

PRZEBIEG ZJAWISK LODOWYCH NA ZATOCE ADMIRALICJI W ROKU 1995 I ICH ZWIĄZEK Z WARUNKAMI POGODOWYMI

Grzegorz Kruszewski

Katedra Meteorologii i Oceanografii Nautycznej
Wydział Nawigacyjny WSM w Gdyni

Metodyka i zakres prowadzonych obserwacji

Obserwacje zjawisk lodowych rozpoczęto w grudniu 1994 roku. Wykonywano je głównie ze szczytu Point Thomas (173 m n.p.m.), z którego, poza niewielkim obszarem w Mackellar Inlet, widoczna jest cała Zatoka Admiralicji. Cennym uzupełnieniem tych materiałów były obserwacje wykonywane w trakcie prac prowadzonych bezpośrednio na wodach Zatoki. W przypadkach słabej widzialności lub ciężkich warunków pogodowych, uniemożliwiających wspinaczkę na szczyt Point Thomas, obserwacje nie były wykonywane, bądź obejmowały jedynie obszar widoczny z bezpośredniego sąsiedztwa stacji (głównie z latarni morskiej).

W czasie trwania XIX Polskiej Ekspedycji Antarktycznej, w okresie rocznego pobytu na Stacji im. Henryka Arctowskiego, wykonano łącznie ponad dwieście obserwacji lodowych w formie szkiców sytuacyjnych na wcześniej przygotowanych podkładach kartograficznych oraz uzupełniających notatek. Rejestrowano występowanie lodu morskiego i lodu lodowcowego, ze szczególnym uwzględnieniem gór lodowych.

W trakcie obserwacji określano liczbę, rozmiary oraz rejony skupień gór lodowych, a okazjonalnie także trasy ich wędrówek w obrębie Zatoki Ad-

miralicii. Do określania rozmiarów gór lodowych używano morskiej lornety niamiarowej z podziałką kątową. Wielkością szacowaną była odległość do obiektu, co na akwenie Zatoki nie jest rzeczą trudną. W rezultacie uzyskiwano informacje co do wysokości gór lodowych ponad lustro wody i długości ich widocznych krawędzi. Dokładniejsze położenie i trasy wędrówek gór lodowych określano za pomocą namiarów kompasowych. Czasami do tego celu wykorzystywano również azymuty charakterystycznych punktów w obrębie linii brzegowej Zatoki Admiralicji, choć dokładność takich obserwacji może być mniejsza.

Obserwacje lodu morskiego dotyczyły jego stadium rozwojowego, rozmieszczenia oraz koncentracji (zwartości) wyrażonej w dziesiętnych częściach jedności. Przy identyfikacji lodów posługiwano się terminologią lodów morskich WMO (1981). Spostrzeżenia te wspomagane były kilkukrotnymi pomiarami grubości lodu. Szczególną uwagę zwrócono na okresy formowania się i rozpadu pokrywy lodowej w obrębie Zatoki Admiralicji.

W trakcie XIX wyprawy PAN udało się uchwycić pełny cykl tworzenia się i zaniku pokrywy lodów morskich na Zatoce Admiralicji, aż do jej ostatecznego ustąpienia w dniu 11.12.1995. Zanotowano także moment zniszczenia ostatnich form lodu morskiego z poprzedniego sezonu lodowego - 1994 - co miało miejsce w dniach 27-28.11.1994 roku.

Drobne formy lodu kontynentalnego (lodowcowego)

Lód lodowcowy występuje na wodach Zatoki Admiralicji przez cały rok. Głównymi jego formami, obok gór lodowych, są druzgot lodowcowy (gruz lodowy) i growlery. Obie te formy powstają w obrębie zatoki, a ich źródłem są miejscowe klify lodowe. Mogą one również pochodzić z rozpadu gór lodowych, które weszły do Zatoki. Okresowo, większe ilości growlerów wpływają do Zatoki z Cieśniny Bransfielda.

Największy udział w tworzeniu pływających form lodu kontynentalnego mają klify lodowe: Lange, Domeyko, Doctors, Emeralds i Vieville Glacier. Pod wpływem działania wiatru i prądów pływowych, skupiska lodu pływającego pochodzącego z tych klifów rozprzestrzeniają się po wodach Zatoki Admiralicji, tworząc na jej powierzchni pola o różnych kształtach, wielkościach i koncentracji. Cechy te ulegają szybkim zmianom w czasie.

Bryły druzgotu lodowego i growlery podczas wysokich wód pływowych ulegają częstemu osadzaniu na brzegach nawietrznych gdzie podlegają albo powolnemu topnieniu w warunkach subaeralnych, albo szybkiej destrukcji w wyniku działania procesów abrazji termicznej w strefie przyboju.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można stwierdzić, iż występowanie druzgotu lodowego i growlerów na wodach Zatoki Admiralicji podlegało w badanym okresie dużym zmianom.

Pierwsza dekada grudnia 1994 roku zaznaczyła się występowaniem niewielkich ilości druzgotu o zawartości 1-2/10 w okolicach Dufayel Island oraz w Arctowski i Suszczewski Cove. W tym czasie zaobserwowano też jezora druzgotu osypującego się z klifu Lodowca Ekologii (4-5.12) o zawartości 2-3 i powierzchni około 3 km², układający się poprzecznie do głównej osi Zatoki Admiralicji. W drugiej dekadzie grudnia, ilości występującego na wodzie druzgotu uległy zwiększeniu. Notowano, głównie na przedpolu Lange Glacier, pola druzgotu o zawartościach 3-4, które przy przeważających wiatrach z NW i N, wynoszone były na centralny akwen Zatoki. Choć zarówno wielkość jak i zawartość obszarów pokrytych lodem lodowcowym była elementem szybko zmiennym, to orientacyjne wielkości pól druzgotu obserwowane w tym okresie zawierały się w przedziale 6-8 km². W trzeciej dekadzie grudnia ilości lodu lodowcowego na Zatoce Admiralicji wyraźnie się zmniejszyły. Przy przeważających wtedy wiatrach z SW i W, głównymi rejonami jego skupień były okolice połączenia Ezcurra Inlet z centralnym akwenem Zatoki Admiralicji oraz środkowa część Martel Inlet.

Początek stycznia 1995 nie przyniósł większych zmian, poza intensywnym obrywaniem się gruzu lodowcowego i growlerów z Doctors i Emeralds Icefalls (Ezcurra Inlet). Lód ten ulegał niszczeniu nie opuszczając przedpola lodowców. W dniach 14 i 15 stycznia obserwowano duże pole druzgotu, o powierzchni około 15 km² i zawartości do 2/10, które obejmowało centralny akwen Zatoki, rozciągając się trzema jezorami w kierunkach W, N i SE. Początkowo pole to zostało, przez przeważający wtedy wiatr z W i SW, dociśnięte do brzegu w okolicach Hennequin Point, a następnie uległo rozniesieniu przez prądy pływowe. Koniec stycznia zaznaczył się bardzo małą ilością lodu lodowcowego, występującego jedynie w ujściu Ezcurra Inlet oraz wzdłuż brzegów Arctowski, Halfmoon i Suszczewski Cove.

Sytuacja taka utrzymywała się do połowy lutego, kiedy to (16-18.02) ilości dostarczanego do Zatoki Admiralicji lodu wyraźnie wzrosły. Największe jego skupisko obejmowało akwen centralny i rozciągało się na przestrze-

ni około 20 km². Zwartość tego lodu była jednak znikoma. Pozostała część lutego i cały marzec odznaczały się niemal zupełnym brakiem growlerów i druzgotu lodowcowego na wodach Zatoki Admiralicji.

Dopiero 29 marca zaobserwowano pola druzgotu o powierzchniach 3-5 km² i zwartościach 5-7/10 w Mackellar i Martel Inlet oraz większe pole - o zwartości 2-3/10 - rozciągające się wokół brzegów Hennequin Point. To ostatnie zawierało znaczne ilości growlerów. Warto nadmienić, że w dniach 26-27.03 przeważały wiatry z S-SSE o prędkościach przekraczających 10 m/s, co mogło wpłynąć na naruszenie równowagi klifów lodowych w Mackellar i Martel Inlet, wystawionych na działanie fal nadbiegających z południa.

W pierwszych dniach kwietnia, druzgot o niewielkich zwartościach utrzymywał się w NE końcu Martel Inlet. W wyniku intensywnego obłamywania się lodu z Lange Glacier, na jego przedpolu, okresowo, obserwowano powierzchnie pokryte druzgotem i growlerami rzędu 3-8 km² o zwartościach 4-7, przemieszczające się następnie w kierunku Bransfield Strait. W tym samym czasie, duże ilości materiału lodowcowego do wód Zatoki dostarczały również lodowce Doctors i Emeralds. Powodowało to stałe istnienie w Ezcurra Inlet niewielkich obszarów pokrytych lodem o powierzchniach około 2-3 km² i zwartości 2-3/10, która okresowo, w bezpośrednim sąsiedztwie klifów, wzrastała do 7/10. Był to czas, w którym przeważały wiatry z kierunków N, E i SE. Druga połowa kwietnia zaznaczyła się prawie całkowitym brakiem lodu lodowcowego na wodzie. Ponownie lód lodowcowy pojawił się dopiero 29 kwietnia w końcu Ezcurra Inlet oraz na obszarze pomiędzy Lange Glacier a Halfmoon Cove. Był to druzgot o dużej zwartości i ze znaczną ilością towarzyszących mu growlerów.

Taka sytuacja obserwowana była również w pierwszych dniach maja. Końcówka pierwszej dekady maja charakteryzowała się występowaniem dużych pól druzgotu o niskich zwartościach, pokrywających obszary Martel i Mackellar Inlet oraz akwen położony na SE od Lange Glacier. W dniu 12 maja wzdłuż zachodnich brzegów centralnego akwenu Zatoki Admiralicji obserwowana była bardzo duża liczba growlerów, a w końcu Ezcurra Inlet druzgot o zwartości 10/10. Od tego momentu aż do końca maja nie obserwowano na wodzie większych skupień druzgotu, a jedynie nieliczne growlery poosadzone wzdłuż zachodniego brzegu Zatoki Admiralicji, na odcinku Demay Point - Rakusa Point.

W początkach czerwca duże skupisko growlerów usytuowane było wzdłuż wschodniego brzegu Zatoki, pomiędzy Chabrier Rock a Manczarski

Point, a w dniach 10-12 czerwca - przed Lange Glacier i w zachodniej części Mackellar Inlet.

Od połowy czerwca, w Zatoce Admiralicji, rozpoczyna się formowanie lodu morskiego, w związku z czym procesy przemieszczania się lodu lodowcowego zostały praktycznie zahamowane aż do października, kiedy to zaczęła ustępować stała pokrywa lodowa.

Góry lodowe i ich odłamy

Góry i odłamy gór lodowych są obecne w Zatoce Admiralicji praktycznie przez cały rok. Obserwuje się okresy z wyraźnie większą niż przeciętnie ich liczbą, a także dni z brakiem jakiejkolwiek góry w Zatoce i u jej wejścia. Większość obserwowanych gór lodowych wpływa do Zatoki Admiralicji z Cieśniny Bransfielda. Lokalne lodowce są w stanie dostarczać jedynie odłamów i małych lub co najwyżej średnich gór lodowych.

Przy klasyfikacji gór lodowych jako kryterium wielkości stosowano następujące przedziały wysokości góry nad poziom lustra wody: 1-5 m - odłam, 6-15 m - mała, 16-30 m - średnia, 31-45 m - duża, powyżej 45 m - bardzo duża góra lodowa.

W początkach grudnia 1994 roku, w Zatoce i u jej wejścia przebywało średnio 3-5, głównie małych i średnich, gór lodowych. Występowały one na SE od Syrezol Rocks i w większości były osadzone na dnie. Późniejsze obserwacje potwierdziły tezę, że jest to obszar najczęstszego występowania gór lodowych w rejonie Zatoki Admiralicji (w sektorze widocznym z Pt. Thomas). 4 i 5 grudnia obserwowano także odłamy gór lodowych na przedpolu Ecology Glacier. W tym samym czasie w okolicach Agat Pt. - Demay Pt. pływała duża góra lodowa.

Podobna do opisaney sytuacji miała miejsce do połowy grudnia, kiedy to u wejścia do Zatoki pojawiło się duże pole odłamów i małych gór, liczące około 50 sztuk. 19 grudnia, w wyniku cielenia się Lange Glacier, u jego czoła pojawiły się dwie małych rozmiarów góry, a na S od Syrezol Rocks obserwowano górę stołową o wymiarach 50x200 m (wysokość x długość widocznej krawędzi). W następnych dniach, w Zatoce, przebywało od 10 do 12 gór i odłamów, a na widocznych obszarach Bransfield Strait obserwowano duże ilości, głównie małych, gór lodowych. W ostatnich dniach

grudnia u wejścia do Zatoki przemieszczała się bardzo duża góra stołowa (70x270 m). W tym czasie, wzdłuż wschodniego brzegu Zatoki dryfowało okresowo 1-3 gór piramidalnych o wysokościach do 80 m n.p.w. W następnych dniach liczba napływających gór wzrosła, na płycznach wokół Chabrier i Syrezol Rocks przebywało do 15 średnich i małych gór oraz ich odłamów.

W dniu 5 stycznia 1995, do Zatoki wpłynęła bardzo duża góra piramidalna (75x250 m). Od rana posuwała się ona środkiem centralnego akwenu, by wczesnym popołudniem osiągnąć pozycję około 2 km na NE od latarni morskiej, a następnie opuścić wody Zatoki. Charakterystyczne okazało się wchodzenie gór lodowych do Zatoki w momencie odpływu a wychodzenie z przyływem morza, co miało miejsce i w tym przypadku. Potwierdziło to nie liczne wcześniejsze informacje na ten temat (Fedak i in. 1985).

Koniec pierwszej dekady stycznia obfitował w małe góry w okolicach Syrezol Rocks. W tym czasie obserwowano również dryfowanie wzdłuż E brzegu Zatoki dużej i średniej góry piramidalnej. 13-14 stycznia po Zatoce poruszała się bardzo duża góra piramidalna (70x330 m). Wpłynęła ona aż do Ezcurra Inlet. Podobna sytuacja miała miejsce 18 stycznia, kiedy to dwie góry - duża i bardzo duża - wędrowały po centralnym akwenu Zatoki, a większa z nich zakotwiczyła na kilka dni na NW od Przył. Manczarskiego (ryc. 1).

Ostatnie dni stycznia charakteryzują się bardzo dużą liczbą gór, o rozmiarach od średnich do bardzo dużych, na widocznym obszarze Bransfield Strait, przy prawie całkowitym braku gór lodowych w obrębie Zatoki Admiralicji i na jej przedpolu.

Pewną odmianę przyniosły pierwsze dni lutego kiedy to u wejścia do Zatoki stałe przebywało 3-6 gór małych i średnich. 4 i 5 lutego po Zatoce poruszała się bardzo duża góra piramidalna (70x160 m). Był to czas, w którym liczba gór wchodzących do Zatoki Admiralicji wolno rosła. Pod koniec drugiej dekady, w bezpośrednim sąsiedztwie Zatoki widoczne było do 10 gór. Największa z nich, stołowa, miała wymiary 50x450 m i była obserwowana na S od Syrezol Rocks między 17 a 20 lutego. 18 lutego dwie średnich rozmiarów góry wpłynęły na kilka godzin na wysokość Hennequin Pt. Inna góra (kopulasta, 50x180 m) w dniach 20-22.02 poruszała się najpierw po centralnych obszarach Zatoki, by następnie wzdłuż jej wschodnich brzegów skierować się do wyjścia.

Od 20 lutego, na obszarze Bransfield Strait widoczne były dużych i bardzo dużych rozmiarów góry stołowe o wymiarach poziomych do 1.5 km. 23 lutego sześć z nich wolno przemieszczało się wzdłuż wejścia do Zatoki

Admiralicy w kierunku wschodnim. Największa z nich miała wymiary około 45 x 900 m. W tym samym dniu od Lange Glacier oderwała się mała góra lodowa. W kolejnych dniach lutego liczby obserwowanych gór wyraźnie się zmniejszyły - do 3-4 u wejścia do Zatoki. Tylko jedna z nich (mała) dopłynęła w okolice Basalt Point (27 lutego).



Ryc. 1. Przybliżone trasy wędrówki gór lodowych w Zatoce Admiralicy 18-19 stycznia 1995

Estimated iceberg movement routes in Admiralty Bay, 18-19 January 1995

Do 20 marca sytuacja lodowa nie ulegała większym zmianom. Przez pierwsze dni, na S od Chabrier Rock, przebywały dwie góry - średnia i bardzo duża. Od 11 do 12 marca w Zatoce dryfowała kopulasta góra o wymiarach 60 x 250 m, docierając aż do Mackellar Inlet. W tym czasie, na obszarze Bransfield Strait góry lodowe nie były obserwowane. 20 marca u wejścia pojawiło się 6 gór, w tym 4 duże. W następnych dniach niektóre z nich wchodziły do Zatoki, a dwie - od 27.03 do 03.04 - przebywały w Martel Inlet. Jedna z nich opuściła Zatokę, a druga aż do połowy kwietnia dryfowała pomiędzy Martel a Ezcurra Inlet wielokrotnie zmieniając swoją pozycję i kierunek ruchu.

W okresie 3-14 kwietnia, w Zatoce Admiralicji, przebywały cztery góry średnie i duże, potem kolejno z niej wypływając. Po 14 kwietnia dwie średnich rozmiarów góry lodowe dryfowały wzdłuż zachodniego brzegu akwenu centralnego. W dniach 26.04 -14.05 wędrowała po Zatoce kopulasta góra o wysokości 35 m n.p.w. i długości około 90 metrów. Początkowo góra ta dotarła do Mackellar Inlet by potem kilkakrotnie przemieszczać się na trasie Napier Rock - Ezcurra Inlet.

W pierwszej połowie maja, na centralnym akwenu Zatoki Admiralicji znajdowało się od 3 do 5 gór. Niektóre z nich okresowo wchodziły do Ezcurra Inlet. Między 08.05 a 03.06 w Zatoce dryfowała bardzo duża (70 x 630 m) góra piramidalna. Początkowo przebywała ona w okolicy Demay Point, później na akwenu centralnym, w dniach 14-22.05 weszła do Ezcurra, a następnie do Martel Inlet (23-31.05) i w końcu wolno opuściła Zatokę. Druga połowa maja charakteryzowała się stopniowym zmniejszaniem się liczby gór, zarówno na akwenu Zatoki jak i na jej przedpołu, a łączna liczba obserwowanych gór lodowych nie przekraczała czterech.

W pierwszych dniach czerwca, w Zatoce Admiralicji, brak było gór lodowych, jedynie kilka odłamów dryfowało wokół Chabrier Rock. Na SW od tej skały, na granicy wód Zatoki, przez kilka kolejnych dni obserwowano najpierw górę piramidalną (70x110 m), a następnie (13-16.06) dużą górę kopulastą. Góra piramidalna obserwowana dzień wcześniej w pobliżu Chabrier Rock, 14 czerwca znalazła się około 1.5 km na E od latarni i w nocy tego samego dnia opuściła wody Zatoki. W okresie 20-26.06 w Zatoce Admiralicji nie zanotowano gór lodowych. Nieliczne odłamy układały się wzdłuż brzegu na odcinku Agat Pt. - Rakusa Pt., dociśnięte tam przez wiatry wiejące z sektora SE.

W nocy z 26 na 27 czerwca, do Zatoki weszło pole lodowe z dużą ilością lodu lodowcowego w postaci growlerów i odłamów gór. Wraz z nim wpłynęło i zostało uwiecznione w formującej się pokrywie lodowej pięć gór. Duża i średnia wmarzła u wejścia do Ezcurra Inlet, mała wraz z odłamami około 0.5 km na NNE od latarni, kolejna mała góra 2 km na SW od Plaza Point i średnia - około 1 km na SE od Plaza Point w Martel Inlet. Do 29.06 prawie cały akwen centralny i wejścia do zatok Martel i Mackellar zostały pokryte lodem morskim, w którym widoczne były odłamy gór i growlery. Sytuacja ta uległa jeszcze nieznacznym zmianom między 4 a 8 lipca, kiedy to najpierw z akwenu centralnego pole lodowe zostało wypchnięte, a następnie ponownie dociśnięte przez wiatr. W okolicach Napier Rock wmarzły wtedy dwie średnich rozmiarów góry, a kolejna przy Cape Vauréal. W całym akwenu centralnym, a zwłaszcza wzdłuż jego brzegów, obserwowano wmarznięte growlery i odłamy gór lodowych.

Lód morski

Ostatnie kry lodu morskiego z sezonu zimowego 1994 obserwowane były 27 listopada wzdłuż S brzegu Ezcurra Inlet. Wynoszone z prądem i wiatrem z Ezcurry, po wejściu na centralny akwen Zatoki Admiralicji ulegały tam natychmiastowemu kruszeniu pod wpływem silnego falowania.

W okresie od grudnia 1994 do końca kwietnia 1995 na obszarze Zatoki Admiralicji nie obserwowano żadnych form lodu morskiego. Jedynie na przybrzeżnych skałach osadzała się naleź z bryzgów fal.

W dniu 1 maja, u wejścia do Zatoki zaobserwowano krę o wysokości około 8 m n.p.w. i długości widocznej krawędzi 330-350 m. W kolejnych dniach, w obserwowanym obszarze Bransfield Strait, form tego typu lodu przybywało. W końcu pierwszej dekady maja niektóre z nich zaczęły wchodzić do Zatoki Admiralicji. Kry te zostały zidentyfikowane jako fragmenty wieloletniej przylepy brzegowej (mногоletniej pripaj, multi-year fast ice). Po 25 maja liczba kier tego rodzaju lodu gwałtownie wzrosła zarówno na przedpoju jak i w samej Zatoce. W tym czasie, w obrębie Zatoki, równocześnie przebywało do kilkunastu kier przylepy, z których największa - o średnicy 2200 m - pływała na środku Zatoki Admiralicji między 26 a 30 maja. Wysokości tych kier nad poziom lustra wody wahały się w granicach 5-10 m, a wymiary poziome większości z nich zawierały się w przedziale 100-300 m

(kra średnia). Niektóre z nich na początku czerwca dopływały do przedpola Lange Glacier, a w kilka dni później, do Mackellar Inlet. W końcu czerwca kilka z nich wmarzło w formującą się pokrywą lodu autochtonicznego. Jedna w sąsiedztwie Urbanek Crag (7x120 m), dwie kolejne - o zbliżonych rozmiarach - około 2 km na NE od latarni morskiej, a kilka mniejszych w centralnym akwenu Zatoki.

Pierwsze formy autochtonicznego lodu morskiego na wodach Zatoki Admiralicji zaobserwowano 8 maja. W tym dniu, przed czołem Lange Glacier, stwierdzono zawieszinę kryształów lodowych (frazil ice) i płyty lepy śnieżnej (slush). W ciągu dwóch poprzedzających dni, średnie dobowe temperatury powietrza wynosiły -6.0 i -7.4°C , a prędkość wiatru nie spadła poniżej 10 m/s. W dniach 9 i 10 maja, zawieszinę kryształów i lepy lodową (shuga) obserwowano również w zachodnich częściach Mackellar i Ezcurra Inlet. Formy te szybko zanikły po ociepleniu w początku drugiej dekady maja, tak, że 12 maja nie było już po nich śladu.

23 maja, po gwałtownym ochłodzeniu i przy silnym wietrze, ponownie pojawiły się kryształy lodu morskiego - frazil ice (w przybrzeżnej części Arctowski Cove). Temperatura wody na głębokości 0.5 m wynosiła wówczas -0.9°C . Jednak kolejne ocieplenie uniemożliwiło tworzenie się lodu aż do 10 czerwca. Wtedy to, w godzinach rannych, zaobserwowano zawieszinę kryształów lodowych w brzegowych partiach Arctowski i Halfmoon Cove. W dniu następnym, zawieszina kryształów lodu widoczna była już na powierzchniach całej Ezcurry i Martel Inlet oraz zachodniej części Mackellar Inlet, a także wzdłuż większości brzegów właściwej Zatoki Admiralicji. Temperatura wody na głębokości 0.5 m osiagnęła -1.8°C .

Do 14 czerwca (przy średnich dobowych temperaturach powietrza w tym okresie poniżej -9.0°C), w zachodnich partiach Ezcurra Inlet oraz wzdłuż jej północnych brzegów, od Lis Point aż po Mackellar Inlet, a także na odcinku brzegu pomiędzy Basalt i Manczarski Point, doszło do utworzenia lodu świeżego ciemnego (dark nilas, do 5 cm grubości). W kolejnych kilku dniach był on częściowo niszczony na brzegach Ezcurra Inlet.

Między 16 a 19 czerwca, w SW końcu Ezcurra Inlet, u czoła Lange Glacier i wzdłuż wschodniego brzegu akwenu centralnego, występował lód świeży jasny (light nilas, 5-10 cm grubości). Mackellar i północna część Martel Inlet pokryły się lepy lodową i sryżem (grease ice) przechodzącymi w lód świeży. Podobna sytuacja miała miejsce w E części Ezcurra Inlet i w pasach,

o szerokości około 1-1.5 km, ciągnących się wzdłuż obu brzegów Zatoki Admiralicji. 21 czerwca wszystkie te formy, za wyjątkiem lodu świeżego w Ezcurra Inlet, zostały zniszczone przez silne falowanie.

Ponownie lód morski zaczął tworzyć się między 22 a 26 czerwca. W Ezcurra i Mackellar Inlet było to szkło lodowe (ice rind, do 5 cm grubości), w Martel Inlet - w części NW - lód szary (grey ice, 10-15 cm grubości), a na pozostałym obszarze - lód świeży jasny. U wejścia do Mackellar i Martel zalegał lód świeży ciemny, a wzdłuż brzegu - między Basalt i Manczski Pt. - lód szary.

27 czerwca, okolice Chabrier Rock i zachodnia połowa akwenu centralnego, pokryte były lodem napływowym szaro-białym (grey-white ice, 15 - 30 cm grubości) i białym (white ice, 30-70 cm grubości) w postaci małej (small floe, $20 < \phi < 100$ m), drobnej (ice cake, $\phi < 20$ m) i bardzo drobnej kry (small ice cake, $\phi < 2$ m).

W kolejnych dniach czerwca sytuacja ulegała tylko niewielkim zmianom. Od Lis Point w Ezcurra Inlet do środka akwenu centralnego Zatoki Admiralicji utrzymywał się obszar wolnej wody (płoń, polynya), o szerokości około jednego kilometra. 30 czerwca nastąpiło całkowite zwanie lodów na akwenu centralnym (zamknięcie polynii), a wolne powierzchnie wodne Ezcurra Inlet pokryło szkło lodowe.

W nocy z 2 na 3 lipca, przy północnym wietrze osiagającym w porywach 20 m/s, akwen centralny Zatoki Admiralicji został oczyszczony z lodu, za wyjątkiem pasa lodu o szerokości 500-600 m wzdłuż brzegów.

8 lipca Zatoka Admiralicji i jej przedpole zostały ponownie pokryte zwartym polem lodowym dopchniętym w dniach 5-7 lipca do wyspy przez silne wiatry z SE. Jedynymi, w obrębie Zatoki, obszarami wolnymi od lodu były trzy płonie o powierzchniach około 0.1 km² każda. Dwie z nich usytuowane były na N od Pt. Thomas i latarni morskiej - w odległości około 200 m od brzegu, a trzecia przy Napier Rock. Najdłużej przetrwała płonia przy latarni, zamarzając dopiero po 15 lipca. Pozostałe pokryły się lodem już dwa dni wcześniej.

W dniu 4 lipca zmierzono grubość autochtonicznej pokrywy lodowej w Ezcurra Inlet, w miejscu gdzie wytworzyła się ona najpóźniej. Miąższość lodu wyniosła w dwóch odwiertach 15 i 19 cm, co pozwoliło zakwalifikować lód ten jako szaro-biały. Ze względu na ryzyko związane z pracami na lodzie, dalszych systematycznych pomiarów grubości lodu nie prowadzono. Ponie-

waż jednak, po przysypaniu lodu warstwą śniegu, określanie stadium rozwoju lodu w oparciu o jego wygląd (kolor) stało się problematyczne, to pomiar grubości lodu wykonano w tym samym miejscu również 4 sierpnia. Pomiar ten pozwolił zakwalifikować istniejący tam (Ezcurra Inlet) lód jako lód biały cienki (38 cm).

Pomiary grubości lodu wykonane tego samego dnia w kierunku na N od latarni, na dystansie około 2 km, jak również w ujściu Ezcurra Inlet (11.08), potwierdziły tę informację. Miąższość lodu zawierała się w przedziale 36-43 cm, a grubość złożonej na nim pokrywy śnieżnej dochodziła do 45 cm. Jedynie w miejscu położonym 300 m na N od latarni - gdzie do 15.07 istniała plonia - grubość lodu wyniosła 20 cm. Wskazuje to na istnienie pod lodem silnego prądu pływowego (Catewicz, 1984) i jego wpływ na zmniejszenie grubości lodu w tym miejscu.

Od 8 lipca, na całej Zatoce Admiralicji i jej przedpolu, utrzymywała się stała pokrywa lodowa. W dniach 15 i 16 lipca, na SW od Syrezol Rocks, obserwowano obszar wolny od lodu (ploń) o powierzchni 6-8 km².

Na Cieśninie Bransfielda, już od początku lipca, zwarte pola lodowe (close pack ice) ciągnęły się po horyzont. Dopiero po 10 sierpnia, w odległości 3-4 km od granicy Zatoki, okresowo zaczęły się pojawiać pasy wolnej wody (szczeliny) o przebiegu SW-NE. W dniu 16 sierpnia, w tej samej odległości od granicy Zatoki Admiralicji, widoczny był kanał w lodzie o szerokości 4-5 km. Do powstania tych kanałów przyczyniły się wiatry, wiejące w dniach poprzedzających te obserwacje z kierunków NW-SW i osiągające w porywach 30 m/s. Do końca sierpnia kilkakrotnie dochodziło do zwierania i rozwierania lodów na przedpolu Zatoki Admiralicji.

Pomiary grubości pokrywy lodowej na przelomie sierpnia i września napotykały na trudności. Przy miąższości śniegu zalegającego na lodzie rzędu 50-60 cm i po odwilżach w połowie i ostatnich dniach sierpnia problematyczne stało się rozróżnienie granicy warstw śniegu i lodu. Posiadana wiertnia, w praktyce, nie pozwalała na odwierty głębsze niż 120 cm, a taką grubość łączną obu warstw stwierdzono kilkakrotnie. Dokładniejsza analiza wyglądu krawędzi lodu stałego w Ezcurra Inlet dokonana 13.10 pozwoliła określić miąższość lodu na 65-67 cm, a grubość zespolonej z nim warstwy przekryształowanego śniegu i lodoszreni na 50 cm.

W dniach 5 i 6 września doszło do połamania pokrywy lodowej w wejściu do Zatoki Admiralicji. Stały lód (ripaj, fast ice) utrzymał się jedynie na linii Demay Pt. - Cape Vauréal oraz wokół Chabrier i Syrezol Rocks w

pasie o szerokości 1-1.5 km. Kry lodu morskiego i fragmenty lodu lodowcowego zostały ponownie zespolone w dniach następnym i od 15 września znowu obserwowano zwartą pokrywę lodową ciągnącą się po horyzont.

Dopiero 23 września, podczas wiatru z N o prędkości 10-15 m/s, przedpole Zatoki zostało uwolnione od lodu. 24.09 krawędź lodu stałego przebiegała niemal idealnie wzdłuż granicy Zatoki Admiralicji. Od tej pory, stała pokrywa lodowa w Zatoce ulegała systematycznemu niszczeniu. Położenie krawędzi lodu stałego w wybranych dniach ilustruje rycina 2.

Między 24.09 a 02.10 krawędź lodu cofnęła się o około 3 km, równomiernie na całej szerokości Zatoki. W tym okresie notowano silne i bardzo silne wiatry z przewagą kierunków N-NW i dodatnie, za wyjątkiem 27 i 28 września, temperatury powietrza. W ciągu następnej doby, przy NW wietrze o sile huraganu, skraj lodu cofnął się o 4 km w środkowej części akwenu centralnego i o około 2 km przy brzegu zachodnim. Utrzymał się jedynie wąski pas lodu wzdłuż wschodniego brzegu Zatoki Admiralicji. Do 4 października lód cofnął się jeszcze o około 1 km. W kolejnych dniach października tempo ustępowania pokrywy lodowej wyraźnie spadło. Okres ten cechowały porywiste wiatry z sektora NW o średnich prędkościach dochodzących do 24 m/s i dodatnie temperatury powietrza.

Do 10 października cały akwen centralny został oswobodzony z lodu, a 13.10 krawędź lodu stałego znajdowała się już na granicy Ezcurra Inlet i linii Crepin Point - Hennequin Point, oddzielającej wewnętrzne partie Mackellar i Martel Inlet od właściwej Zatoki Admiralicji. Ta linia zasięgu niemal idealnie oddaje granice lodu autochtonicznego.

Dalsze niszczenie pokrywy lodowej charakteryzowało się dużo wolniejszym tempem i następowało głównie wskutek falowania doprowadzającego do oblamywania drobnych i bardzo drobnych kier. W przypadku wiatrów dociskających krę do krawędzi lodu, proces niszczenia lodu stałego ulegał zahamowaniu, gdyż falowanie wiatrowe zostawało wytłumione przez pływającą krę i rzadko kiedy docierało do linii skraju lodu. Największą siłę niszczącą posiadały fale o dużej długości wchodzące do Zatoki Admiralicji z Bransfield Strait. Ich oddziaływanie ograniczone było jednak do akwenu centralnego, Zatoki Mackellar i wejścia do Martel Inlet. Do akwenów Ezcurry i centralnej części Martel Inlet fale te, wskutek procesów dyfrakcji i wygaszania na brzegach, w praktyce nie docierały. Stąd też między 13 a 23 października, kiedy to żaden z kierunków wiatru nie wykazywał wyraźnej dominacji, a średnie dobowe temperatury powietrza były ujemne, obserwowano wyraźnie

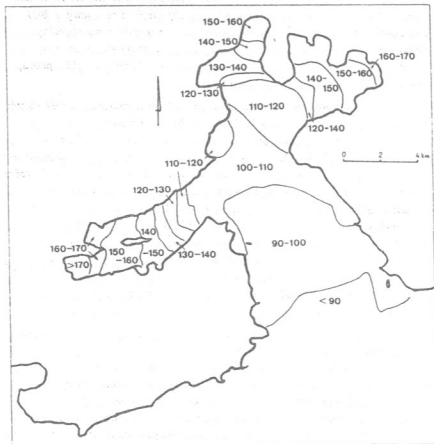
wolniej postępowało niszczenie lodu w Martel Inlet, gdzie w ciągu ponad dwóch tygodni (23.10-08.11) krawędź lodu zmieniła swoje położenie tylko o około 500 m. Szybsze zmiany skraju lodu zanotowano w dniach 18-19 listopada. W tym okresie początkowo przeważały dość silne wiatry z SW, by następnie - 20.11 - zmienić się na NNW, co doprowadziło do szybkiego wynoszenia kry. Ostateczne uwolnienie Mackellar Inlet od stałej pokrywy lodowej nastąpiło 26.11. W tym dniu oswobodzone z lodu zostały także przedpola Stenhouse i Ajax Glacier w Martel Inlet.

29 listopada krawędź lodu w Ezcurra Inlet przebiegała po W stronie Dufayel Island. W okresie drugiej i trzeciej dekady listopada zanotowano jedynie cztery dni z ujemną średnią temperaturą powietrza. Takie warunki sprzyjały topnieniu lodu. Po 3 grudnia stała pokrywa lodowa występowała już tylko w SW krańcu Ezcurra Inlet - przed czołem Doctors Icefall i w NE części Martel Inlet - przy Goetel i Dobrowolski Glacier. Powierzchnia pokryta stałym lodem w dniu 09.12 pokazana jest na rycinie 2. W następnym dniu lód ten uległ oderwaniu od brzegu i 11.12 około godziny 12 czasu lokalnego, przy wietrze z SW o prędkości około 4 m/s, opuścił Ezcurra Inlet. Mocno zmurzałe kry tego lodu, o rozmiarach od bardzo drobnej ($\phi < 2$ m) do dużej ($\phi > 500$ m), uległy w ciągu kilku następnych godzin pokruszeniu na akwie centralnym Zatoki Admiralicji. W tym samym czasie kra o początkowo średnich rozmiarach ($100 < \phi < 500$ m) rozpadała się w NE końcu Martel Inlet.

Długość zalegania stałej pokrywy lodowej na poszczególnych akwenach Zatoki Admiralicji ilustruje rycina 3. W początkowym okresie ustępowania pokrywy lodowej, na wodach Zatoki występowały duże ilości kry, głównie drobnej i małej, odrywającej się i przemieszczającej wzdłuż skraju lodu stałego i wschodniego brzegu Zatoki w kierunku Bransfield Strait. Po oswobodzeniu z lodu stałego akwenu centralnego Zatoki, wielokrotnie obserwowano na nim skupiska kry małej i drobnej, o zwartościach do 8/10, układające się zazwyczaj wzdłuż brzegów zawietrznych. W większości była to kra pochodząca z kruszonego w obrębie Zatoki lodu stałego.

W trzeciej dekadzie października, do Zatoki, wpłynęła z Bransfield Strait duża ilość kry drobnej i małej wraz z druzgotem lodowcowym, growlerami i górami lodowymi różnych rozmiarów. Pola tej kry, o zwartościach średnich 4-5/10, pokrywały chwilami nawet trzecią część wolnej od lodu stałego powierzchni wodnej Zatoki Admiralicji.

W pierwszych dniach listopada, kry na Zatoce było niewiele i pochodziła ona prawie wyłącznie z powolnego rozpadu lodu stałego. Od 07.11,



Ryc. 3. Długość zalegania stałej pokrywy lodowej (w dniach) w Zatoce Admiralicji w roku 1995

Period of egzistence fast ice cover (in days) in Admiralty Bay in 1995

przy południowym wietrze utrzymującym się przez następne dwie doby, na akwen Zatok Admiralicji wchodziło pole małej i drobnej kry (o zwartości 5-6/10, miejscami do 8/10). Pole to pokryło całą wolną do tej pory część Za-

toki (za wyjątkiem wschodniego krańca Ezcurra Inlet, gdzie utworzyło się zbiorowisko druzgotu i odłamów gór). Aż do późnego popołudnia 10.11 opisana sytuacja lodowa nie zmieniała się. Obszar od 4 do 8 km wokół wejścia do Zatoki pokryty był zwartą krą z dużą zawartością lodu lodowcowego w postaci growlerów oraz małych i średnich gór lodowych. W nocy z 10 na 11 listopada, po zmianie kierunku wiatru na NW, pole to zaczęło opuszczać Zatokę.

12 listopada jedynie wzdłuż wschodniego brzegu akwenu centralnego i w części Martel Inlet utrzymywał się jeszcze pas kry o szerokości 1.5-2.0 km. W kolejnych dniach i on uległ wypchnięciu na obszar Bransfield Strait. Od tego czasu praktycznie nie obserwowano już w Zatoce kry napływowej. Pojawiały się natomiast okresowo niewielkie pola kry i gruzu lodowego pochodzącego z kruszenia resztek pokrywy lodowej w Ezcurra, Mackellar i Martel Inlet. Rejony skupień tych form koncentrowały się zazwyczaj wzdłuż krawędzi lodu stałego.

Jak widać z przeprowadzonego opisu, na obraz warunków lodowych panujących w Zatoce Admiralicji, w okresie październik-grudzień 1995, duży wpływ wywarł lód pochodzenia lodowcowego. Czasem, gdy oba rodzaje lodu występowały wspólnie, nie sposób było oddzielić lód lodowcowy od lodu morskiego. Dotyczyło to zwłaszcza pól paku lodowego pochodzących z Bransfield Strait, który zawierał duże ilości druzgotu lodowcowego, growlerów i gór lodowych.

W okresie drugiej i trzeciej dekady października, średnio kilkanaście odłamów oraz małych i średnich gór lodowych zalegało wzdłuż zachodnich brzegów Zatoki Admiralicji i wokół Chabrier Rock. Dwie z nich (w tym jedna duża) między 25 a 30 października dotarły do Ezcurra i Mackellar Inlet. Liczba gór zwiększyła się w listopadzie, kiedy to także wzdłuż wschodniego brzegu, na odcinku Basalt Point - Cape Vauréal osiadło kilkanaście odłamów i małych gór. W tym czasie średnich rozmiarów góra stołowa (25x350 m), przebywająca w końcu października w akwenu centralnym, kilkakrotnie pokonała trasę od ujścia Ezcurra Inlet do krawędzi lodu w Martel Inlet. Do końca prowadzonych obserwacji (15.12) odłamy gór i małe góry zalegały na obu brzegach centralnego akwenu Zatoki Admiralicji oraz w okolicach na S od Chabrier Rock. Kilkakrotnie w tym okresie do zatoki wchodziły góry średnich i dużych rozmiarów.

Podsumowanie

Sezon lodowy 1995 należy uznać za ciężki. Na całej powierzchni Zatoki Admiralicji doszło do wytworzenia stałej pokrywy lodowej zalegającej, zależnie od akwenu, od trzech do sześciu miesięcy. Najdłużej pokrywa lodowa utrzymywała się w krańcach zatok Martel i Ezcurra. W tych samych miejscach najwcześniej zaobserwowano formy lodu stałego.

Roczne obserwacje występowania zjawisk lodowych na Zatoce Admiralicji pozwalają na sformułowanie kilku wniosków:

- letnie występowanie form lodu lodowcowego na wodach Zatoki nie jest równomiernie rozłożone w czasie, lecz charakteryzuje się występowaniem cykliczności natężenia, które jest różne dla poszczególnych akwenów,

- przebieg procesów formowania się zimowej pokrywy lodu morskiego jest kilkufazowy. Pierwsza faza obejmuje tworzenie się autochtonicznego lodu morskiego w zatokach pobocznych fiordu, trwa ona stosunkowo powoli. Faza druga obejmuje tworzenie się pokrywy allochtonicznego lodu morskiego w centralnej i osiowej części Zatoki. Proces ten jest bardzo szybki, wniesiony z Cieśniny Bransfielda lód morski i lodowcowy zmarza szybko we względnie jednolitą pokrywę lodową. Faza druga składać się może z kilku podfaz, w czasie których dochodzi do kolejnych aktów pokrycia Zatoki lodem morskim i wyniesienia tego lodu, nim dojdzie do ostatecznego uformowania pokrywy lodowej. Trzecia faza obejmuje okres utrzymywania się zwartej pokrywy lodowej. W tej fazie brak większych zmian tak w zasięgach przestrzennych, jak i wykształceniu topografii lodu. Zmienia się jedynie grubość pokrywy, pod wpływem namarzania lodu od dołu, jak i obciążania lodu warstwą śniegu i podsiąkaniem wody morskiej, w dolną warstwę pokrywy śnieżnej, która następnie zamarza,

- przebieg procesów likwidacji zimowej pokrywy lodów morskich na powierzchni Zatoki Admiralicji jest również kilkufazowy i stanowi odwrócenie w czasie procesów tworzenia się pokrywy. Pierwszą fazą zaniku jest faza gwałtownego i szybkiego wyniesienia lodu z osiowej i centralnej części Zatoki Admiralicji. Proces ten rozwija się również w kilku podfazach,

- zaznacza się odmienne działanie czynników meteorologicznych w kształtowaniu pokrywy lodu morskiego. W powstawaniu i zaniku pokrywy lodu autochtonicznego główną rolę odgrywa czynnik termiczny (bieg temperatury powietrza). W kształtowaniu pokrywy lodu allochtonicznego główną

rolę odgrywają stosunki lodowe na Cieśninie Bransfielda i stosunki anemometryczne (kierunek i prędkość wiatru). W procesie rozpadu pokrywy allochtonicznego lodu morskiego główną rolę odgrywają, oprócz stosunków lodowych na Cieśninie Bransfielda, również stosunki anemometryczne, które jednak w części działają w sposób pośredni - poprzez falowanie. Rola czynnika termicznego jest tu wyraźnie drugorzędna,

- w ciągu całego roku, choć z różnym natężeniem, w kształtowaniu zjawisk lodowych na Zatoce Admiralicji bierze udział lód kontynentalny (lodowcowy), pochodzący tak ze źródeł lokalnych, jak i przyniesiony z innych, bliżej nieokreślonych akwenów.

Rok 1995 wydaje się być również wyjątkowo obfitym w góry lodowe wchodzące do Zatoki. Wprawdzie brak jest na ten temat systematycznych danych, niemniej informacje ustne zaczerpnięte od osób kilkakrotnie przebywających na Stacji (Sierakowski, Lipski) zdają się potwierdzać tę tezę.

Najczęstsze rejony występowania gór lodowych to okolice Chabrier i Syrezoł Rocks oraz W brzegi Zatoki Admiralicji na odcinku Agat Pt. - Napier Rock. Małe góry i odłamy obserwowane były także przy E brzegu, na odcinku Manczarski Pt - Basalt Pt. Góry wchodzące do wewnętrznych partii Zatoki poruszały się zazwyczaj środkiem akwenu. Najdalej docierające w głąb Zatoki góry obserwowane były w odległości około kilometra od E krańca Dufayel Island i na środku Martel Inlet. Zdarzały się wśród nich nawet góry duże.

Zasięg penetrowania akwenu przez góry ogranicza jego batymetria, w przybliżeniu izobaty 100-150 m. Wielokrotne śledzenie ruchu gór pozwala sformułować wniosek, że wpływają one do Zatoki Admiralicji zazwyczaj w czasie odpływu a opuszczają z momentem rozpoczęcia przypływu morza. Nie zaobserwowano wyraźnego wpływu kierunku wiatru na ruch gór w akwenu Zatoki. Potwierdza to wcześniejsze spostrzeżenia, że poruszają się one głównie wskutek funkcjonujących w Zatoce i na jej przedpolu prądów (Małejski i Rakusa-Suszczewski 1990).

Opracowanie wykonano w ramach 358/BW/96.

Literatura

Catewicz Z., 1984, Variability of water flow in Ezcurra Inlet. *Oceanologia*, 15, s.75-95.

- Fedak K., Gerstmann K., Marsz A., 1985, Zatok Admiralicji. Opis locyjny. Wyd. 2. WSM Gdynia, ss.80.
- Madejski P., Rakusa-Suszczewski S., 1990, Icebergs as tracers of water movement in Bransfield Strait. *Antarctic Science* 2 (3), s.259-263.
- Terminologia lodów morskich WMO, 1981, IMGW, WKiŁ, Warszawa, ss.35.

ICE PHENOMENA IN ADMIRALTY BAY AND THEIR RELATIONS WITH WEATHER CONDITIONS

Summary

Observations of sea and glacier ice in Admiralty Bay starts in December 1994. Ice reports in form of sketches were made using optical methods from Thomas Pt (173 m above sea level) near Arctowski Station. Ice type, concentration, area covered by ice and iceberg positions and sizes notes were made according to Sea Ice Terminology WMO.

From December 1994 to May 1995 only the glacier ice forms were observed in Admiralty Bay. Many icebergs entered bay during this time, moving even to central part of Ezcurra Inlet and Martel Inlet. First autochthonic sea ice forms were observed in May 8-th (frazil ice). Since this time new ice was observed a few times, mostly in inlets. In the end of June Ezcurra, Martel and Mackellar Inlets were covered by ice rind and nilas, partly by young ice. Central part of Admiralty Bay was covered by pack ice (young and first year ice) drifted from Bransfield Strait with wind. In first days of July pack ice was consolidated (some icebergs, bergy bits and growlers were frozen between floes too.). Whole Admiralty Bay was covered by fast ice until end of September. From this days ice cover was systematically destroyed in central part of Admiralty Bay, because of strong and stormy N-NW winds in first decade of October. Destruction of fast ice in inlets takes much more time (6-8 weeks). Last floes of sea ice were observed in Admiralty Bay on December 11-th 1995. Period of time with fast ice cover in Admiralty Bay in 1995 contains between 90-110 days in Central Basin up to 180 days in western part of Ezcurra Inlet.