

ZJAWISKA LODOWE NA MORZU

St. mar. pchor. Adrian Borkowski

Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, 23565@edu.amw.gdynia.pl

STRESZCZENIE

W opracowaniu przedstawiono krótką charakterystykę lodu oraz rodzaje i formy zjawisk lodowych, które możemy spotkać na morzu podczas żeglugi. Zachwycają one swoją różnorodnością form i rodzajów. Ich występowanie jest coraz bardziej zagrożone, zależy bowiem od wielu czynników klimatycznych i środowiskowych. Gdy lepiej poznamy zjawiska spotykane na morzu może docenimy ich piękno i wzmocnimy działania mające na celu ich ochronę.

Słowa kluczowe:

lód morski, rodzaje lodu, formy lodu morskiego, ocieplenie

WPROWADZENIE

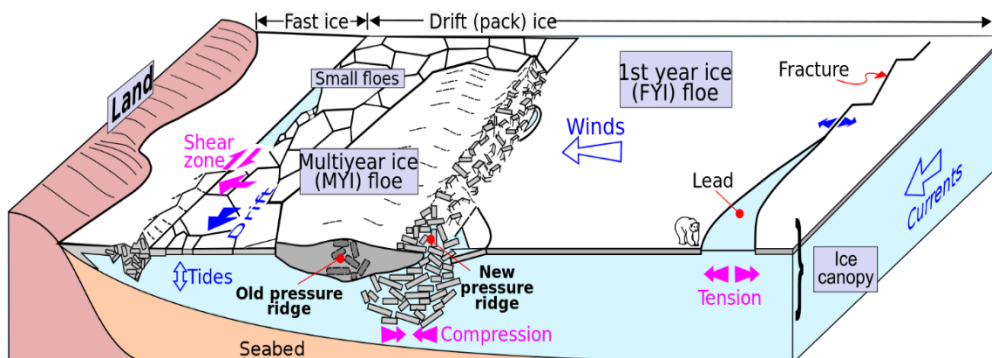
W ostatnim czasie coraz więcej mówi się i powstaje artykułów naukowych na temat wiele lat temu mało znanych zjawisk lodowych na morzu. Niewiele osób jednak zdaje sobie sprawę jak fundamentalną rolę odgrywają one dla polarnego ekosystemu. Co więcej, wpływ morskiego lodu nie jest regionalny, lecz globalny, a jego obecność ma istotne znaczenie dla klimatu Ziemi. Historia pokazuje również, iż część z tych zjawisk może stanowić wielkie niebezpieczeństwo dla człowieka jak np. zderzenie statku RMS Titanic z górą lodową i w konsekwencji jego zatonięcie 15 kwietnia 1912 r. Oczywiście wpływ na tę tragedię miało także wiele innych czynników, jednakże ta ogromna bryła lodu bezpośrednio spowodowała katastrofę i odebrała życie ponad 1 500 osobom. Przez ostatnie lata region arktyczny stanowił centrum zainteresowania i skupienia zespołów oraz ośrodków naukowych m.in. przez dodatnie sprzężenie zwrotne dotyczące zmiany temperatury powierzchni planety, jak również zmniejszenie obszarów koncentracji lodu. Według pomiarów satelitarnych

prorowadzonych przez Narodowe Centrum Danych Lodu i Śniegu (NSIDC) wrześniowe minimum zasięgu lodu pływającego w Arktyce nastąpiło 18 września i wyniosło tylko 4,15 mln km². Jest to o około 1,8 razy mniej w porównaniu do roku 1980 r. [10]. Co ciekawe ilość lodu, a co za tym idzie zjawisk lodowych na Arktyce znacznie różni się od ilości na Antarktyce ze względu na różnice w klimacie i geografii obu stref Ziemi. Niestety porównywanie warunków i badanie trendu przez krótki okres jest niewystarczające, by zrozumieć długotrwały wpływ klimatu na morski lód. Świat lodu skrywa mnóstwo fascynujących zjawisk i niesamowicie malowniczych form, które do dzisiaj potrafią zaskakiwać badaczy i naukowców. Powstaje również dużo atlasów i map lodów dokumentujących najróżniejsze formy zjawisk lodowych, które co pewien okres są aktualizowane [9]. Wraz z upływem czasu wiedza ludzka i możliwości zwiększają się, a ludzie odkrywają coraz więcej negatywnych, jak i pozytywnych skutków zmniejszania pokrywy lodowej. Badania trwają mniej więcej od 1900 r. z powodu wcześniejszej niedostępności tych terenów, a coraz intensywniej rozwijająca się militarna i cywilna infrastruktura tylko to ułatwia [4]. W moim opracowaniu scharakteryzuję lód morski, a także omówię jego formy i rodzaje.

CHARAKTERYSTYKA LODU MORSKIEGO

Encyklopedia PWN podaje definicję lodu morskiego jako lód powstający w morzu, w temperaturze wody ok. -1°C do -2°C , zależnie od jej zasolenia. Jako że lód jest mniej gęsty niż woda, unosi się na powierzchni oceanu. Badania pokazują, że lód ten pokrywa około 7% powierzchni Ziemi i 12% światowych oceanów, a znaczna jego część znajduje się w regionach polarnych na Oceanie Arktycznym i Oceanie Południowym [11]. Często myli się niestety lód morski z lodem słodkowodnym, gdzie różnic jest mnóstwo i są one bardzo wyraźne. Cechą różniącą oba rodzaje lodów jest przede wszystkim zasolenie. Wynosi ono poniżej 1% w zależności oczywiście od wieku i prędkości powstawania lodu. Kolejnymi cechami różniącymi są pojemność cieplna i gęstość. Jest ona rozpatrywana w granicach 0,72–0,94 g/cm³, jednak średnio wynosi 0,91 g/cm³ [11]. Ta zależy od porowatości i zasolenia. Następną cechą charakterystyczną jest jego zmiana w ciągu roku. Jeśli mówimy o półkuli północnej, marzec to miesiąc, kiedy jego zasięg jest największy, jednak największej pomiarów i wykonywanych badań przypada na wrzesień, kiedy to zasięg jest najmniejszy. Określa się to tzw. wrześniowym minimum [11]. Na drugiej półkuli wygląda to z oczywistych powodów zupełnie na odwrót, a minimum przypada na luty. Lód morski zaczyna się topić w temperaturach powyżej $-2,3^{\circ}\text{C}$. W porównaniu ze słodką wodą trudniej jest podzielić ją na części i jest bardziej elastyczna. Obserwując uważnie lód morski, możemy zwrócić uwagę na jego barwę. Odcienie lodu wahają się od bieli do brązu:

- biały lód powstaje ze śniegu i ma wiele pęcherzyków powietrza lub komórek solanki;
- zielony lód przyjmuje często młody lód morski o ziarnistej strukturze ze znaczną ilością powietrza i solanki;
- niebieski lód to często lód młody zamrażający powoli w spokojnych warunkach;
- brązowy lub żółtawy lód ma często pochodzenie rzeczne lub przybrzeżne, zawiera domieszki gliny lub kwasów humusowych;
- ciemno szary kolor mają początkowe rodzaje lodu (smalec, szlam);
- czerwony, różowy, żółty, a nawet czarny kolor lodu może świadczyć o tym, iż zawiera on dużą ilość zanieczyszczeń mineralnych lub organicznych (plankton, zawiesiny eolij, bakterie).



Rysunek 1. Rysunek ukazujący hipotetyczny scenariusz dynamiki lodu wraz z jej niektórymi właściwościami

Źródło: „wikipedia.org”, https://en.wikipedia.org/wiki/Sea_ice (dostęp 02.05.2021).

Lód morski jest także zazwyczaj pokryty śniegiem, który go izoluje i opóźnia topnienie latem. Inną, a niezmiernie ważną cechą śniegu jest jego wpływ na zmianę modyfikacji sygnału promieniowania elektromagnetycznego, wykrywanego przez satelity. Śnieg ten zazwyczaj jest suchy, rozwiewany przez wiatr, ale też w niektórych miejscach dosyć mocno ubity [8]. Do charakterystyki lodu morskiego należą również tzw. „kwiaty mrozu”, które składują się na nim, jeśli para wodna przejdzie bezpośrednio do stanu stałego, omijając naturalny stan pośredni, czyli ciekły. Zjawisko to wzmacnia powierzchnię lodu i całkowicie potrafi zmodyfikować wspomniany już wcześniej sygnał elektromagnetyczny.



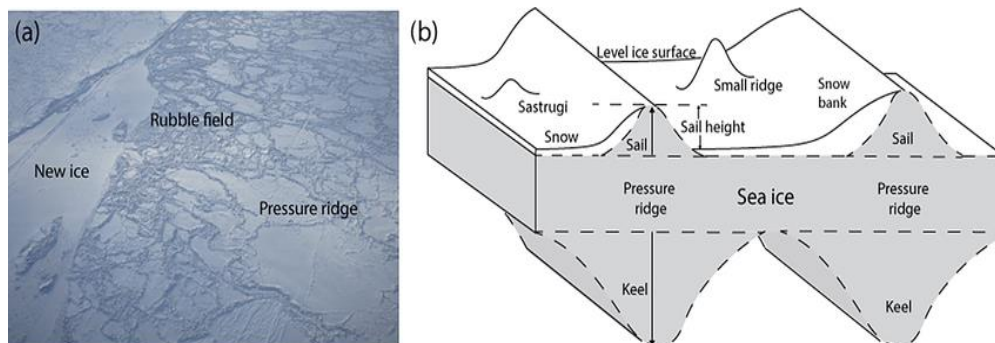
Rysunek 2. Rysunek ukazujący rozwijające się „kwiaty mrozu” na oceanie

Źródło: „pinterest.com”, <https://www.pinterest.com/pin/13581236346194691/> (dostęp 02.05.2021).

Powstawanie lodu morskiego wiąże się z formowaniem malutkich kryształków we wzburzonej wodzie, a łączenie ich w większe elementy zależy od tego czy morze jest spokojne, czy nie. Jeżeli tak, to powstają cienkie tafle o oleistym i zafuszczonej wygładzie. W przeciwnym wypadku formowane są rozmokłe pokłady o gładkiej konsystencji [2]. Wartym zauważenia jest również fakt, iż prądy morskie i wiatr powodują ruch lodu, a w konsekwencji jego zderzanie z innymi krami. Powstają wtedy grzbiety lodowe, które formują się na szczycie lodu, a ich grubość może sięgać nawet kilku metrów. Powoduje to znaczne utrudnienie w potencjalnym przedostaniu się statku przez taką przeszkodę. Dodatkowo niebezpieczeństwo stanowią ich ostre krańce, które wraz z nadejściem lata topnieją i wtedy pozostaje tylko pagórek, delikatne spiętrzenie lodu. Formą bardzo podobną do grzbietów są stępki lodowe, przypominające kil statku i mające często po kilkanaście metrów w dół.

Okres letni dla morskiego lodu to także czas tworzenia się innych ciekawych form natury. Jedną z nich jest „lodowa sadzawka”. Bardzo interesujący jest proces jej powstawania i przemiany z wielu powodów. Gdy lód topnieje wody roztopowe zbierają się w jednym miejscu, zazwyczaj zagłębieniu. Wtedy też ciecz ta pobiera znacznie więcej ciepła ze środowiska niż pozostała część kry, więc w konsekwencji następuje proces pogłębienia i rozszerzania się sadzawki [7]. Woda znajdująca się w jej wnętrzu jest koloru niebieskiego, gdyż światło jest rozpraszane i odbijane od powierzchni lodu. Jeśli jednak zjawisko

topnienia nie zakończy się i obejmie ono całą grubość kry, może dojść ostatecznie do połączenia tego zbiornika z oceanem, a więc zmiany koloru wody na ciemny błękit. „Lodowe sadzawki” są bardziej popularne na Arktyce, głównie z powodu różnic w wilgotności względnej.



Rysunek 3. Rysunek ukazujący a) fotografię lotniczą powierzchni lodu na Alasce, b) schemat kry lodowej z widocznymi grzbietami i stępkami

Źródło: „researchgate.net”, https://www.researchgate.net/figure/a-Aerial-photograph-of-the-sea-ice-surface-taken-off-the-coast-of-Barrow-Alaska-b_fig1_284707448 (dostęp 02.05.2021)

Część lodu morskiego może przylegać do linii brzegowej, a reszta podróżować zgodnie ze znosem. Lód dryfujący jest bardzo dynamiczny, a zderzenie się jego z innymi krami jest naturalne i występuje bardzo często. Pokrywa lodu staje się wtedy znacznie grubsza, a połytnia jest unoszona wraz z podnoszeniem się oceanicznych wód głębinowych. Pojawia się wtedy wzdłuż wybrzeży, kiedy wieje wiatr przybrzeżny. Sezon letni powoduje topnienie części lodu, jednak ta która przetrwa ten okres, może wytrzymać przez wiele lat w swojej prawie niezmienionej formie. Wieloletni lód stopniowo traci sól i twardnieje z każdym rokiem, jeśli oczywiście przetrwa letnie ocieplenie. Pierwszoroczny lód jest znacznie cieńszy, bardziej zasolony i wrażliwszy na roztopienie. Statystyki na marzec 2015 rok podają, iż 31% pokrywy lodu stanowi właśnie lód wieloletni, natomiast resztę stanowi pierwszoroczny [6].

RODZAJE LODU MORSKIEGO

Lód morski można podzielić na wiele jego rodzajów i form, w zależności od mnóstwa czynników, począwszy od obszaru jego występowania, aż po jego grubość [6]. W tym rozdziale skupię się jedynie na jego rodzajach. Naukowcy dzielą go po pierwsze pod względem możliwości dryfu na:

- Lód stały- jest on przymocowany (przylega) do linii brzegowej (lub występuje między mieliznami lub uziemionymi górami lodowymi). Może

być zanurzony, zakotwiczony na dnie morskim, tworzy się na dnie ustalonej pokrywy lodowej (na kotwicy);

- Lód dryfujący - występuje dalej od brzegu na bardzo rozległych obszarach, może swobodnie poruszać się z prądami i wiatrami.

Wymieniając kolejne rodzaje lodu należy uwzględnić ich strukturę, ale przede wszystkim czas powstawania:

- Nowy lód – to niedawno zamrożnięta woda morska, która nie tworzy jeszcze stałego lodu:
 - Lód śryżowy – płytki lub skrawki lodu zawieszony w wodzie;
 - Shuge – gąbczaste, białe grudki lodu o średnicy kilku centymetrów;
 - Lód tłuszczowy – cienka, lepka warstwa zlepionych ze sobą kryształów śryżu, co sprawia że powierzchnia oceanu przypomina plamę ropy;
 - Lód naleśnikowy – okrągłe płyty lodowe, których krawędzie na skutek tarcia i uderzeń kry są uniesione. Może mieć średnice od 30 cm do nawet 3 metrów;
- Lód świeży (Nilas) – skorupa lodu morskiego o grubości do 10 centymetrów (3,9 cala). Wygina się, nie załamując się wokół fal i pęcznieje. Można wyróżnić kilka jego postaci, różniących się grubością i kolorem;
- Młody lód – ma grubość od 10 cm do 30 cm. Dzieli się go na szary (10–15 cm), szaro-biały (15–30cm). Jest mniej elastyczny niż nilas oraz pęka pod wpływem fal;
- Lód pierwszoroczny – jest grubszy niż lód młody. Formuje się głównie jesienią i zimą, ale w miesiącach wiosennych i letnich topi się. Jego grubość zwykle waha się od 0,3 m do 2 m i ze względu na jego grubość wyróżniamy: cienki, średni i gruby;
- Stary lód – to taki, który przetrwał co najmniej jeden sezon topnienia. Jest zazwyczaj grubszy niż lód pierwszoroczny. Można wyróżnić jego dwa typy: lód z drugiego roku (przetrwał jeden sezon topnienia) i lód wieloletni (przetrwał więcej niż 1 sezon). Najczęściej spotykamy go w Arktyce, gdzie stanowi jedynie 1,2% pokrywy lodowej, gdyż jak alarmują badacze, topi się w bardzo szybkim tempie.



Rysunek 4. Stary lód

Źródło: „blog.wordpress.com”, <https://krolowasuperstarblog.wordpress.com/2019/05/10/stary-lod-morski-standowi-juz-nie-wiecej-niz-12-proc-pokrywy-w-arktyce/> (dostęp 02.05.2021).



Rysunek 5. Lód naleśnikowy/krażki lodowe

Źródło: „other.wiki.pl”, https://pl.other.wiki/wiki/Pancake_ice (dostęp 02.05.2021).



Rysunek 6. Rysunek ukazujący lód śryżowy w zatoce Yosemite

Źródło: „other.wiki.pl”, https://pl.other.wiki/wiki/Frazil_ice (dostęp 02.05.2021).

FORMY LODU MORSKIEGO

Formy lodu morskiego można podzielić w zależności od jego rodzaju. Istnieje jednak wiele różnych podziałów, a badacze nie są skłonni do uznania definitywnie jedynej wersji. Pierwszy podział dotyczy rodzaju odnoszącego się do możliwości dryfu [5].

Formy lodu stałego (nieruchomego):

- Lód stały (przylepa) - Powstaje i utrzymuje się nieruchomo wzdłuż wybrzeża gdzie może być przytwierdzony do brzegu, ściany lodowej lub bariery lodowej. Jeżeli lód ten wystaje więcej niż 2 m nad powierzchnię wody nazywa się go lodem szelfowym;
- Młody lód brzegowy - początkowe stadium lodu stałego, na które składa się lód świeży (nilas) lub lód młody. Jego zasięg waha się zwykle od kilku do 100–200 metrów od linii brzegowej;
- Stopa lodowa (podstawa lodu stałego) – to wąskie pasmo lodu przymarznętego do brzegu i nie podlega ruchom pływowym. Stanowi pozostałość po oderwanym lodzie stałym;
- Lód denny – podwodny lód, przytwierdzony do dna;
- Lód osiadły – lód pływający, który osiadł na mieliźnie:
 - Lód osadzony na brzegu – lód, który pływał i został osadzony na brzegu podczas występowania wysokiej wody

- Lód na mieliźnie – forma zbudowana ze stłoczonego lodu i osadzona na mieliźnie. Rozróżnia się pojedyncze zwały na mieliźnie, a także ich szeregi lub ciągi.

Formy lodu pływającego:

- Kra – każda płaska płyta lodu morskiego, której średnica wynosi 20m lub więcej. Można ją podzielić ze względu na rozmiary poziome:
 - Kra olbrzymia – kra o średnicy większej niż 10 km;
 - Kra bardzo duża – kra o średnicy od 2 do 10 km;
 - Kra duża – kra o średnicy od 500 do 2000 m;
 - Kra średnia – kra o średnicy od 100 do 500 m;
 - Kra mała – kra o średnicy od 20 do 100 m;
 - Kra drobna – kra o średnicy mniejszej niż 20 m;
 - Bardzo drobna kra – kra o średnicy mniejszej niż 2 m;
- Lód bryłowy – termin ten odnosi się tylko w Antarktyce do skupień brył/kawałków lodu starszych oraz grubszych od krążków lodowych (o grubości powyżej 10 cm);
- Góra z kry – oddzielna, masywna bryła lodu, utworzona ze zwału lodowego albo kilku zwałów, które zamrożone utworzyły jedną całość. Może wystawać nawet do 5 m ponad powierzchnię wody;
 - Bryła lodu – niewielka bryła lodu, której średnica nie przekracza 10 m, składa się ze zwału lodowego lub części wału i oddzielona od otaczającego lodu. W przeciwieństwie do góry z kry, najczęściej nie wystaje do ponad 2 m ponad powierzchnię wody;
- Brekcja lodowa – kawały lodu różnego wieku zamrożone w jedną całość;
- Gruz lodowy – skupiska pływającego lodu, które składają się z kawałków lodu o średnicach nie większych niż 2 m;
- Góra lodowa – odłamana od lodowca masywna bryła lodu, która posiada dowolny kształt i wystaje ponad 5 m nad powierzchnię morza. Jej powierzchnia wynosi więcej niż 300 m². Występuje również jej podział ze względu na kształty i rozmiary;
 - Góra lodowcowa – góra lodowa o nieregularnych kształtach.

- Góra lodowa stołowa – góra lodowa o płaskim wierzchołku i pionowych ścianach bocznych. Przyjmuje się, że stosunek długości do wysokości nad wodą przekracza 5:1;
- Kopulasta góra lodowa - góra lodowa o gładkich, wyrównanych ścianach i zaokrąglonym wierzchołku. Kształt kopulasty mają góry lodowe, które długo przebywały w morzu i wskutek silnego zerodowania utraciły swoją stateczność, przewróciły się wynosząc ponad powierzchnię wody swoją dotychczas zanurzoną część;
- Pochylona góra lodowa - góra lodowa, która początkowo miała płaski wierzchołek, a później w wyniku odłamania się fragmentu/fragmentów lodu straciła swój dotychczasowy stan równowagi i uległa przechyleniu. Charakterystyczną cechą takich gór lodowych jest ukośne lub pionowe ułożenie warstw lodu (lub przewarstwień mineralnych);
- Piramidalna góra lodowa - góra lodowa w kształcie zbliżonym do piramidy o na ogół ostrym, centralnym wierzchołku lub kilku strzelistych iglicach;
- Góra lodowa typu „suchy dok” - góra lodowa z wyerodowanym przez falowanie U-kształtnym przecięciem, którego podstawa znajduje się na linii wody lub nieco niżej i dwoma kolumnami lub piramidami po bokach. Powstają w efekcie długotrwałego niszczenia gór lodowych przez procesy topnienia i erozji;
- Zwietrzała góra lodowa - góra lodowa, która w wyniku procesów wietrzenia uległa tak znacznemu zniszczeniu, że całkowicie straciła swój początkowy kształt. Często ponad powierzchnią wody widoczne są jedynie pojedyncze kolumny, wieże lub iglice połączone ze sobą tylko pod wodą. Czasami kształt takich gór przypomina „zamek” lub „bramę”;
- Góra lodowa typu klin - podłużna góra lodowa, która w przekroju przypomina klin. Ściany boczne z jednej strony są bardzo strome lub pionowe, a z drugiej - bardzo słabo nachylone. Wierzchołek góry jest raczej płaski, często płynnie przechodzący w słabo nachyloną ścianę boczną.
- Wyspa lodowa – olbrzymia płyta lodu, która wystaje ok. 5 m nad powierzchnię wody. Odłamała się od arktycznego lodu szelfowego. Grubość jej wynosi od 30 do 50 m, a powierzchnia potrafi wahać się od ponad kilku tysięcy m² do aż nawet 500 km². Z lotu ptaka ma żebrowany wygląd;

- Odłam wyspy lodowej – część wyspy lodowej, która odłamała się od głównej masy lodu;
- Bardzo duża góra lodowa – masywna bryła lodu lodowcowego wystająca ponad 75 m ponad wodę, a także o długości większej niż 200 m;
- Duża góra lodowa – masywna bryła lodu o wymiarach wystawania ponad powierzchnię morza od 46 do 75 m, a długości w granicach 121–200 m;
- Średnia góra lodowa – bryła lodu lodowcowego wystająca od 16 do 45 m, a długości od 61 do 120 m;
- Mała góra lodowa – bryła lodu lodowcowego wystająca od 5 do 15 m. i długości od 15 do 60 m;
- Odłam góry lodowej – duża bryła wystająca od 1 do 5 m nad powierzchnię wody, a długości od 5 do 15 m. Jej powierzchnia wynosi od 100 do 300 m²;
- Odłamek góry lodowej – bryła lodu mniejsza niż odłam góry lodowej lub góry z kry. Często jest przezroczysta o odcieniu zielonym, czasem prawie czarnym. Wystaje ponad powierzchnię wody na wysokość mniejszą niż 1 m, a jej długość wynosi mniej niż 5 m. Zajmuje zwykle powierzchnię około 20 m².

PODSUMOWANIE

Proces powstawania i rozwoju zjawisk lodowych jest bardzo złożony i nie da się go właściwie przedstawić w krótkiej formie. Informacje o rodzajach i warunkach zlodzenia są zaś bardzo istotne zarówno dla żeglugi morskiej, jak i dla służb ratowniczych. Występowanie lodu morskiego i długość trwania pokrywy lodowej informuje nas także o zmianach klimatu. Glacjolodzy z Centrum Badawczego w Boulder w USA zauważyli, że w 2020 roku straty lodu były najbardziej zauważalne od dnia 31 sierpnia do dnia 5 września. Tempo topnienia w tym czasie było wyższe niż w jakimkolwiek innym roku w całym okresie obserwacji [1]. Zanik lodu morskiego wiąże się nie tylko z ekstremami pogodowymi, ale też z zanikiem ekosystemu, w tym wypadku środowiska życia niedźwiedzi polarnych, fok czy morsów. Zmniejszenie się ilości lodu morskiego stanowi realne zagrożenie dla organizmów zamieszkujących Arktykę takich jak np. planktonu i glonów. Jednocześnie to podniesienie poziomu mórz na całej planecie, a tym samym zmiana warunków klimatycznych [3]. Z powodu różnic w geografii i klimacie, ilość, lokalizacja oraz naturalna zmienność morskiego lodu w Arktyce i na Antarktyce jest różna. Globalne ocieplenie oraz zmiany klimatu również wpływają na to na różne sposoby

i w bardzo zróżnicowanym tempie. Klimatyczne modele zakładają, że lód morski na Antarktyce reaguje na ocieplenie znacznie wolniej niż w Arktyce, a długoterminowy jego zanik jest nieunikniony z powodu podwyższającej się temperatury [6]. Chciałbym w podsumowaniu także przytoczyć niestety fatalne słowa prof. Julianne Stroeve z Centrum Obserwacji Polarnych i Modelowania (CPOM) na University College London (UCL) w Wielkiej Brytanii: „Przyzwyczajmy się do tego, że zawsze będziemy mieć tak niski zasięg lodu morskiego – nigdy nie wrócimy do tego, co było w latach 80. czy 90.”

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Arktyczny lód morski stopił się do drugiego najniższego poziomu w historii obserwacji*, „gisme-teo”, <https://www.gismeteo.pl/news/klimat/18099-arktyczny-lod-morski-stopil-sie-do-drugiego-najnizszego-poziomu-w-historii-obszernacji/> (dostęp 02.05.2021).
- [2] *Climate Change: Arctic Sea ice*, “climate.gov” <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-minimum-arctic-sea-ice-extent> (dostęp 02.05.2021).
- [3] Comiso, J.C., Parkinson, C.L., Gersten, R., Stock, L. (2008) *Accelerated decline in the Arctic Sea ice cover*. Geophysical Research Letters. 35, L01703.
- [4] *Fascynujący świat lodu*, „IMGW”, <https://imgw.pl/wydarzenia/fascynujacy-swiat-lodu> (dostęp 02.05.2021).
- [5] *Lody na morzu*, „klimatolodzy.pl”, <https://www.klimatolodzy.pl/index.php/pl/baza-wiedzy/cechy-podloza-a-klimat/lody-na-morzu> (dostęp 02.05.2021).
- [6] *Sea Ice*, “Earth observatory”, <https://earthobservatory.nasa.gov/features/SeaIce> (dostęp 02.05.2021).
- [7] *Sea ice: an overview*, metoffice.gov.uk, <https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/cryosphere-oceans/sea-ice/overview> (dostęp 02.05.2021).
- [8] *Sea Ice Features: Introduction*, “National Snow and Ice Data Center”, <https://nsidc.org/cryosphere/seaice/characteristics/features.html> (dostęp 02.05.2021).
- [9] Serreze, M. C., Holland, M.K., Stroeve, J. (2007) *Perspectives on the Arctic’s shrinking sea-ice cover*. Science. 315(5818), 1533-1536.

- [10] *Sezon topnienia arktycznego lodu 2019*, „Nauka o klimacie”, <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/sezon-topnienia-arktycznego-lodu-2019-389> (dostęp 02.05.2021).
- [11] *The dark winter ends*, “National Snow and Ice Data Center”, <http://nsidc.org/arcticseaicenews/> (dostęp 02.05.2021).

ICE PHENOMENA AT SEA

Summary

In this study there was presented a short characteristics of sea ice as well as types and forms of ice phenomena, which can be encountered at sea during sailing. They delight by their diversity of types and forms. Their appearance is more and more at risk, depending on many climatic and environmental factors. If we better get to know these phenomena at sea, we will be able to appreciate their beauty and intensify efforts aimed at protecting them.

Keywords:

sea ice, types of sea ice, forms of sea ice, warming