

TRUDNO CI W WIZUALNEJ OCENIE ZACHMURZENIA W HORNSUNDZIE (SW SPITSBERGEN)

DIFFICULTIES ASSOCIATED WITH THE VISUAL EVALUATION OF CLOUD COVER AT HORNSUND (SW SPITSBERGEN)

Jakub Soroka¹, Dorota Matuszko²

¹ – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział we Wrocławiu,
Stacja Hydrologiczno-Meteorologiczna w Gorzowie Wielkopolskim
ul. Sybiraków 10, 66-400 Gorzów Wielkopolski
jakubSOROKA@gmail.com

² – Uniwersytet Jagielloński, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Klimatologii
ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków
d.matuszko@uj.edu.pl

Zarys treści. Obserwacje zachmurzenia w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie prowadzone są w ramach działającej tam stacji meteorologicznej. W opracowaniu analizowano czynniki utrudniające ocenę wielkości zachmurzenia i rozpoznawanie rodzajów chmur. Uwzględniono m.in. obniżoną wysokość troposfery, noc polarną, orografię. Przedstawiono podział chmur orograficznych występujących w rejonie stacji oraz dokonano próby przedstawienia mechanizmu ich powstawania. Zwrócono uwagę na niedoskonałość Międzynarodowego Atlasu Chmur w zakresie podziału chmur orograficznych oraz problemy związane z klasyfikacją tych chmur dla potrzeb depeszy synoptycznej i zapisu w dzienniku meteorologicznym. Zasygnalizowano kwestię niejednorodności danych w zakresie rodzajów chmur spowodowaną coroczną zmianą obserwatorów meteorologicznych.

Słowa kluczowe: zachmurzenie, obserwacje wizualne, Polska Stacja Polarna w Hornsundzie, rodzaj chmur, chmury orograficzne, Międzynarodowy Atlas Chmur.

1. Wstęp

Zachmurzenie jest podstawowym elementem pogody obserwowanym na naziemnych stacjach meteorologicznych. Niezależnie od miejsca, ocena wielkości zachmurzenia i rodzajów chmur może sprawiać obserwatorom trudności i podobnie jak w przypadku innych zjawisk określanych wizualnie, zawierać błędy subiektywizmu.

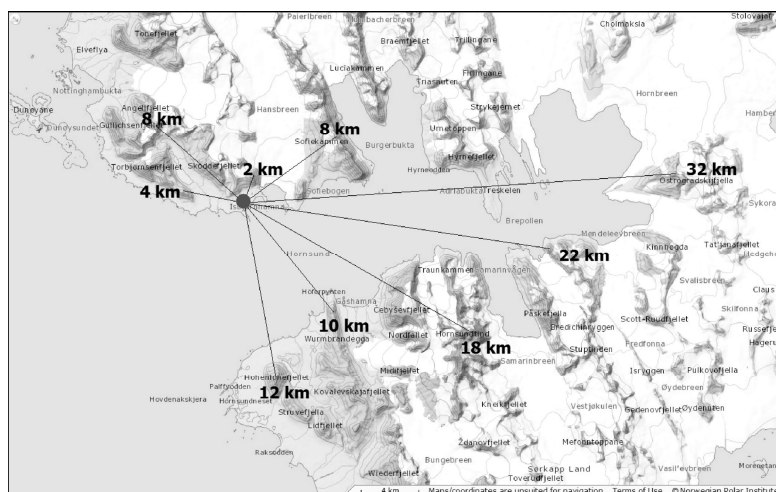
Zasadniczym źródłem przepisów określających metody identyfikacji i klasyfikacji zachmurzenia jest Międzynarodowy Atlas Chmur (1987). Szczegółowe wskazówki do obserwacji i sposobu notowania spostrzeżeń nad chmurami zawierają publikacje wydane przez narodowe służby meteorologiczne: polską (Tomasiewicz 2005) oraz norweską (van Nes 2007). Specyfika warunków astronomicznych i meteorologicznych w strefie polarnej, odmienna od typowych warunków strefy umiarkowanej, sprawia, że obserwatorzy w Arktyce mogą mieć dodatkowe problemy w prawidłowej identyfikacji i klasyfikacji zachmurzenia.

Celem niniejszego opracowania jest próba przedstawienia czynników utrudniających ocenę zachmurzenia w rejonach polarnych na podstawie obserwacji prowadzonych w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie oraz charakterystyka najczęściej popełnianych błędów metodycznych w zapisie wyników obserwacji zachmurzenia, które mogą powodować niejednorodność serii nefologicznej.

2. Materiały źródłowe

W opracowaniu wykorzystano własne spostrzeżenia dotyczące obserwacji chmur oraz dane nefologiczne pochodzące z okresu od 1 lipca 2009 do 30 czerwca 2012 roku (trzy Wyprawy Polarne PAN: 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012). Analizowano zarówno zapisy według liczb klucza synoptycznego (C_L , C_M , C_H), jak również szczegółowe zapisy w dziennikach meteorologicznych określające stopień zachmurzenia oraz rodzaje, gatunki i odmiany chmur notowane przez obserwatorów w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie. W opracowaniu wykorzystano również depesze TEMP zawierające wyniki sondaży aerologicznych ze stacji Bjørnøya oraz Ny-Ålesund. Dane pochodzą z serwera Department of Atmospheric Science, College of Engineering and Applied Science, University of Wyoming (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

Otoczenie Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie ma charakter górski, nieboskłon jest częściowo ograniczony przez okoliczne masywy górskie. Największe przesłonięcie horyzontu występuje od strony północnej – masywy Arikammen i Fugleberget jest odległy o ok. 2 km od stacji (ryc. 1). Zakrycie horyzontu przez to pasmo sięga 14° (Styszyńska 2013). Dobry zasięg obserwacji jest w kierunku wschodnim, w głąb fiordu Hornsund (ponad 30 km). Niczym nieprzesłonięty horyzont obserwowany jest w sektorze od południowego do zachodniego, w stronę Morza Grenlandzkiego; tu zasięg obserwacji sięga od kilkunastu-kilkudziesięciu km dla chmur niskich do nawet kilkuset km dla chmur wysokich. Pomimo obecności lokalnych czynników utrudniających prowadzenie spostrzeżeń, warunki do obserwacji chmur w rejonie stacji należy uznać za dobre.



Ryc. 1. Zasięg obserwacji zachmurzenia z Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie (Matuszko i Soroka 2013)

Fig. 1. Radius of cloud cover observation for the Polish Polar Station in Hornsund (Source: Matuszko and Soroka 2013).

3. Przyczyny trudności w określaniu zachmurzenia – problemy ogólne

Zachmurzenie jest jednym z najbardziej zmiennych elementów pogody, bowiem chmury nieustannie się przekształcają, zmieniając wielkość, miąższość, kształt i właściwości fizyczne. Obserwacja i właściwa ocena rodzajów chmur jest zadaniem trudnym, ponieważ istnieją sytuacje, kiedy zwarta powłoka chmur piętra niskiego zasłania chmury wyższych pięter. W takich przypadkach niemożność stwierdzenia braku lub występowania chmur średnich lub wysokich nie oznacza, że chmur tych nie ma (Matuszko 2009). Warto jednak podkreślić, że dla prawidłowego rozpoznania chmur konieczne jest prowadzenie niemal ciągłej obserwacji całego nieba oraz śledzenie rozwoju zachmurzenia, szczególnie wtedy, gdy chmury występują w kilku warstwach, położonych jedna nad drugą. Ich względny ruch może ukazać chmury poprzednio ukryte, umożliwiając dzięki temu uzyskanie pewnego wyobrażenia o zachmurzeniu składowym i wysokości względnej tych chmur (*Międzynarodowy Atlas Chmur* 1987). W rejonach polarnych, gdzie przeważa zachmurzenie warstwowe, trudniej niż w innych strefach dostrzec chmury wyższych pięter. Z tego względu przy analizie składu rodzajowego zachmurzenia należy zachować pewną ostrożność, tak jak przy innych wynikach obserwacji wizualnych, które mogą być obciążone błędem związanym z trudnościami obiektywnymi.

Określenie wielkości zachmurzenia, czyli stopnia pokrycia nieba chmurami najczęściej nie budzi wątpliwości, choć bywa oceną subiektywną. Jednoznacznie można stwierdzić tylko niebo bezchmurne (0), bądź całkowicie zachmurzone (8). Błędami najczęściej popełnianymi w ocenie wielkości zachmurzenia są:

- przecenianie chmur znajdujących się blisko horyzontu,
- przecenianie górnej części sklepienia niebieskiego,
- niedocenianie zachmurzenia w nocy.

Zdecydowanie więcej trudności sprawia ocena jakościowa zachmurzenia, czyli prawidłowe określenie rodzajów, gatunków i odmian chmur. Wydzielenie rodzin chmur na podstawie wysokości ich występowania jest na ogół zadaniem prostym, natomiast podział na rodzaje staje się niekiedy problemem. Dla chmur wysokich zdarzają się pomyłki w odróżnieniu chmur *Cirrus* od *Cirrostratus*, w przypadku gdy *Cirrus* znajdują się w pobliżu horyzontu i wskutek perspektywy mają wygląd podobny do *Cirrostratus*. Chmurę *Cirrostratus* można pomylić z *Altostratus* lub *Stratus*, jeśli chmury te występują blisko horyzontu i obserwuje się je w kierunku Słońca. Na ogół zjawisko halo potwierdza obecność chmury *Cirrostratus*. Identyfikacja chmur *Altostratus* i *Altostratus* najczęściej bywa trafna. Jeżeli nie uwzględni się towarzyszących chmurze meteorów, *Nimbostratus* może być łatwo pomyłony z chmurami *Cumulonimbus*, *Altostratus*, *Stratocumulus* a nawet *Stratus*, gdyż *Nimbostratus* z wyglądu może przypominać te chmury, zwłaszcza gdy są one grube, a obserwator znajduje się tuż pod podstawą chmury. *Cumulus* jest chmurą uważaną wśród obserwatorów za jedną z najłatwiej rozpoznawalnych, lecz zdarzają się przypadki, że chmury te określane są jako *Stratocumulus* jeśli mają postać oddzielnych chmur z rodzaju *Stratocumulus*. W ten sposób udział *Stratocumulus* w ogólnym zachmurzeniu bywa zawyżony. Istnieje również niebezpieczeństwo mylenia chmury *Cumulus fractus* ze *Stratus fractus* i *Nimbostratus pannus*. Oczywiście cechą odróżniającą te chmury jest fakt, że *Stratus fractus* i *Nimbostratus pannus* powstają poniżej głównego poziomu kondensacji. Małe chmury *Cumulus* mogą być tak liczne i zagęszczone, że przypominają warstwę *Stratocumulus* lub *Altostratus* zwłaszcza gdy występują w pobliżu horyzontu. Według *Międzynarodowego Atlasu Chmur* (1987) chmury te powinny być uważane za *Cumulus* dopóki ich wierzchołki zachowują kształt kopulasty i podstawy nie

są połączone. Niektóre chmury *Cumulonimbus* mają wygląd niemal identyczny z dużymi, silnie rozwiniętymi chmurami *Cumulus*. Jeżeli chmurze nie towarzyszą grzmoty, błyskawice, bądź opad gradu trudno jednoznacznie określić ją jako *Cumulonimbus* (Matuszko 2009).

4. Przyczyny trudności w określaniu zachmurzenia w rejonach polarnych

Podstawowymi czynnikami utrudniające ocenę wielkości zachmurzenia i rozpoznawanie rodzajów chmur w rejonach polarnych jest obniżona w tych szerokościach geograficznych wysokość troposfery i trwająca ponad trzy miesiące noc polarna. Dodatkowym utrudnieniem mogą być warunki lokalne, zwłaszcza urozmaicona rzeźba terenu, przyczyniające się do powstania wielu postaci chmur orograficznych.

4.1. Obniżona tropopauza

W strefie polarniej średnia wysokość tropopauzy kształtuje się na poziomie 8-9 km (Kowalewski 2003). Skrajne wysokości tropopauzy w czasie Wyprawy Polarnej 2009-2010 obserwowane na podstawie sondażu aerologicznych na stacjach Bjørnøya (295 km na SSE od PSP) oraz Ny-Ålesund (230 km na NNW od PSP) wyniosły od 5,2 km w marcu 2010 do 12,2 km w lipcu 2009. Niższa grubość troposfery pociąga za sobą występowanie podstawy chmur na niższych wysokościach niż ma to miejsce w strefie umiarkowanej. Zaobserwowano, że piętro chmur średnich w Hornsundzie może zaczynać się już od 1000-1500 m, natomiast piętro chmur wysokich – od 3000-4000 m.

Jedną z metod pomocnych w identyfikacji chmury jest ocena wysokości jej podstawy – obserwator dokonuje wyboru spośród rodzajów, które zazwyczaj mieszczą się w piętrze odpowiadającym im wysokościami (Międzynarodowy Atlas Chmur 1987). Ułatwieniem zaklasyfikowania danej chmury do odpowiedniego piętra jest znajomość wysokości okolicznych masywów górskich. W warunkach obniżonej troposfery szczególną uwagę należy zwrócić na rozróżnianie chmur *Stratocumulus-Altocumulus*, *Altocumulus-Cirrocumulus* oraz *Altostratus-Cirrostratus*, bo jak wcześniej wspomniano przy tych rodzajach chmur łatwo o pomyłkę. Aby poprawnie sklasyfikować daną chmurę należy się jej bliżej przyjrzeć, dokonać oceny jej wysokości i prędkości przemieszczania oraz określić wielkość poszczególnych elementów. W przypadku *Cirrocumulus* większość członów chmury ma pozorną szerokość mniejszą od jednego stopnia (szerokość małego palca z odległości wyciągniętej ręki). Poszczególne elementy tych chmur są na tyle niewielkie, że nie wykazują cieni. Pozorna szerokość większości regularnie ułożonych członów chmury *Altocumulus* zawiera się zwykle w granicach od jednego do pięciu stopni (szerokość trzech palców z odległości wyciągniętej ręki). Elementy chmury *Stratocumulus* mają pozorną szerokość większą od 5 stopni. Ponadto podstawa chmur *Stratocumulus* zazwyczaj zalega na tyle nisko, że przesłania wierzchołki lub środkowe partie gór wokół Hornsundu.

4.2. Noc polarna

Na szerokości geograficznej Hornsundu (77°N) noc polarna trwa od końca października do połowy lutego, przeciętnie ok. 105 dni. W tym okresie Słońce jest pod linią horyzontu, zanika naturalne światło ułatwiające stwierdzenie obecności chmur oraz ich klasyfikację. Takie warunki wymagają od obserwatora wcześniejszego wyjścia na zewnątrz na obserwację w celu dostosowania oczu do ciemności, uprzednio wyłączwszy wszelkie możliwe źródła oświetlenia wokół stacji.

W identyfikacji chmur w nocy pomocny jest świecący Księżyc, a także zorza polarna. Na podstawie występującego rodzaju i charakteru opadu można wnioskować o rodzaju chmury. Przykładowo opad mżawki lub śniegu ziarnistego sugeruje obecność chmury *Stratus*, długotrwały opad jednostajnego śniegu lub deszczu - chmury *Nimbostratus*, a opady o charakterze przelotnym – chmury *Cumulonimbus*.

W przypadku absolutnej ciemności obserwator może posłużyć się metodą fotograficzną. Polega ona na wykonaniu zdjęć nieba na długim, co najmniej kilkudziesięciosekundowym czasie naświetlania. Wówczas można stwierdzić obecność chmur, których ludzkie oko, ze względu na znikomą ilość światła, nie jest w stanie zobaczyć.

4.3. Chmury orograficzne

Chmury orograficzne powstają wskutek modyfikacji przepływu powietrza nad obszarami górskimi. Górzyści charakter okolic Polskiej Stacji Polarnej sprawia, że chmury orograficzne są tu obserwowane stosunkowo często. Brak ścisłych wytycznych w Międzynarodowym Atlasie Chmur i instrukcjach wydawanych przez krajowe służby meteorologiczne odnośnie chmur pochodzenia górskiego sprawia, że obserwatorzy miewają problemy w prawidłowej identyfikacji oraz sklasyfikowaniu tego typu chmur do konkretnego rodzaju i gatunku.

4.3.1. Chmury falowe

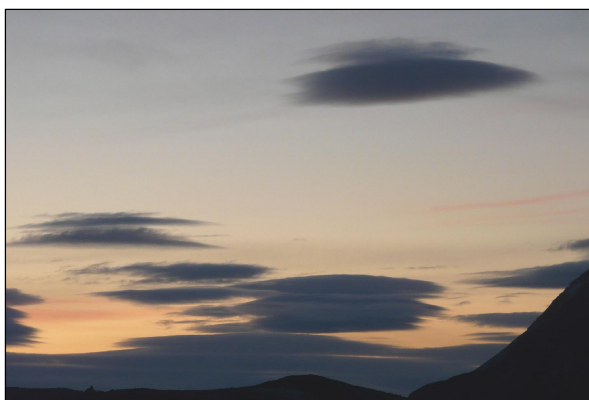
Jedną z najczęściej obserwowanych w rejonie Hornsundu form chmur orograficznych są chmury falowe. Tworzą się one w grzbietach fal w atmosferze, w silnym przepływie powietrza. Mają wygląd soczewek, migdałów, dysków (ryc. 2); są niemal stacjonarne. W zależności od wysokości na jakiej powstały, klasyfikuje się je jako *Stratocumulus* ($C_L=5$), *Alto cumulus* ($C_M=4$) lub *Cirrocumulus* ($C_H=9$) i zawsze jako gatunek *lenticularis*. W sprzyjających warunkach, przy dostatecznie wilgotnej masie powietrza i silnym przepływie, chmury falowe mogą pojawiać się wielowarstwowo, bezpośrednio jedna nad drugą, przypominają wówczas stos talerzy (odmiana *duplicatus*). Chmury falowe były obserwowane nad wszystkimi górami wokół Hornsundu, najczęściej przy silnym przepływie powietrza z kierunków północno-zachodniego, północnego i północno-wschodniego.

4.3.2. Chmury sztandarowe

W literaturze fachowej występują również pod nazwą chmury flagowej, sztandaru chmurowego, chorągwi chmurowej lub dymienia gór. Chmura sztandarowa powstaje w rejonie izolowanych szczytów górskich, w bardzo silnym przepływie powietrza. Tuż po zawietrznej stronie wierzchołka masywu górskiego tworzy się strefa podciśnienia, w której dochodzi do kondensacji pary wodnej; tworzy się nieregularna i postrzępiona zasłona, ciągnąca się niekiedy na znaczne odległości od szczytu, przypominająca łopoczącą na wietrze flagę. Chmury sztandarowe w rejonie Polskiej Stacji Polarnej są obserwowane sporadycznie, mimo, jak wydawałoby się, sprzyjających warunków (liczne izolowane szczyty oraz częsty silny wiatr). Stosunkowo najczęściej ta forma chmur orograficznych występowała w obrębie Rotjesfjellet (416 m n.p.m.), masywu odległego o 4 km w kierunku zachodnim od stacji meteorologicznej. Chmura sztandarowa pojawiała się tylko podczas silnego przepływu powietrza z południa. Jej nieregularny, postrzępiony i szybko zmieniający się wygląd sprawia, że chmura ta najczęściej jest klasyfikowana jako *Stratus fractus* (liczba klucza $C_L=6$).

4.3.3. Czapy chmurowe

W odróżnieniu od wspomnianych chmur sztandarowych, czapy chmurowe (ryc. 3) pokrywają wierzchołki izolowanych szczytów w miarę symetrycznie. Chmura ta ma zwykle wyraźnie zarysowany poziom kondensacji i wygładzony silnym wiatrem wierzchołek, jest niemal stacjonarna, ale jej drobne, postrzępione elementy mogą dość szybko przemieszczać się z wiatrem. Kształtem przypomina kapelusz, spodek, dysk, a jest klasyfikowana najczęściej jako *Stratocumulus lenticularis* (liczba klucza $C_L=5$), choć w początkowej fazie rozwoju może ją tworzyć chmura *Stratus fractus* (liczba klucza $C_L=6$). Czapa chmurowa najczęściej pojawiała się nad masywem Hohenlohe (616 m n.p.m.); to izolowana góra odległa o 12 km od stacji, leżąca na południowym brzegu fiordu, eksponowana na napływające z nad Morza Grenlandzkiego wilgotne masy powietrza. Formację tę obserwowano przy napływie powietrza z zachodu i północnego-zachodu



Ryc. 2. Chmury falowe (*Altostratus lenticularis*) nad Hornsundem, 29 września 2009 r. (fot. Jakub Soroka)

Fig. 2. Wave clouds (*Altostratus lenticularis*) over Hornsund, September 29, 2009 (photo by Jakub Soroka).



Ryc. 3. Czapa chmurowa (*Stratocumulus lenticularis*) nad masywem Hohenlohe, 24 października 2009 r. (fot. Jakub Soroka)

Fig. 3. Hat cloud (*Stratocumulus lenticularis*) over Hohenlohefjellet, October 24, 2009 (photo by Jakub Soroka).

4.3.4. Wały fenowe

Jedną z częściej występujących chmur orograficznych w rejonie Polskiej Stacji Polarnej są wały fenowe. Powstają one wskutek kondensacji pary wodnej w powietrzu wznoszącym się po dowietrznej stronie grzbietu górskiego. Po przekroczeniu grani pokrywa chmurowa gwałtownie się urywa, co jest widoczne od strony zawietrznej jako kołnierz okrywający najwyższe partie łańcucha górskiego, często

wygładzony wskutek bardzo silnego przepływu powietrza. Wał fenowy najczęściej był obserwowany nad grzbieciem Sofiekammen (ryc. 4) rozciągającym się w linii północ-południe ok. 10 km na wschód i północny-wschód od stacji. Jego częsta obecność tam uwarunkowana jest zdecydowaną przewagą występowania wiatru z kierunku wschodniego w Hornsundzie. Występowaniu wału fenowego nad Sofiekammen zazwyczaj towarzyszy układ rozległych chmur piętra niskiego (*Stratus* i *Stratocumulus*) po stronie dowietrznej. Strefa tych chmur jest wówczas widoczna z Polskiej Stacji Polarnej jako zwarta zasłona w głębi fiordu w kierunku wschodnim.



Ryc. 4. Wał fenowy (*Stratocumulus stratiformis*) nad Sofiekammen, 1 sierpnia 2009 r. (fot. Jakub Soroka)

Fig. 4. Foehn bank (*Stratocumulus stratiformis*) over Sofiekammen, August 1, 2009 (photo by Jakub Soroka).

Klasyczne formy wału fenowego najczęściej przybierają kształt zaokrąglonej bryły i walca, stąd też powinny być klasyfikowane jako chmura z rodzaju *Stratocumulus* (liczba klucza $C_L=5$). Niemniej jednak w literaturze fachowej nie ma zgodności co do rodzaju chmur, jakie tworzą wał fenowy.

M. Schmidt (1972) opisując tatrzański wiatr halny wprowadza określenie muru halnego na orograficzne chmury okrywające szczyty i klasyfikuje je jako *Altostratus*. Z kolei J. Trepńska (2002) uważa, że wał fenowy tworzą *Altostratus* i *Cumulus* oraz *Stratocumulus*, który może przekształcić się w *Nimbostratus*, a nawet *Cumulonimbus*. J. Tamulewicz (1997) przyporządkowuje chmury wału fenowego do rodzaju *Cumulus* i *Cumulonimbus*.

5. Wątpliwości w zapisie rodzajów chmur w postaci liczby klucza depeszy synoptycznej

W celu zapewnienia sprawnego i zwięzłego przekazywania informacji o zachmurzeniu w depeszy synoptycznej wprowadzono stosowanie liczb klucza C_L , C_M i C_H . Informacje zawarte w nich mówią nie tylko o rodzajach, gatunkach i odmianach chmur, ale także określają stadia rozwoju lub przemian chmur. Mankamentem tego sposobu kodowania danych jest konieczność zastosowania tylko jednej liczby klucza do opisu nieba mimo, że mogą występować rodzaje chmur odpowiadające dwóm, a nawet trzem liczbom klucza tego samego piętra. Dla kluczy C_L , C_M i C_H została opracowana hierarchia pierwszeństwa wyboru, która daje uprzywilejowanie chmurom najbardziej ważnym ze względu na zachodzące w atmosferze procesy z punktu widzenia meteorologii synoptycznej.

Podział sytuacji chmurowych według liczb klucza C_L , C_M i C_H nie uwzględnia czynników lokalnych, w tym orograficznych wpływających na tworzenie się i modyfikację chmur. Górski charakter okolic

Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie sprawia, że wspomniane czynniki mają istotny wpływ na kształtowanie się stosunków nefologicznych w tym regionie. Świadczy o tym choćby mnogość występowania chmur orograficznych opisanych w poprzednim rozdziale. Powyższe sprawia, że analiza zachmurzenia przeprowadzona z użyciem liczb klucza depezy synoptycznej z klimatologicznego punktu widzenia będzie dalece niedoskonała; nie odda bowiem często występujących i charakterystycznych obrazów nieba w Hornsundzie.

Najczęściej stosowaną na stacji meteorologicznej w Hornsundzie liczbą klucza dla chmur niskich C_L jest „5” (chmury *Stratocumulus* utworzone nie wskutek rozpościerania się chmur *Cumulus*). Pod tym kodem może kryć się występowanie czap chmurowych, sztandarów chmurowych, wałów fenowych, falowych chmur *Stratocumulus lenticularis*, a także często występujących zboczowych i grzbietowych chmur *Stratus*. Wszystkim wspomnianym formacjom zwykle towarzyszy bowiem rozległa pokrywa chmur *Stratocumulus stratiformis* decydująca o wyborze liczby klucza „5”.

Najlepszym sposobem zapisu zachmurzenia pod względem jakościowym do celów klimatologicznych byłoby zestawienie konkretnych rodzajów, gatunków i odmian chmur wraz z typami chmur orograficznych. Jednak zestawienia miesięczne i roczne takich wielkości nie są prowadzone, a pozyskanie ich wymagałoby ogromu pracy z materiałem źródłowym - dziennikami meteorologicznymi. W tym miejscu należy zasugerować obserwatorom meteorologicznym z Polskiej Stacji Polarnej sumienne notowanie chmur orograficznych wraz z nazwą masywów górskich, nad jakimi występują.

6. Coroczna zmiana obserwatorów meteorologicznych przyczyną niejednorodności serii nefologicznej

Na problem niejednorodności serii obserwacyjnej zachmurzenia Hornsundu spowodowany rokroczną wymianą kadry meteorologów zwracał uwagę A.A. Marsz (2013). Obserwatorzy meteorologiczni z niektórych wypraw „faworyzują” wybrane liczby klucza, inne pomijając. Zarysowują się wyraźne różnice w częstości szyfrowania wybranych liczb klucza C_L , C_M i C_H , które trudno wyjaśnić czynnikami cyrkulacyjnymi. Największe wątpliwości budzą dane dotyczące rodzajów chmur piętra niskiego (Marsz 2013).

Zakłócona jednorodność serii obserwacyjnej zachmurzenia może wynikać z kilku powodów. Po pierwsze do tej pory brak było opracowania opisującego specyfikę chmur w rejonie Hornsundu wraz ze wskazówkami do notowania i szyfrowania wyników spostrzeżeń. Tę lukę, przynajmniej częściowo, wypełnia opracowanie D. Matuszko i J. Soroki (2013). Wytyczne Międzynarodowego Atlasu Chmur (1987) zwłaszcza w zakresie chmur orograficznych są na tyle ogólnikowe („Budowa fizyczna chmury orograficznej jest na ogół podobna do budowy chmur tego rodzaju, do którego powinna być zaliczona”), że mogą być odmiennie interpretowane. Z tego powodu obserwatorzy są w wielu przypadkach zdani na własną intuicję, co prowadzi do różnic w częstości stosowania liczb klucza C_L , C_M i C_H .

Krótki okres wspólnej pracy obserwatorów z poprzedniej i kolejnej wyprawy (wymuszony czynnikiem logistycznym – transportem) sprawia, że brakuje wymiany doświadczeń i poglądów na temat specyfiki chmur w okolicy Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie. Szczególnie trudne zadanie mają obserwatorzy po raz pierwszy biorący udział w wyprawie polarnej, przyzwyczajeni do pięter wysokościowych zachmurzenia i typowych postaci chmur występujących w Polsce.

Pewien niepokój o jakość danych klimatologicznych może budzić fakt, że ostatnimi czasy w wyprawach polarnych coraz rzadziej uczestniczą obserwatorzy z doświadczeniem nabytym w służbie mete-

orologicznej. Powodować to może mniej sprawne i pewne posługiwanie się kluczem synoptycznym i międzynarodową klasyfikacją chmur.

7. Podsumowanie i wnioski

Niniejsze opracowanie stanowi próbę przedstawienia trudności w wizualnej ocenie zachmurzenia w rejonach polarnych. Jest rzeczą oczywistą, że nie wyczerpuje ono poruszanego tematu, lecz jedynie zwraca uwagę na najczęściej popełniane błędy przy określaniu i zapisie rodzajów i gatunków chmur. Oprócz ogólnych wątpliwości dotyczących wizualnych obserwacji nefologicznych najważniejszymi czynnikami utrudniającymi prawidłową ocenę zachmurzenia na Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie są:

- obniżona tropopauza,
- słaba widzialność niebosłonu w czasie nocy polarnej,
- niedoskonałość Międzynarodowej Klasyfikacji Chmur do oznaczania chmur orograficznych,
- ograniczenia klucza SYNOP dla chmur orograficznych.

Literatura:

- Kowalewski M., 2003. Zmienność położenia tropopauzy w wysokich szerokościach geograficznych. *Problemy Klimatologii Polarnej*, 13: 37-41.
- Marsz A. A., 2013. Cloudiness and sunshine duration. [w:] A. A. Marsz & A. Styszyńska (red.), *Climate and Climate Change at Hornsund, Svalbard*, The publishing house of Gdynia Maritime University, Gdynia: 101-125.
- Matuszko D., 2009. *Chmury i pogoda*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków: 98 s. + 80 wkładka fot. (II wydanie).
- Matuszko D., Soroka J., 2013. Zachmurzenie Spitsbergenu na podstawie obserwacji w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie. *Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, Kraków*: 96 s.
- Międzynarodowy Atlas Chmur, 1987. Atlas skrócony, według wydania z 1956 roku. Seria A, Instrukcje i podręczniki, nr 42, Wyd. Geologiczne, IMGW, Warszawa: 71 s.
- van Nes A. M., 2007. *Håndbok for observasjoner av visuelle synoptiske værparametere*. Meteorologisk Institutt, Oslo.
- Schmidt M., 1972. *Meteorologia dla każdego*. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa: 256 s.
- Styszyńska A., 2013. Duration of day and night. [w:] A. A. Marsz & A. Styszyńska (red.), *Climate and Climate Change at Hornsund, Svalbard*. The publishing house of Gdynia Maritime University, Gdynia: 21-24.
- Tamulewicz J., 1997. *Pogoda i klimat Ziemi*. Wielka Encyklopedia Geografii Świata, tom V, Wyd. Kurpisz, Poznań: 360 s.
- Tomasiewicz K., 2005. Klucze i przepisy stosowane w PSHM; wybrane zagadnienia. Seria: Instrukcje i podręczniki, IMGW, Warszawa: 67 s.
- Trepińska J., 2002. *Górskie klimaty*. Wyd. Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej. UJ, Kraków: 204 s.

Wpłynęło: 26 czerwca 2013 r., poprawiono: 11 września 2013 r., zaakceptowano: 23 października 2013 r.

Summary

Observations of cloudiness at the Polish Polar Station in Hornsund are conducted by meteorological station operating there. Presented work analyzes the factors hindering the evaluation of cloudiness, particularly the identification of cloud types. It takes into account lowered height of the troposphere, polar night, orography and its effect on the airflow. The authors present the classification of orographic clouds (wave clouds, banner clouds, hat clouds and foehn banks) with their characteristic and occurrence conditions. The inadequacy of the International Cloud Atlas concerning the division of orographic clouds is highlighted. The problems associated with the classification of these clouds for SYNOP reports and records in the meteorological log become a kind of complication for observers. The unique nature of clouds at polar regions and the lack of accurate orographic clouds identification criteria may induce inaccuracy and errors on cloud data series. The heterogeneity of data may also be caused by the annual change in the meteorological observers.

Key words: cloud cover, visual observation, Polish Polar Station at Hornsund, cloud genera, orographic cloud, International Cloud Atlas.