

EUGENIUSZ KAZANECKI

Katedra Eksploatacji Statku

Wyższa Szkoła Morska w Gdyni

INFORMACJA HYDRO-KLIMATYCZNA W STREFACH POLARNYCH A BEZPIECZEŃSTWO STATKU

1. WPROWADZENIE

Niezależnie od znacznego postępu w projektowaniu coraz to doskonalszych konstrukcji statków i wsparcia technologicznego żeglugi, operowanie statkiem w strefach polarnych pozostaje nadal jednym z najbardziej ryzykownych przedsięwzięć i sprawdzianem zarówno dzielności statku jak i odwagi i kwalifikacji marynarzy (Lamson, 1980). Jest wiele powodów tego, iż nieczęsto notuje się wstrzasające katastrofy morskie na wodach zarówno Arktyki jak i Antarktyki.

Marynarze pokonują wrogie im morza polarne "brutalna siła i szczęściem. Nastał jednak czas by nawigację na wodach arktycznych wesprzeć nauką" (Allard, 1983). Statystyki uszkodzeń statków wskazują na wzrastającą ich z roku na rok liczbę, np. w Arktyce Kanadyjskiej od 14 w roku 1982, 32 w 1983, 36 w 1984 do 40 w 1985 roku (Transport Canada, 1986).

Najprostszymi wnioskami wywiedzionymi z powyższego, przez konstruktorów statków zwłaszcza, są dodatkowe wzmocnienia kadłuba, które powinny problem w znacznej mierze rozwiązać. Jest to, nie umniejszając jego znaczenia, jeden z czynników. Podstawową regułą nawigacji na morzach polarnych jest unikanie kontaktu z lodem jeżeli tylko istnieje alternatywna trasa. By tej reguły przestrzegać niezbędna jest dokładna i aktualna informacja hydro-meteorologiczna (Duda i in., 1970).

Prowadzenie statku w lodach wymaga szczególnego rodzaju kwalifikacji. Składają się na nie wiedza i doświadczenie dotyczące zjawisk niezwykle różnorodnych, które w języku angielskim określa się jako "ice seamanship".

Oprócz tego, prowadzenie statku w lodach wymaga czegoś nieuchwytnego, a co możnaby nazwać "zmysłem lodu" (ice sense), "czuciem lub instyktem lodu" - feel or the instinct for ice (Parnell, 1986). Od nawigatora manewrującego statkiem w lodach wymaga się oprócz wiedzy i doświadczenia, ogromnego skupienia, zaangażowania wszystkich sił psychicznych i fizycznych w czynność, do której możnaby jedynie porównać podchodzenie do lądowania samolotu w trudnych warunkach meteorologicznych. W krótkich okresach czasu nawigator na statku musi podejmować setki decyzji, których trafność decyduje o:

- bezpieczeństwie życia ludzi na statku,
 - całości statku i zawartego w nim ładunku,
 - bezpieczeństwie środowiska, w którym statek porusza się
- bezpieczeństwie ekonomicznym ludzi korzystających z tego środowiska (Voelker i in., 1987).

2. RODZAJE INFORMACJI NIEZBĘDNYCH DLA ZEGLUGI W LODACH.

Lód zawsze przedstawiał znaczące zagrożenie dla bezpieczeństwa statku. Jedną z podstawowych trudności w tego rodzaju żegludze jest brak na mostku statku dokładnej i bieżącej informacji o warunkach lodowych panujących poza zasięgiem widzialności optycznej lub też poza zasięgiem wykrywalności lodu przez radar. Tradycyjna żegluga w lodach opierała się, w wyborze drogi, na ograniczonych informacjach archiwalnych (Jurdziński, 1989); dotychczasowych doświadczeniach kapitana w żegludze na tym akwenie lub też wykorzystaniu ograniczonego wieloma czynnikami rekonesansu ze śmigłowca.

Statki operujące w lodach wymagają informacji zwanych strategicznymi, taktycznymi i bliskiego zasięgu. Informacje strategiczne zawierają opis warunków lodowych, które napotkać można na całej drodze statku. Te informacje wykorzystuje się dla wyboru i zaplanowania zasadniczych tras, które statek będzie pokonywał za kilka dni lub nawet tygodni. Pomimo, iż dokładność informacji winna być zawsze maksymalna, dokładność

większości informacji strategicznych może być umiarkowana, określana jako dokładność od setek metrów do jednej mili morskiej. Przekazywanie tych informacji z pewnym opóźnieniem jest dopuszczalne ze względu na to, iż warunki lodowe zmieniają się stosunkowo wolno w tej skali synoptycznej. Ten rodzaj informacji dostarczają systemy satelitarne i zwiadów lotniczych.

Informacje taktyczne zawierają opis warunków lodowych, które mogą być napotkane przez statek w ciągu 24 do 48 godzin. Zasięg zwiadu określany jest przez prędkość statku i warunki lodowe. Dane taktyczne używane są do bieżącego wyboru trasy, stąd ich osiągalność winna być natychmiastowa lub niemal natychmiastowa. Dokładność zaś winna umożliwiać określenie form i położenie lodu w stosunku do statku. Minimalna częstotliwość uzyskania takich informacji określana jest jako przynajmniej raz dziennie, zdolność wykonywania obserwacji winna być niezależna od światła dziennego i pogody. Zwykle dokładność takiego rozpoznania sięga 20 - 40 m co pozwala na identyfikację niebezpiecznych form lodu.

Uzupełnieniem strategicznej i taktycznej informacji jest ciągła informacja o bliskim zasięgu (od 0 do 10 Mm) pozwalająca uniknąć bezpośrednich zagrożeń podczas żeglugi.

Podstawowymi wymogami tego rodzaju informacji są dane przekazywane i uaktualniane w sposób ciągły, dokładność pozwalająca na rozróżnianie takich form lodu jak kry lodu wieloletniego itp. Formy lodu z informacji bliskiego zasięgu winny być możliwe do identyfikacji w danych informacji taktycznej. Ze względu na wymóg ciągłości przekazywania danych, ten rodzaj informacji oparty jest o środki rozmieszczone na samym statku.

Specyfika informacji lodowej wymaga by z danych taktycznych i bliskiego zasięgu określić można było:

- takie formy jak: pojedyncze grzbiety wału tłoczni, pola lodowego gruzu, kanały i płonie;
- zasięg lodu;
- typ i wiek (wieloletni, jednoroczny, góry lodowe);
- grubość lodu;
- siły wewnątrz pola lodowego (zwierania lub rozwierania)

3. SATELITARNE SYSTEMY WYKRYWANIA LODU.

Istnieje co najmniej kilka systemów satelitarnych użytecznych w wykrywaniu lodu. Wymienić należy wpierw te, które pracują w pasmach wizyjnych lub podczerwieni. Amerykańskie satelity pogodowe pokrywają pas około 2800 km i każdy z akwenów Antarktyki obrazowany jest do 10 razy dziennie. Statki wyposażone w automatyczny odbiornik obrazu z procesorem mogą odbierać obraz o stosunkowo niedużej dokładności z tych oraz radzieckich satelitów pogodowych. Dokładność rzędu 4 km ogranicza bezpośrednie użycie danych w celach nawigacyjnych. Jednakże w dobrych warunkach widzialności pionowej (brak pokrywy chmur), krawędzie lodu lub duże skupiska lodu są łatwe do zlokalizowania. Dokładność około 1 km osiągalna jest z satelitów pracujących w pięciu kanałach o różnych widmach, z których dwa są wizyjne, zaś trzy pracują w pasmach podczerwieni. Znacznych rozmiarów paraboliczna antena odbiorcza ogranicza ten ostatni system tylko do stacji brzegowych.

Francuskie satelity pogodowe LANDSAT i SPOT zapewniają większą dokładność, jednakże częstotliwość przelotów jest zbyt mała, stacje odbiorcze zaś zbyt skomplikowane dla bezpośredniego użycia ich na statku. System SPOT posiada możliwość sterowania satelitami co pozwala na częstsze "pokrycie" interesującego akwenu pasem o szerokości ok. 60 km. Jest to wciąż możliwość pokrycia rzędu raz na kilka dni. System LANDSAT dysponuje możliwością powtarzania tylko co 18 dni.

Wszystkie te systemy posiadają kilka ograniczeń które poddają w wątpliwość ich użyteczność w nawigacji taktycznej:

1. wykrywalność ograniczona jest przez pokrywę chmur i brak światła dziennego;
2. posiadają ograniczoną zdolność wykrywania krawędzi lodu;
3. trudno odróżnić lód wieloletni od jednorocznego oraz odróżnić góry lodowe w lodzie morskim;
4. dokładność systemu NOAA nie pozwala na określenie stopnia koncentracji lodu.

Zaletą systemów wykrywających przy pomocy mikrofal (aktywnych czy pasywnych) jest ich niezależność od chmur i światła. Jednym z najdokładniejszych tego rodzaju systemów jest wywodzący się z marynarki wojennej Stanów Zjednoczonych SAR (Synthetic Aperture Radar System). Również radzieckie systemy satelitarne używają radarów lotniczych SLAR (Side Looking Airborne Radar System).

Mikrofale pasywne używane są do określania rodzaju lodu. Różnorodna emisyjność różnych typów lodu w bardzo wysokich częstotliwościach wykorzystana została do określania procentowej ilości wody otwartej, lodu pierwszorocznego i wieloletniego. Dokładność kalkulacji zwiększa się poprzez jednoczesne obserwacje lodu w kilku częstotliwościach i polaryzacjach. SMMR (Multichannel Microwave Radiometer) osiąga mimo to niewielką stosunkowo dokładność ok. 10 Mm.

4. LOTNICZE SYSTEMY WYKRYWANIA LODU.

Zwiady lotnicze również używają omówionych wyżej systemów. Przeważają jednak radary impulsowe ze względu na to iż fale radarowe w paśmie VHF są stosunkowo dobrze odbijane przez lód. Niektóre z systemów radarowych wykorzystywane są do pomiaru grubości lodu z dokładnością większą niż osiąga się przez wiercenie.

Systemy SAR i SLAR odznaczają się tu znacznie większą dokładnością niż stosowane z satelitów. Dokładność jest tu funkcją odległości od powierzchni Ziemi. Typowe wartości dokładności 50 km pasa pokrycia SLAR, to 40 m po wewnętrznej stronie pasa i 200 do 400 m po jego zewnętrznej stronie (Leavitt i in., 1987). Te dokładności przewyższają obserwacje systemem SAR, którego odebrany sygnał podlega dodatkowej obróbce. Pozwala to na niezawodną interpretację obrazu z wyróżnieniem poszczególnych form lodu.

Obydwa systemy posiadają te ograniczenia, iż grubość lodu można przy ich pomocy określić tylko w przybliżeniu na podsta-

wie wieku lodu oraz ograniczenie poważniejsze, trudności w interpretacji obrazu podczas okresów topnienia lodu, kiedy na jego powierzchni występuje woda.

5. STATKOWE SYSTEMY WYKRYWANIA LODU.

Większość wysiłków nad usprawnieniem takich systemów, dotyczyło doskonalenia radaru. Na tym polu odnotowano znaczne sukcesy. Radary RIDS (Radar Ice Detection System) - wysyłające odpowiednio krótkie impulsy o wąskiej charakterystyce promieniowania, z odpowiednio wzniesioną anteną, kolorowym monitorem, możliwością wprowadzenia obrazu do pamięci, przywoływania go w celu interpretacji, magazynowania dla analiz porównawczych; to niektóre z nowości w technice wykrywania lodu przez radar. Radary posiadają doskonałą rozróżnialność co pozwala na wykorzystanie go jako bardziej efektywne narzędzie dla uniknięcia zagrożenia niekontrolowanego zetknięcia się statku z lodem.

Lotnicze zwiady przy pomocy systemu SAR dostarczają raz lub dwa razy dziennie obraz warunków lodowych. Rzeczą wielkiej wagi acz trudną jest zidentyfikować ślad (pozycję) statku na obrazie lotniczym. Jeżeli to zostanie wykonywane, obserwacje radarowe prowadzone na statku winny być stale odnoszone do obrazu lotniczego, uwzględniając dynamikę tak statku jak i różnych form lodu.

Wspomnieć należy o wieloletnich już próbach użycia sonaru (jako sondy poziomej) do wykrywania gór lodowych, ich części zanurzonej w wodzie. Dotychczas jednak nie rozwiązano problemu różnej propagacji fal ze względu na różną głębokość oceanicznych warstw powierzchniowych wody.

Zaletą temu systemowi nie przysparzają częste uszkodzenia przez lód przetwornika umieszczonego na podwodnej części dziobu statku. Jeżeli jednak jest stosowany, to aby mówić o pełnej interpretacji obrazu i określeniu pozycji wykrytego obiektu, należy jednocześnie analizować wskazania radaru i systemu.

6. PRZEKAZYWANIE INFORMACJI.

Wszystkie systemy generujące dane wykorzystywane w nawigacji statku w lodach, muszą być wyposażone w niezawodny system komunikacji w celu dostarczenia danych w tym momencie, kiedy są one jeszcze przydatne. Jest to jednym z podstawowych warunków użyteczności systemu, jako że warunki lodowe zmieniają się często radykalnie w ciągu kilku godzin.

Tradycyjną metodą transmisji danych na statki jest przekazywanie ich do centralnego ośrodka, gdzie zbierane są różne materiały przedstawiające sytuację lodową w postaci zdjęć, raportów. Na tej podstawie sporządzane są mapy sytuacji lodowej przesyłane na statki, do stacji brzegowych etc. W niektórych sytuacjach, zwłaszcza w tzw. nawigacji taktycznej, ten sposób transmisji uważa się za niedostateczny. Nawet bardzo dokładne mapy sytuacji lodowej są mało przydatne dla statków operujących w lodzie o dużej zwartości, zwłaszcza na akwenach, gdzie występuje lód wieloletni. Zbyt wiele szczegółów występujących na tego rodzaju mapie, utrudnia porównanie ich do rzeczywistej sytuacji lodowej widzianej z mostka nawigacyjnego, szczególnie w sytuacji znaczącej dynamiki lodu. Stąd przeważa tendencja dostarczania na statek bezpośrednio obrazu sytuacji lodowej pochodzącego ze zwiadu lotniczego. Kapitanowie korzystający z tego rodzaju informacji preferują własną interpretację obrazu niż korzystanie z wyników czyjejś pracy.

7. ZAKOŃCZENIE.

Niniejsza praca przedstawia problem w bardzo ogólnym zarysie. Należałoby wziąć pod uwagę, iż ten sam problem jest z gruntu różny dla wód Arktyki i Antarktyki. Autor celowo oparł się głównie na danych kanadyjskich uznając je, poza dostępnością, jako reprezentatywne dla wód Arktyki. Należy przy tym pamiętać, iż północne wody polarne z roku na rok w większym stopniu wykorzystywane są przez różne gałęzie przemysłu

(Lamson, 1987), podczas gdy Antarktyka to wciąż jeszcze problem tylko rybołówstwa, zaopatrywania stacji badawczych i szczytkowego cruisingu turystycznego (Woroch, 1980). Organizacja zwiadu lodowego, przepływu informacji na wodach Antarktyki jest wciąż jeszcze problemem oczekującym rozwiązania.

W pracy nie wydzielono problemu zagrożenia żeglugi przez góry lodowe, a jest on z gruntu różniącym się od problemów manewrowania statkiem w lodzie morskim (Kalicki i in. 1978). Na wodach Północnego Atlantyku, katastrofa s/s "Titanic" przyspieszyła systemowe rozwiązania problemu wykrywania gór lodowych i przekazywania danych na statki (Coast Guard ..., 1982).

BIBLIOGRAFIA

- Allard D., Artic shipping. Transpo, 6, 1983.
- Coast Guard Puts a Patrol "on Ice". Proceedings of the Marine Safety Council. Vol.39, No.1, January, 1982.
- Duda D., Jankowski E., Kazanecki E., Żegluga w warunkach lodowych. WSM Gdynia, 1970.
- Jurdziński M., Nawigacyjne planowanie podróży. WM, Gdańsk 1989.
- Kalicki T., Kazanecki E., Analiza całokształtu problemów nawigacyjnych i eksploatacyjnych statku szkolno-towarowego "Antoni Garnuszeński" w podróży antarktycznej 1977/78. WSM Gdynia, 1978.
- Lamson C., Safe Shipping in the Canadian Arctic: Risks and Responsibilities. Marine Technology Society Journal, vol. 21, No.3, September 1987.
- Leavitt E.D., Mc Avoy G., Remote Sensing in Ice Navigation. Marine Technology Society Journal, Vol.21 No.3, September 1987.
- Parnell G.Q., Ice Seamanship. The Nautical Institute, London, 1986.
- Transport Canada. Statistical Summary of Marine Accidents 1985 Marine Casualty Investigations, Ottawa, 1986.
- Trójjęzyczne zestawienie terminologii lodów morskich z komentarzami. PAN Sopot, II wyd., 1980.
- Woroch J., Żegluga na wodach antarktycznych w aspekcie praktyki morskiej. IES WSM, Gdynia, (maszynopis), 1980.
- Voelker R.P., Daley C.G., Glen I.F., Application of Expert Systems to Ice Piloting and Ice Navigation. Marine Technology Society Journal, Vol.21, No.3, September 1987.