymane przebiegi wierniej odzwierciedlają aktualnie występujące zjawiska hydrologiczne w Arktyce i zapewniają wyższą powtarzalność wyznaczonych tras w kolejnych sezonach nawigacyjnych.

Zastosowano aproksymowanie prędkości lodołamacza w lodzie o różnej koncentracji i grubości za pomocą funkcji wielomianowej [3]. Po uwzględnieniu bezpiecznych prędkości statków wynikające z przepisów klasyfikacyjnych otrzymano współczynniki bezpieczeństwa służące do obliczania bezpiecznej prędkości statków o różnych klasach lodowych. Metoda dała spójne wyniki w odniesieniu do średnich prędkości technicznych statków typu „Norilsk SA-15” posiadających klasę lodową ULA (L1 Super, Arc5). Można więc było zastosować tą metodę do wyznaczania prędkości statków posiadających różne klasy lodowe w szerokim zakresie cech lodu istotnych dla potrzeb planowania podróży w sezonie letnim (koncentracji i grubości lodu).

Na podstawie analizy wpływu niedokładności treści różnych źródeł informacji ustalono możliwe rozbieżności oszacowania prędkości statków w rejonie zlodzonym [3]. Oszacowana średnia prędkość dla statków o niskiej klasie lodowej L3 (Ice2) wyniosła 5,0 węzłów w przedziale od 3,3 do 5,2 węzłów a dla statków o wysokiej klasie lodowej L1 (Arc4) wynosiła 9,7 węzłów w przedziale od 6,5 do 12,1 węzłów. Odchylenie standardowe prędkości dla obu klas lodowych było rzędu $\pm 18\%$. Taki może być błąd oszacowania czasu podróży tranzytowej statku w przypadku niewłaściwie dobranych źródeł informacji o warunkach zlodzenia mórza, przez które przebiega PDM.

Odmianą metodę określenia prędkości statku w rejonach zlodzonych na PDM zastosował autor na drodze analizy wiedzy ekspertów żeglugi w lodach [7] oraz po uwzględnieniu własnych badań szczególnego przypadku zakończonej powodzeniem podróży tranzytowej statku w roku 1940 [10]. Ustalono, że bezpieczna prędkość statku winna uwzględniać warunki lodowe, klasę lodową, wielkość oraz stan techniczny statku. Jeżeli zaistniałe okoliczności żeglugi pozwoliłyby na rozwinięcie dużych prędkości, to jednak nie powinny one w rejonach występowania lodów przekraczać 12 węzłów [6, 7, 10]. Dane źródłowe pochodziły w większości przypadków z okresu przed przyspieszeniem redukcji powierzchni lodów i powierzchni masywów lodowych w Arktyce związanym ze zmianami klimatu. W następnej kolejności autor przeprowadził analizę statystyczną prędkości statków na PDM w latach 2011-2106 [10]. Średnia prędkość statków nie

posiadających wzmocnień lodowych wzdłuż całej trasy PDM wynosiła około 9 węzłów w przedziale od 3,3 do 15,0 węzłów. Przyjęto, że prędkość 9 węzłów jest zbieżna z wynikami innych badań autora [3, 7] i może być przyjęta do obliczania czasu trwania podróży statku nie posiadającego wzmocnień lodowych bez wspomagania lodolamaczy na etapie wstępnego planowania podróży [10].

Stwierdzono, że średnia prędkość statków nie posiadających wzmocnień lodowych przy granicy lodów o koncentracji 18% wynosiła 8,4 węzłów a przy granicy lodów o koncentracji 81% około 7,8 węzłów [10]. Statki te nie wchodziły w lody głębiej, niż na odległość 40 Mm od granicy koncentracji 18% i 20 Mm od granicy koncentracji 81% wyznaczonych na mapach lodowych typu Mariginal Ice Zone zachowując jednak odpowiednio zredukowane prędkości. Z powyższych wyników statystycznych wynika, że w rzeczywistych warunkach żeglugi lodowej statki nie posiadające wzmocnień lodowych, prowadzone przez doświadczonych oficerów lodowych i sterników [10], są w stanie kontynuować podróż na nieznacznych odległościach wewnątrz stref określonych granicami koncentracji 18% a nawet 81% przy odpowiednio zredukowanych prędkościach odpowiednich do zaistniałych warunków żeglugi lodowej i ograniczeń konstrukcji statków. Uwaga ta dotyczy tylko zastosowanych do badań statystycznych map typu MIZ wydawanych przez NIC w Stanach Zjednoczonych.

Omówienie niepewności towarzyszących harmonogramowaniu tras podróży

Admiralicja Brytyjska zaleca, aby plan podróży uwzględniał dokładność i jakość każdej wykorzystywanej elektronicznej mapy nawigacyjnej i określał wpływ tej dokładności i jakości na bezpieczeństwo żeglugi. Biorąc powyższe pod uwagę, ustalono w cyklu monotematycznych publikacji zakresy niepewności albo niedokładności informacji, ustalone w trakcie procesu badawczego. Proces badawczy obejmował sekwencję procedur niezbędnych do harmonogramowania trasy podróży. Sekwencja procedur została przedstawiona na rycinach 1 i 2, bez rozdzielania na te procedury, które występują w planowaniu wstępnym albo bieżącym. Ze względu na dostępną w ostatnich latach w Internecie bardzo dużą liczbę map form lodu o bardzo zróżnicowanej treści i formie zapisu, należało wpięrw ustalić użyteczność tych map do celów planowania podróży statku w rejonach występowania lodu. Procedura doboru źródła informacji uwzględniała cztery kryteria: przepustowości systemu łączności satelitarnej, jakości informacji, rozmycia pozycji i pory roku. W celu doboru właściwego źródła informacji należało ustalić priorytetowe kryterium doboru źródła informacji, odpowiednio do zaistniałych okoliczności planowania. Po podjęciu wyważonej decyzji, które źródło informacji spełnia potrzeby planowania podróży, było ono pobierane z Internetu i wprowadzane do komputera tak, aby mogło być wizualizowane na ekranie w postaci mapy. Czas pobierania pliku poszczęólnych map mógł bardzo różnić się i zależał od objętości pliku. Ze wzrostem jakości ogólnej źródła informacji wydłużał się czas pobierania pliku i opóźniał się moment jego dostępności dla użytkownika. Pracochność procesu digitalizacji, czyli sposobu i czasu wprowadzania plików albo ich treści wraz ze współrzędnymi pozycji geograficznej do programu wizualizacji i dalszego wykorzystania były bardzo zróżnicowane. Najniższą pracochnością cechowały się pliki wektorowe i tekstowe zawierające informacje o pozycji geograficznej treści mapy.

Długość trasy zależała od doboru odcinków trasy. Dobór uwzględniał prawdopodobieństwo powtarzalności trasy w kolejnym roku oraz znajomość prognozowanych albo aktualnie występnujących warunków lodowych wzdłuż Północnej Drogi Morskiej. Trasa najbardziej prawdopodobna miała długość 6.289 Mm. Maksymalnie różniące się warianty tras mogły

wynosić 6.865 Mm czyli być dłuższe o 9,2% od trasy najbardziej prawdopodobnej. O tyle mógł wydłużyć się czas podróży.

W celu ustalenia czasu podróży wymagana była znajomość prędkości średniej na poszczególnych odcinkach trasy. Na podstawie opracowanego wzoru dla statków o różnych klasach lodowych i możliwych rozbieżności cech pokrywy lodowej (koncentracji i grubości lodu) przedstawianych na różnych mapach zlodzenia dla statku o najniższej klasie arktycznej L1 (Arc4) prędkość statku wynosiła średnio 9,7 węzłów w przedziale od 6,5 do 12,1 węzłów. Natomiast średnia prędkość dla statków o niskiej klasie lodowej L3 (Ice2) wyniosła 5,0 węzłów w przedziale od 3,3 do 5,2 węzłów. Ze względu na niedokładną znajomość cech pokrywy lodowej otrzymanych metodami teledetekcji satelitarnej rzeczywiste prędkości mogły być mniejsze nawet o 34% od prędkości średniej.

Na podstawie raportów dziennych dostarczanych przez statki nie posiadające wzmocnień lodowych podróżujących samodzielnie bez wsparcia lodołamaczy otrzymano prędkość średnią 11,3 węzłów w przedziale od 3,3 do 15,0 węzłów. Rzeczywista prędkość statku mogła być więc mniejsza nawet o 33%. Możliwe rozbieżności prędkości statków otrzymane różnymi metodami okazały się bardzo zbieżne.

Na ustalenie prędkości statku w lodach wpływały kryteria występujących wokoło statku warunków lodowych i wzmocnienia lodowe kadłuba tego statku. Znaczny i trudny do oszacowania wpływ na rzeczywistą prędkość średnią statku w rejonach występowania lodu odgrywa czynnik ludzki, czyli wiedza i doświadczenie załóg statków. Trak więc, niedokładnie znana długość trasy (błąd oszacowania do 9,2%) i prędkość statku (błąd oszacowania do 34%) oraz trudny do oszacowania czynnik ludzki wpływają na wypadkowy rzeczywisty wynik czasu podróży.

Na określenie warunków lodowych wynikających z dokładności pozycji treści mapy lodowej wpływa dodatkowo odstęp czasu pomiędzy kolejnymi wydaniem danej mapy form lodu. Od jednego do kolejnego wydania mapy, pozycja określonych cech lodu ulega przemieszczeniu wraz z dryfem lodu wywołanym prądami morskimi i wiatrem. Prędkość i kierunek dryfu lodu są również określone z ograniczoną dokładnością na innych specyficznych mapach o ile takie mapy są dostępne.

Wyznaczenie daty początku lekkich warunków żeglugi lodowej (ryc. 1) przedstawiane było na stronie internetowej Administracji PDM w dziesięciodniowych odstępach czasu. Taka jest więc nieprecyzyjność wskazania daty sprzyjającej rozpoczęciu żeglugi tranzytowej statku nie posiadającego wzmocnień lodowych. Data początku narastania pokrywy lodowej (zamykania się strefy tranzytowej) była podawana z dokładnością do jednego dnia.

Ustalanie daty początku albo końca występowania tranzytowej strefy wolnej od lodu za pomocą wykresów linii trendu dla zadanego poziomu prawdopodobieństwa (ryc. 1 i 2) obarczone było błędem do 4,5 dni. Data minięcia przez statek rejonu blokującego trasę była więc obciążona błędem wynikającym z niedokładności wyznaczenia linii trendu, długości części trasy podróży do zadanego rejonu i prędkości statku.

Błąd wyznaczenia daty początku albo końca występowania strefy tranzytowej wolnej od lodu (ryc. 2) należy powiększyć odpowiednio o niepewność występowania przejścia bezlodowego w przesmyku lodowym (zwięźnieniu przejścia pomiędzy lodami) związaną z niedokładną znajomością położenia granic lodu o określonej koncentracji w treści mapy zlodzenia. Należy przyjąć, że niedokładna znajomość granicy lodu wynosiła nie mniej jak 20 Mm.

Po uwzględnieniu powyższych procedur można obliczyć, czy cel podróży (harmonogramowania trasy) będzie osiągnięty. Jednakże wynik obliczeń nie uwzględnia

wymienionych powyżej przedziałów niepewności. Osoba podejmująca decyzje winna uwzględnić nie tylko sam wynik obliczeń odniesiony przeważnie do wartości średniej, ale również przedziały niepewnych wartości od najmniejszych do największych opierając się na własnej wiedzy, doświadczeniu i zaistniałych okolicznościach żeglugi.

Najważniejsze osiągnięcia cyklu prac

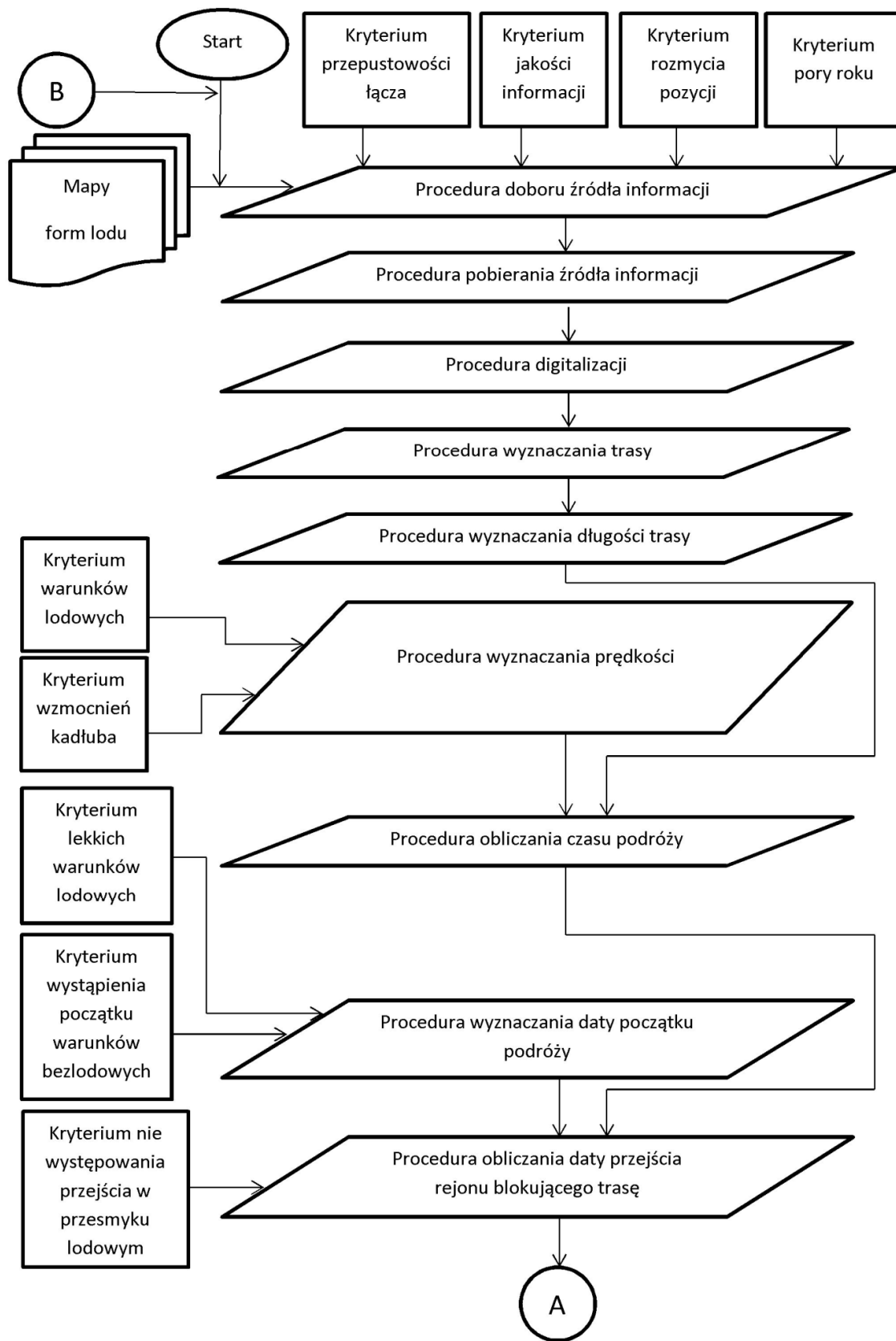
W omawianym cyklu prac wprowadzono usystematyzowanie wiedzy w postaci drzewa decyzyjnego (schematu) [1, 2, 6, 7, 10], opracowano modele decyzyjne przedstawiające dane wejściowe, kryteria oceny za pomocą wskaźników jakości dostosowanych do tematyki podejmowanych decyzji i możliwe decyzje w sposób prosty i przejrzysty. Opracowano kryteria oceny użyteczności źródeł informacji i możliwości pozyskiwania ich w trakcie realizowanej podróży statku na wysokich szerokościach geograficznych [2]. Zmniejszono pracochłonność pobierania danych z Internetu i wprowadzania do systemu przetwarzania danych [2], zmniejszono udział „czynnika ludzkiego” w procesie przetwarzania danych i przedstawiania wyników w arkuszach kalkulacyjnych do podejmowania decyzji [6, 7, 10].

Rozwiązałem szereg problemów leżących przed planowaniem podróży statków z wyprzedzeniem 1-6 miesięcznym. Zaproponowałem rozwiązanie problemu niskiej przepustowości jedyne go dostępnego na wysokich szerokościach geograficznych systemu łączności satelitarnej. Tym samym wskazałem drogę pozyskiwania w trakcie podróży map złodzenia na potrzeby planowania podróży. Wykazałem zakresy niepewności lub błędu informacji dotyczących prognozowania rozwoju floty handlowej i wykorzystania Północnej Drogi Morskiej jako ważnego sezonowego szlaku transportowego pomiędzy Europą i portami Dalekiego Wschodu oraz kwestie jakości informacyjnej i dokładności pozycji treści map lodowych z uwzględnieniem rozdzielczości i aktualności map. Wskazałem przebieg najbardziej prawdopodobnych tras dla żeglugi na początku i na koniec okresu żeglugi bezlodowej w kierunku wschodnim i zachodnim z określeniem prawdopodobieństwa ich powtórzenia w przyszłych sezonach nawigacyjnych. Opracowałem metodę określania czasu trwania okienka czasowego, daty jego początku i końca dla określonej wartości prawdopodobieństwa ich spełnienia.

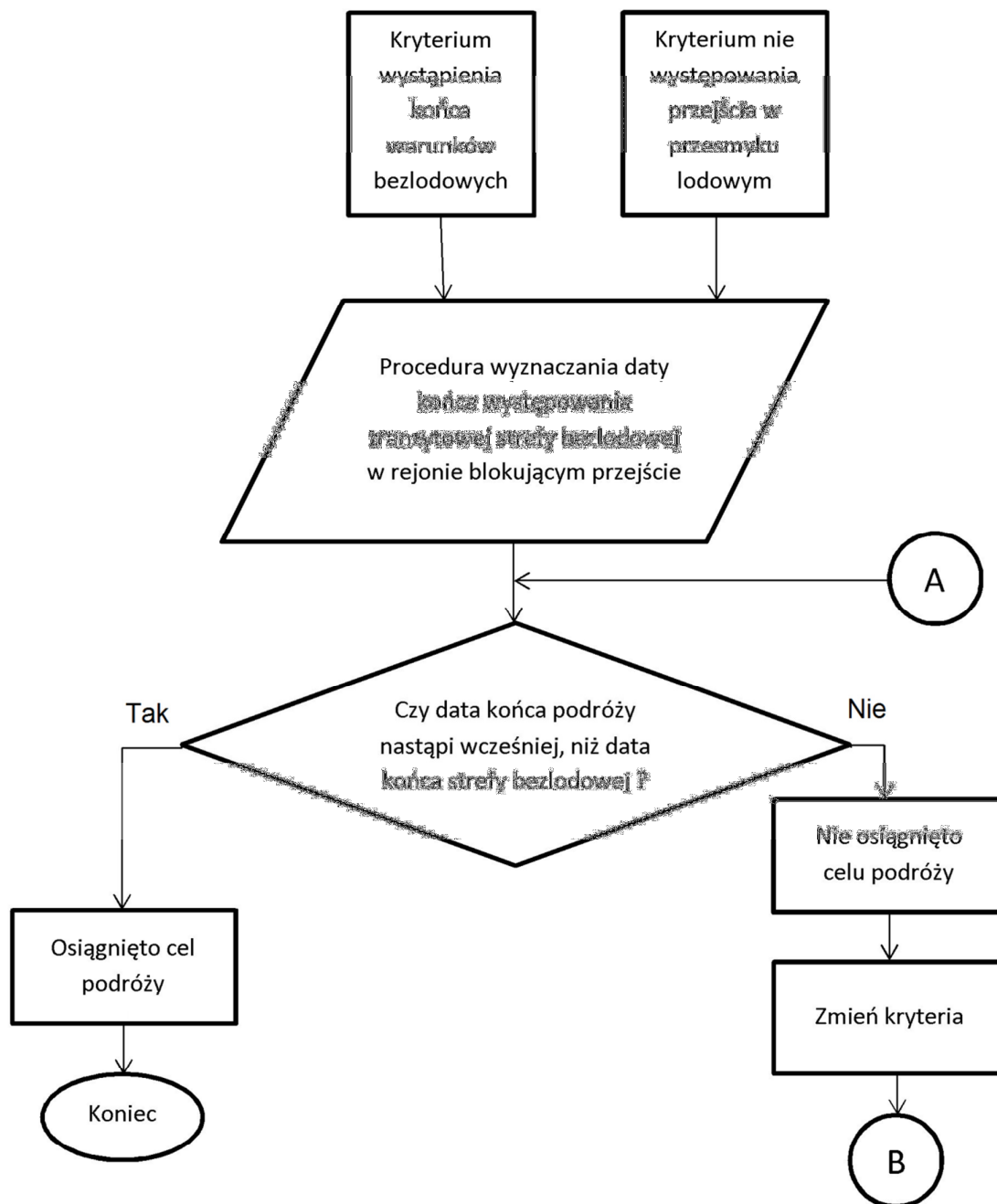
Wyjaśniłem znaczenie wiedzy i doświadczenia załóg statków dla osiągnięcia celu ekonomicznego i bezpieczeństwa żeglugi w rejonach złodzonych na Północnej Drodze Morskiej. Zaproponowane systemy decyzyjne, przedstawiające dane wejściowe, kryteria oceny za pomocą wskaźników jakości i możliwe decyzje w sposób prosty i przejrzysty wprowadziły postęp technologiczny, innowacyjność i mogą służyć do opracowania systemu wspomagania decyzji. Cyfryzacja procedur i algorytmów nie ma wprowadzić całkowicie automatycznego podejmowania decyzji ale zmniejszyć wpływ „czynnika ludzkiego” na popełnianie błędów przy podejmowaniu decyzji. W efekcie końcowym cyklu publikacji opracowałem koncepcję i algorytm efektywnego ekonomicznie planowania kolejnych po sobie następujących podróży statków bez wzmocnień lodowych, które są powszechnie dostępne na rynku transportowym.

Omówienie ewentualnego wykorzystania osiągniętych wyników

- Metoda harmonogramowania tranzytowej trasy podróży statku nie posiadającego wzmocnień lodowych przez Północną Drogę Morską w obecnym kształcie stanowi w pełni funkcjonalne narzędzie, które można zastosować zarówno na statkach i/lub w biurach operatorów statków, czarterujących albo w firmach konsultingowych do planowania wstępnego i operacyjnego podróży statków. Po implementacji przedstawionych rozwiązań powinna być uzyskana poprawa bezpieczeństwa transportu morskiego i zmniejszenie kosztów podróży statków w rejonach polarnych. Metoda powinna stworzyć warunki dla zwiększenia zatrudnienia w przedsiębiorstwach



Ryc. 1. Procedury planowania i kryteria decyzyjne zawierające elementy niepewności – etap 1.



Ryc. 2. Procedury planowania i kryteria decyzyjne zawierające elementy niepewności - etap 2.

żeglugowych i aktywizacji transportu morskiego na nowym perspektywicznym szlaku transportowym bez konieczności ponoszenia przez firmy transportowe kosztownych inwestycji w droższe w eksploatacji i niekonkurencyjne w innych rejonach świata statki przystosowane do pokonywania lodów.

- Wyniki prognoz długoterminowych zmian czasu trwania żeglugi bezlodowej w letnim sezonie nawigacyjnym na Północnej Drodze Morskiej wraz z przedstawionymi przedziałami niepewności powinny umożliwić planowanie aktywności przedsiębiorstw żeglugowych polegającej na

planowaniu przyszłych szlaków transportowych oraz budowaniu statków dostosowanych do tych szlaków i panujących na nich warunków lodowych.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych

Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych zamieszczono w załączniku 4 (w pliku "**hab-4.pol.pdf**").

5.1. Działalność naukowo - badawcza, dydaktyczna i organizacyjna prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk (1979-1989, 2008-2014)

W okresie poprzedzającym obronę rozprawy doktorskiej moja praca naukowa skupiała się na bezpieczeństwie żeglugi, zabezpieczeniu działań człowieka na morzu i badaniach oceanologicznych i hydrograficznych. Obejmowała ona systemy kontroli ruchu statków, strefę bezpieczeństwa wkoło statku (domena), oznakowanie nawigacyjne, falowanie morskie oraz terenowe prace oceanograficzne i hydrograficzne.

W ramach działalności badawczej:

- uczestniczyłem w pracach i obozach naukowych Studenckiego Koła Naukowego Oceanografów Uniwersytetu Gdańskiego (1975-1981),
- organizowałem badania i pomiary batymetryczne przejścia Głębinka i wraków na Zatoce Puckiej (1980-1981),
- prezentowałem referat na seminarium międzynarodowym "Kinnvika and Svalglac Workshop", „Contribution to safe navigation in poorly charted regions” (2010 – przedstawiłem wyniki badań prowadzonych w czasie rejsów badawczych na Spitsbergenie),
- uczestniczyłem w wyprawach polarnych (praca na statkach i na lądzie):
1977-1978 – w Antarktyce na statku Antoni Garnuszewski – rejs - 5 miesięcy, w tym prace terenowe z naukowcami ze Stanów Zjednoczonych,
1979 - w Arktyce na statku Jan Turlejski – rejs - 4 tygodnie,
1979-1980 - w Antarktyce na statku Antoni Garnuszewski – rejs - 3 miesiące,
2009 - w Arktyce na statku Horyzont II (rejs wiosenny – 3 tygodnie, na stanowisku starszego oficera statku badawczego),
2009 - w Arktyce na statku Horyzont II (rejs jesienny – 3 tygodnie, na stanowisku kapitana statku badawczego. W tym czasie był realizowany Projekt Specjalny MNiSW 111/IPY/2007/0, grant MNiSW N N525 350038, Projekt Specjalny MNiSW nr IPY/279/2006 oraz projekt IPY-58 KINNVIKA i IPY 4 2007/09, w tym również międzynarodowy Workshop i badania naukowe oraz pomiary echosondą wielowiązkową w rejonie Zatoki Isvika),
2010 - w Arktyce na statku Horyzont II (rejs wiosenny – 3 tygodnie, na stanowisku kapitana statku badawczego),
2010 - w Arktyce na statku Horyzont II (rejs jesienny – 3 tygodnie, na stanowisku kapitana statku badawczego, w tym międzynarodowy Workshop SORBENT i badania echosondą wielowiązkową w pobliżu lodowców znajdujących się we fiordzie Hornsund, w rejonie Brepollen),

W ramach działalności dydaktycznej:

- prowadziłem zajęcia z podstaw nawigacji, astronawigacji, dewiacji kompasu magnetycznego, nawigacji technicznej (urządzenia nawigacyjne i urządzenia radarowe), oznakowania

nawigacyjnego, nawigacji (pływy i prądy pływowe, loksodroma i ortodroma, kartografia), urządzeń pomiarowych i referencyjnych, nawigacji (systemy ECDIS) i nawigacji (planowanie podróży statku).

- podczas delegowania mnie do pracy w Angoli w Centro de Formação Profissional, Ministério das Pescas, CEFOPESCAS w Namibe prowadziłem zajęcia (w języku portugalskim) z nawigacji, astronawigacji, meteorologii i oceanografii, praktyk na statku i sprzętu połowowego (często jako kapitan, mechanik i instruktor w jednej osobie), statków i urządzeń okrętowych (odpowiednik wiedzy okrętowej, mechaniki okrętu oraz stateczności i niezatapialności w Wyższej Szkole Morskiej), sygnalizacji i łączności oraz wyposażenia nawigacji i łączności (odpowiednik nawigacji technicznej - urządzeń radarowych, elektro-nawigacyjnych i nawigacyjnych w Wyższej Szkole Morskiej). W tym czasie (1986-1989) opracowałem w języku portugalskim 14 obszernych (po kilkadziesiąt stron każdy) rękopisów skryptów w 2-4 kopiach i pomocy dydaktycznych.

W ramach działalności organizacyjnej:

- opracowywałem programy nauczania dla jednolitych studiów magisterskich na Wydziale Nawigacyjnym Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni dla specjalności Transport morski (1979), byłem współtwórcą programu tej specjalności,

- byłem członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej w Wyższej Szkole Morskiej w Gdyni w roku 1982,

- prowadziłem prelekcje związane z rekrutacją młodzieży licealnej do Wyższej Szkoły Morskiej w roku 1983,

- byłem opiekunem grupy studenckiej podczas wymiany szkoleniowej, na lądzie w odwiedzanych uczelniach w portach w Bremie i Londynie (rejs statku Horyzont – 2 tygodnie),

- byłem opiekunem roku pierwszego studentów biorących udział w rejsie statku szkolnego Dar Młodzieży do Japonii w roku 1983-1984 (7 miesięcy),

- byłem wykładowcą i opiekunem grup studenckich uczestniczących w wizytacjach na uczelniach i w szkołach podczas rejsu statku Dar Młodzieży do Japonii (1983-84, 7 miesięcy) oraz dalej w latach 1985-1986,

- podczas delegowania mnie do pracy w Angoli w Centro de Formação Profissional, Ministério das Pescas, CEFOPESCAS w Namibe byłem koordynatorem specjalności dydaktycznej „Captura” („Połowy”), koordynatorem i organizatorem praktyk oraz kierownikiem odpowiedzialnym za utrzymanie statków szkolnych CEMAR,

- Minister Rybołówstwa Angoli powierzył mi zadanie pozyskiwania statków dla odtworzenia floty rybackiej Angoli (6 miesięcy w roku 1989). Zajęcie to ze względu na ograniczony do trzech lat okres mojego pobytu w Angoli ograniczyło się do weryfikacji zdolności morskich i możliwości wykorzystania dla potrzeb rybołówstwa tonażu ówczesnie dostępnego w Angoli,

- w ramach pracy w Urzędzie Morskim w Gdyni (1994-1997) uczestniczyłem w międzynarodowych konferencjach dot. bezpieczeństwa żeglugi. Była to konferencja IMO w Londynie (podczas konferencji IMO byłem oficjalnym przedstawicielem Polski wyznaczonym przez Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej), konferencja IALA w Paryżu i spotkanie robocze Podkomitetu IMO (COMSAR) w Bremie)

- opracowywałem programy nauczania i karty przedmiotów dla nowych specjalności studiów drugiego stopnia Żegluga Arktyczna i Technologie Offshorowe (2011-2012) – pięć przedmiotów (Systemy pomiarowe i referencyjne (ŻA), Żegluga w lodach (ŻA), Oznakowanie i infrastruktura nawigacyjna w Arktyce (ŻA), Komputerowe wspomaganie nawigacji (ŻA), Systemy referencyjne i pomiarowe (TO),

- zaprojektowałem laboratorium na 12 stanowisk do przedmiotu „Urządzenia pomiarowe i referencyjne” z instrukcjami ćwiczeń stanowiskowych (2012). Prace obejmowały wyselekcjonowanie oprogramowania, organizacja zakupu i uruchomienie oprogramowania komputerowego dla laboratorium oraz organizację i prowadzenie zajęć laboratoryjnych i wykładowych przez pierwszy rok studiów drugiego stopnia dla specjalności Technologie Offshorowe

5.2. Działalność naukowo-badawcza prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk (2014-2018)

W ramach mojej pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora, poza wątkiem badawczym omówionym już w punkcie 4c autoreferatu, można wydzielić jeszcze jeden wątek tematyczny, dotyczący badań geofizycznych, batymetrycznych i hydrograficznych. Wątek ten dotyczy głównie rejonów występowania lodów. Jest on również związany z bezpieczeństwem żeglugi statkami i małymi jednostkami pływającymi w rejonach występowania lodu na wodach polarnych i wzdłuż płytkich rejonów polskiego wybrzeża.

2015-nadal. Realizacja projektów badawczych dla zwiększenia bezpieczeństwa żeglugi na wodach przybrzeżnych Bałtyku obejmujące badanie dna morza i przeszkód podwodnych (niebezpieczeństw) na Zatoce Puckiej. Ponieważ uczelnia wyższa nie mogła realizować formalnego projektu dla Urzędu Morskiego, organizacja projektów opiera się na wystąpieniu o zgodę Urzędu Morskiego w Gdyni na wykonywanie badań i następnie przekazywaniu Urzędowi Morskiemu sprawozdań z wyników prac badawczych. Dotychczas złożono jedno sprawozdanie. Na podstawie materiałów badawczych zawartych w pierwszym sprawozdaniu opublikowano już jeden artykuł w czasopiśmie naukowym.

2015 – recenzowanie artykułów w zagranicznym czasopiśmie naukowym The Royal Journal of Navigation (lista A, 25 pkt) - 2 artykuły,

2015 - prezentacja funkcjonalności i zastosowania echosondy wielowiązkowej w badaniach dna morza w rejonach niezbadanych (na statku Horyzont II, podczas międzynarodowego Workshopu na Spitsbergenie – rejs 3 tygodnie),

2016 – prezentacja na międzynarodowej konferencji naukowej “Natural Resources and Integrated Development of Coastal Areas in the Arctic Zone”, Archangielsk, organizowanej przez Federalną Agencję Organizacji Naukowych, w tym Rosyjską Akademię Nauk,

2016 - prezentacja wyników badań naukowych na Spitsbergenie podczas Copernicus Meetings of European Geosciences Union, Wiedeń, Austria.

2016 – opracowanie metody badań geofizycznych i hydrologicznych oraz wykonywania pomiarów z pontonu RIB we fiordzie Hornsund na Spitsbergenie wzdłuż lodowca Hansbreen (finansownie wyjazdu przez Instytut Geofizyki PAN w Warszawie) – 7 dni, w związku z projektem SvalGlac - Sensitivity of Svalbard glaciers to climate change, the ESF Project.

2018 - złożenie wniosku na projekt badawczy w ramach konkursu Miniatura 2, organizowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Temat projektu: Bezpieczeństwo jednostek pływających w pobliżu czoła cielącego się lodowca.

W wyniku prowadzonych przeze mnie prac naukowo-badawczych powstał dorobek naukowy, który obejmuje: 36 publikacji naukowych (w tym 2 monografie), 5 referatów na konferencjach naukowych, 2 referaty na innych konferencjach i 1 opracowanie z zakresu bezpieczeństwa żeglugi w rejonach przybrzeżnych Bałtyku jako kierownik zadania i wykonawca

(2015-2016). Dwa kolejne opracowania są w trakcie realizacji (2016-2018). W roku 2018 złożyłem wnioski w konkursie Narodowego Centrum Nauki MINIATURA 2.

Wskaźniki moich dokonań naukowych związanych z zaprezentowanym dorobkiem, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 roku w sprawie kryteriów osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego § 4 oraz § 5 wynoszą (stan na dzień 03.06.2018).

– Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: IF= 2,302,

– Liczba cytowań publikacji według bazy: Web of Science (WoS): 15, Google Scholar: 72, Scopus: 14, Research Gate: 30,

– Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): 2, według bazy Google Scholar: 5, według bazy Scopus: 2, Research Gate: 3 (Research Gate Score: 11,62)

Liczba punktów za publikacje przed uzyskaniem stopnia doktora: 14,05 pkt; po uzyskaniu stopnia doktora: 199 pkt; przed rokiem 1989: nieokreślone. Razem: 213,05 pkt. Punktacja jest zgodna z ilością punktów przyznawanych w roku ich publikacji.

5.3. Działalność dydaktyczna po obronie pracy doktorskiej (2014-2018)

W ramach działalności dydaktycznej:

2014-2018 - prowadziłem zajęcia z podstaw nawigacji, dewiacji kompasu magnetycznego, nawigacji (planowanie podróży statku) i podstaw żeglugi w lodach.

2013-2018 - opracowanie, administrowanie, poprawianie i uzupełnianie strony internetowej www.ekspedycje.strefa.pl jako źródła informacji i odnośników do literatury i pomocy dydaktycznych dla studentów z zakresu nawigacji – semestr 1, 2 i 6,

2018 - tłumaczenie z języka angielskiego *Specyfikacji minimalnego standardu kompetencji w zakresie podstawowego szkolenia załóg dla statków eksploatowanych na wodach polarnych (Amendments to Part A of the Seafarers Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Code, Resolution MSC.417(97))* na potrzeby Wydziału Kształcenia i Kwalifikacji, Departamentu Edukacji Morskiej, Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej,

2018 - tłumaczenie z języka angielskiego *Specyfikacji minimalnego standardu kompetencji w zakresie zaawansowanego szkolenia załóg dla statków eksploatowanych na wodach polarnych (2016 Amendments to Part A of the Seafarers Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Code, Resolution MSC.417(97))* na potrzeby Wydziału Kształcenia i Kwalifikacji, Departamentu Edukacji Morskiej, Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej.

5.4. Działalność organizacyjna po obronie pracy doktorskiej (2014-2018)

2016-nadal - Członek Rady Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni,

2016-nadal - Członek Uczelnianej Komisji Dyscyplinarnej dla Nauczycieli Akademickich Akademii Morskiej w Gdyni,

Odpowiedzialny za realizację na III roku studiów stacjonarnych i niestacjonarnych Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni zajęć dydaktycznych z przedmiotu Nawigacja prowadzonego przez Katedrę Nawigacji (2017-nadal),

2018 - Opracowanie propozycji siatki godzin przedmiotów specjalistycznych dla specjalności Żegluga Arktyczna na studiach drugiego stopnia,

5.5. Uzyskane nagrody, wyróżnienia i odznaczenia

1. Nagrody przyznane przez Rektora Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni (1981, 1983, 1984, 1985) za działalność naukową, badawczą, dydaktyczną i wychowawczą,
2. Podziękowania od pracodawców zagranicznych (1989, 1994, 1998, 2004) za dobre wyniki w pracy zawodowej na stanowiskach zarządzania,
3. Odznaczenie „Zasłużony Pracownik Morza” (2009),
4. Złoty Medal „Za długoletnią służbę” (2012) za wzorowe i wyjątkowo sumienne wykonywanie obowiązków wynikających z pracy zawodowej, naukowej i dydaktycznej, potwierdzone przyznanymi nagrodami i wyróżnieniami,
5. Złoty Medal „Komisji Edukacji Narodowej” (2017) za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania
6. Nagroda II-go stopnia przyznana przez Rektora Akademii Morskiej w Gdyni (2014) za wyróżniające osiągnięcia naukowo-badawcze, za wdrożenia wyników badań do praktyki, rozwój kadry naukowej i osiągnięcia dydaktyczne,
7. Nagroda I-go stopnia przyznana przez Rektora Akademii Morskiej w Gdyni (2017) za wyróżniające osiągnięcia naukowo-badawcze, za wdrożenia wyników badań do praktyki, rozwój kadry naukowej i osiągnięcia dydaktyczne.

