

USŁONECZNIE W NY-ÅLESUND (NW SPITSBERGEN) W OKRESIE 1993–2004

SUNSHINE DURATION IN NY-ÅLESUND (NW SPITSBERGEN) IN PERIOD 1993–2004

Tomasz Budzik

Katedra Klimatologii, Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski
ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec
budzik@wnoz.us.edu.pl

Zarys treści. W pracy przedstawiono ogólną charakterystykę zmienności usłonecznienia w Ny-Ålesund, na Spitsbergenie. Wykorzystano dobowe sumy czasu trwania usłonecznienia (w godzinach) z okresu 1993–2004. Materiały pomiarowe otrzymano z "Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research" (König-Langlo i Marx 1997). Analizowano wieloletnią i roczną zmienność usłonecznienia rzeczywistego oraz względnego. Podjęto próbę analizy czasu trwania usłonecznienia w zależności od cyrkulacji atmosferycznej.

W Ny-Ålesund średnie roczne usłonecznienie rzeczywiste w okresie 1993–2004 wyniosło 1295 godzin, co stanowiło około 26% usłonecznienia astronomicznie możliwego. Najwyższa roczna suma usłonecznienia wyniosła 1556 godzin (30%) w 1993, a najmniejsza 913 godzin (18%) w 1994. W przebiegu rocznym, największe usłonecznienie rzeczywiste notuje się w maju (średnio 316 godzin) i kwietniu (260 godzin). Najwyższe wartości usłonecznienia stwierdzono przy typie sytuacji synoptycznej (wg Niedźwiedzia): Ka (średnio 178 godziny w roku), NEa (142 godziny w roku), Ea (130 godziny w roku). Najmniejsze usłonecznienie zanotowano przy sytuacji: Sa, SWa, Sc, SWc i Wc (poniżej 20 godzin w roku).

Słowa kluczowe: Usłonecznienie, Arktyka, Spitsbergen, Ny-Ålesund.

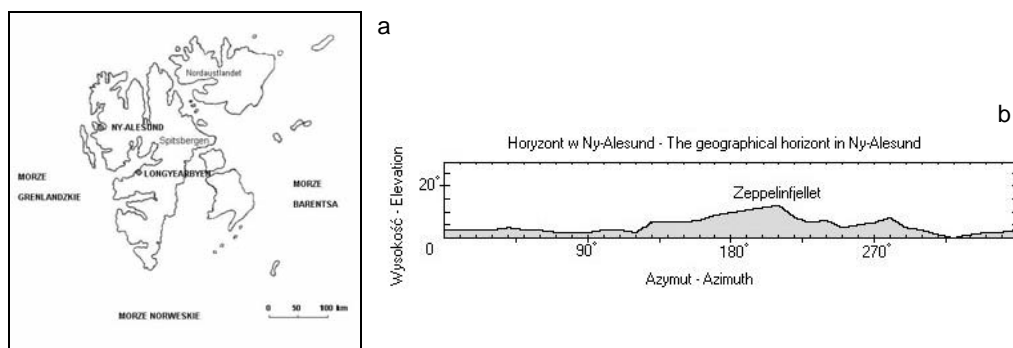
1. Wstęp

Usłonecznienie definiowane jest jako "czas występowania bezpośredniego promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni Ziemi" (Słownik Meteorologiczny 2003). Celem tej pracy jest wstępna charakterystyka usłonecznienia dla stacji Ny-Ålesund (NW Spitsbergen) za okres 1993–2004 oraz próba określenia wpływu cyrkulacji atmosferycznej na wielkość usłonecznienia. Informacje na temat usłonecznienia w rejonie Spitsbergenu znaleźć można w wielu pracach (m.in. Pettersen i in. 1956, Gavrilova 1963, Spinnangr 1968, Baranowski 1977, Vinje 1974–1979, Pereyma 1983, Atlas Arktyki 1985, Głowicki 1985, Martyn 1985, Niedźwiedź i Ustrnul 1988, Brazdil i in. 1988, Niedźwiedź 1993, Głowacki i Niedźwiedź 1997, Styszyńska 1997, Przybylak i Szczebłewska 2002, Przybylak 2003).

2. Materiały i metody

W pracy wykorzystano dobowe sumy usłonecznienia rzeczywistego (w godzinach) z okresu 1993–2004. Dane pochodzą z niemieckiej stacji meteorologicznej "Koldewey", należącej do "Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research", zlokalizowanej w Ny-Ålesund, w północno-zachodniej części

Spitsbergenu (König-Langlo i Marx 1997). Współrzędne geograficzne stacji to: 78°56'N, 11°57'E, 11 m n.p.m. (ryc. 1a). Pomiaru dokonywano przyrządem Solar 111 produkcji Haenni, rozpoczynającym lub kończącym pomiar usłonecznienia w momencie gdy natężenie promieniowania bezpośredniego przekraczało próg 120 W/m². Zastąpienie horyzontu w Ny-Ålesund przedstawia rycina 1b. Największe zakrycie horyzontu przez otaczające wzniesienia znajdują się na południe i południowy-zachód od miejsca obserwacji. Ma to wpływ na wielkość usłonecznienia przed wszystkim w początkowych (luty, marzec) i końcowych miesiącach z możliwym usłonecznieniem (wrzesień, październik). Najwyższe wzniesienie Zeppelinfjellet w azymucie 212° wznosi się na 13° ponad horyzont. Najbardziej uprzywilejowanym kierunkiem pod względem małego zasłonięcia horyzontu jest północny-zachód, zakrycie horyzontu nie przekracza tutaj 2°.



Ryc. 1. Położenie geograficzne Ny-Ålesund na Spitsbergenie (a) i zakrycie widnokładu na stacji Koldewey (b)

Fig. 1. Ny-Ålesund location on Spitsbergen (a) and the horizon at Koldewey station (b)

Na podstawie wartości dobowych uzyskanych z Alfred Wegener Institute obliczono miesięczne, roczne i wieloletnie średnie oraz sumy usłonecznienia rzeczywistego (Ur). Usłonecznienie rzeczywiste uzależnione jest głównie od długości dnia oraz warunków atmosferycznych. Usłonecznienie względne (Uwz) w tej pracy określono jako stosunek usłonecznienia możliwego (określonego astronomicznym czasem wschodu oraz zachodu Słońca) do usłonecznienia rzeczywistego i przedstawiono je w procentach. Nie uwzględniono przy obliczeniach zasłonięcia horyzontu.

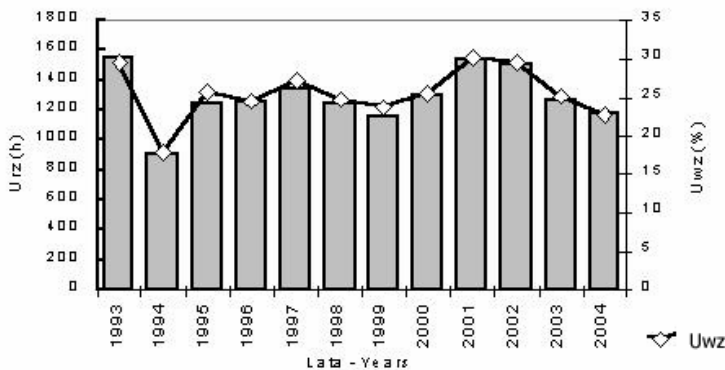
Korzystając z katalogu typów cyrkulacji atmosferycznej autorstwa Niedźwiedzia (2001, 2005) dokonano analizy wpływu cyrkulacji atmosferycznej na usłonecznienie, obliczając dla każdego typu cyrkulacji: średnią liczbę godzin z usłonecznieniem w ciągu roku, średnią wartość usłonecznienia względnego, oraz prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z Uwz <20% i >80%.

3. Rozkład usłonecznienia

Usłonecznienie uzależnione jest przede wszystkim od czynników astronomicznych, warunkujących dopływ energii słonecznej do powierzchni Ziemi w określonej porze dnia w ciągu roku. Położenie geograficzne Spitsbergenu za kołem polarnym sprawia, że można tutaj wyróżnić takie pory roku jak: "noc polarną", "dzień polarny" oraz okresy przejściowe pomiędzy nimi. Noc polarna w Ny-Ålesund rozpoczyna się 25 października i kończy 17 lutego, w tym okresie brak jest nad horyzontem tarczy słonecznej, przez co nie notuje się usłonecznienia. Dzień polarny rozpoczyna się 18 kwietnia i trwa do 24 sierpnia. W tym okresie przy małym zasłonięciu horyzontu oraz przy braku zachmurzenia, usłonecznienie rzeczywiste może wynieść

24 godziny. Wysokość Słońca nad horyzontem zmienia się od minimum 21.4° (18 kwietnia) do maksimum 34.5° (21 czerwca). Okresy pomiędzy nocą polarną i dniem polarnym (18 luty – 17 kwiecień) oraz pomiędzy dniem polarnym a nocą polarną (25 sierpień – 24 październik) charakteryzują się występowaniem zjawiska wschodu oraz zachodu Słońca. W tym czasie usłonecznienie możliwe zmienia się z każdym dniem, wzrastając od zera do całej doby (w okresie od 18 lutego do 17 kwietnia) oraz zmniejszając się od całej doby do zera (w okresie od 25 sierpnia do 24 października).

Rozkład w ciągu roku usłonecznienia na stacji Ny-Ålesund przedstawiają tabele 1 i 2 oraz ryciny 2–6. W latach 1993–2004 średnia roczna suma usłonecznienia rzeczywistego w Ny-Ålesund wyniosła 1295 godzin, co stanowiło 26% w stosunku do astronomicznie możliwego. Najwyższą roczną sumę Urz – 1556 godzin (30%) zanotowano w 1993, a najniższą – 913 godzin (18%) – w 1994 roku. Daje to różnicę rzędu 643 godzin. Według „Atlasu Arktyki” (1985), średnia roczna suma usłonecznienia w rejonie Spitsbergenu wynosi 1000–1200 godzin. W Isfiord Radio, dla okresu 1951–1975, średnie roczne Urz wyniosło 1032 godziny (Hanssen-Bauer i in. 1990). W Hornsundzie, Niedźwiedź i Głowacki (1997) dla okresu 1978–1997 obliczyli średnie roczne usłonecznienie na 1037 godzin. Można więc stwierdzić, że stacja Ny-Ålesund wykazuje duże uprzywilejowanie (średnio o ponad 250 godzin) pod względem usłonecznienia, w porównaniu do Isfiord Radio i Hornsundu.



Ryc. 2. Sumy roczne usłonecznienia rzeczywistego (Urz, h) oraz średnie roczne usłonecznienie względne (Uwz, %) w Ny-Alesund w okresie 1993–2004

Fig. 2. Annual total (Urz, in hours) of effective sunshine duration and average annual relative sunshine duration (Uwz, %) in Ny-Alesund for 1993–2004

W przebiegu rocznym (ryc. 3) najwyższe usłonecznienie rzeczywiste w Ny-Ålesund notuje się w maju. W badanym okresie wynosiło ono średnio 316 godzin, co stanowi 42% usłonecznienia możliwego dla tego miesiąca. W kwietniu średnie Urz określono na 260 godziny (42% możliwego), a zmieniało się w granicach od 360 godzin (58%) w 1996 do 112 godzin (18%) w 2004. Według „Atlasu Arktyki” w kwietniu na Spitsbergenu notuje się usłonecznienie rzędu 250 godzin, a w Isfiord Radio około 212 godzin (Hanssen-Bauer 1990). W czerwcu, lipcu i sierpniu ze względu na większe zachmurzenie występujące w Ny-Ålesund, usłonecznienie jest niższe aniżeli w maju i kwietniu. Zmiany Urz w tych miesiącach są jednakże o wiele większe niż w maju i kwietniu, od minimum 56 godzin do maksimum 325 godzin (tab.1). Maksymalne wartości usłonecznienia rzeczywistego zanotowano w maju 464 godzin (62,4%), a w kwietniu, czerwcu i lipcu odpowiednio: 360 (58%), 323 (45%), 325 (44%) godzin.

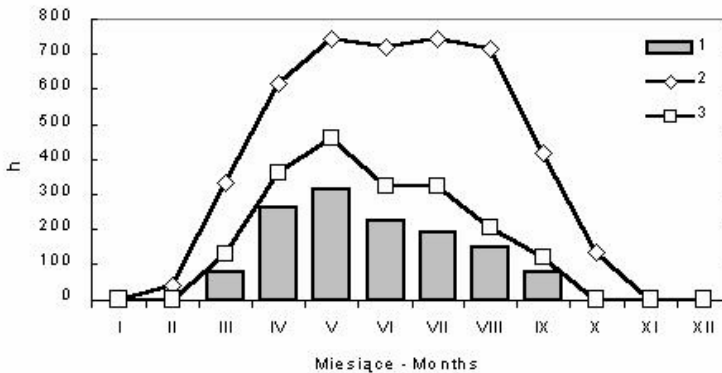
Tabela 1 – Table 1

Wartości miesięczne i roczne usłonecznienia rzeczywistego (Urz, godziny) i względnego (Uwz, %) oraz zachmurzenia ogólnego (N, 0–8) i niskiego (Nh, 0–8) w Ny-Ålesund w okresie 1993–2004

Monthly and annual: totals of sunshine duration (Urz, in hours), mean of relative sunshine duration (Uwz, in %), total cloud amount (N, 0–8) and low and medium level clouds amount (Nh, 0–8) in Ny-Ålesund (NW Spitsbergen) for 1993–2004

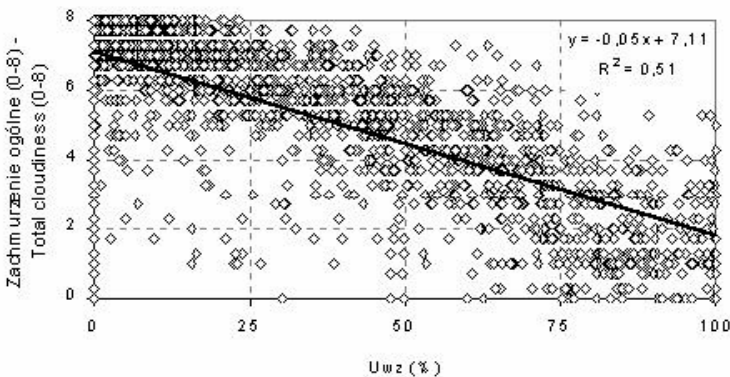
Rok – Year	Element – Element		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok – Year	
1993	Urz	h	Suma – Total	56	236	450	270	325	119	100	0	1556
	Uwz	%	Średnia – Average	16.9	38.3	60.5	37.5	43.6	16.6	23.7	0.1	29.7
	N	0–8	Średnia – Average	5.2	5.2	4.1	6.1	5.0	6.7	5.9	5.4	5.5
	Nh	0–8	Średnia – Average	4.2	4.1	3.0	4.7	4.1	5.9	5.2	4.3	4.4
1994	Urz	h	Suma – Total	38	231	280	161	56	89	55	2	913
	Uwz	%	Średnia – Average	11.4	37.5	37.6	22.4	7.6	12.4	13.2	1.2	17.9
	N	0–8	Średnia – Average	6.1	5.4	5.6	6.6	7.4	7.0	6.7	5.6	6.3
	Nh	0–8	Średnia – Average	4.9	4.0	4.8	5.7	6.8	6.4	5.6	5.0	5.4
1995	Urz	h	Suma – Total	105	242	249	156	198	186	109	2	1246
	Uwz	%	Średnia – Average	31.3	39.2	33.5	21.7	26.6	26.0	25.9	1.5	25.7
	N	0–8	Średnia – Average	4.4	5.2	5.8	6.5	6.4	6.1	5.6	5.3	5.7
	Nh	0–8	Średnia – Average	3.5	3.3	4.5	5.0	4.8	5.1	4.9	4.2	4.4
1996	Urz	h	Suma – Total	52	360	375	154	147	103	68	0	1259
	Uwz	%	Średnia – Average	15.5	58.4	50.4	21.4	19.8	14.4	16.2	0.1	24.5
	N	0–8	Średnia – Average	6.2	3.3	4.8	6.7	6.8	6.8	6.4	5.8	5.9
	Nh	0–8	Średnia – Average	5.6	2.7	4.2	6.3	5.8	6.2	5.8	4.9	5.2
1997	Urz	h	Suma – Total	129	284	282	314	140	156	42	0	1347
	Uwz	%	Średnia – Average	38.4	46.1	37.9	43.6	18.8	21.8	10.0	0	27.1
	N	0–8	Średnia – Average	3.8	5.0	5.5	5.4	6.9	6.3	6.4	5.2	5.6
	Nh	0–8	Średnia – Average	2.7	3.7	4.5	4.8	6.0	5.7	5.7	4.4	4.7
1998	Urz	h	Suma – Total	59	341	242	204	186	104	100	1	1237
	Uwz	%	Średnia – Average	17.7	55.2	32.5	28.3	24.9	14.6	23.9	0.4	24.7
	N	0–8	Średnia – Average	5.5	3.8	6.0	6.4	6.5	6.9	5.3	5.6	5.8
	Nh	0–8	Średnia – Average	4.7	3.3	5.7	6.0	6.1	6.8	5.2	5.4	5.4
1999	Urz	h	Suma – Total	103	287	189	106	283	125	65	2	1160
	Uwz	%	Średnia – Average	30.7	46.6	25.4	14.7	38.1	17.5	15.4	1.2	23.7
	N	0–8	Średnia – Average	4.4	5.1	6.5	7.2	5.8	6.7	6.5	4.9	5.9
	Nh	0–8	Średnia – Average	3.8	4.2	5.9	6.9	5.0	6.3	6.0	4.6	5.3
2000	Urz	h	Suma – Total	74	273	274	308	142	180	56	0	1307
	Uwz	%	Średnia – Average	22.1	44.3	36.8	42.8	19.0	25.1	13.3	0.2	25.5
	N	0–8	Średnia – Average	4.4	5.1	5.5	5.6	6.6	5.8	6.6	7.1	5.8
	Nh	0–8	Średnia – Average	3.6	3.8	4.2	5.1	5.9	5.1	5.9	5.8	4.9
2001	Urz	h	Suma – Total	114	275	406	323	209	161	52	1	1543
	Uwz	%	Średnia – Average	34.0	44.6	54.6	44.9	28.1	22.5	12.5	0.7	30.2
	N	0–8	Średnia – Average	4.1	4.9	5.1	5.7	6.2	6.4	6.8	5.6	5.6
	Nh	0–8	Średnia – Average	3.0	3.8	3.9	4.9	5.6	5.8	6.0	5.3	4.8
2002	Urz	h	Suma – Total	68	224	464	291	191	151	119	2	1511
	Uwz	%	Średnia – Average	20.3	36.3	62.4	40.5	25.7	21.1	28.4	1.5	29.5
	N	0–8	Średnia – Average	5.1	5.4	4.1	5.6	6.3	6.8	5.4	5.4	5.5
	Nh	0–8	Średnia – Average	3.8	4.7	3.3	4.3	5.6	5.8	4.5	4.4	4.6
2003	Urz	h	Suma – Total	89	255	253	182	221	207	65	0	1272
	Uwz	%	Średnia – Average	26.6	41.3	34.0	25.3	29.8	28.8	15.6	0	25.2
	N	0–8	Średnia – Average	5.2	5.4	6.3	6.8	6.4	6.2	6.2	5.6	6.0
	Nh	0–8	Średnia – Average	3.9	4.4	5.4	5.4	5.0	5.3	5.0	4.2	4.8
2004	Urz	h	Suma – Total	48	112	325	231	205	165	96	1	1183
	Uwz	%	Średnia – Average	14.4	18.2	43.7	32.0	27.5	23.0	22.8	0.4	22.8
	N	0–8	Średnia – Average	6.8	6.8	5.5	6.3	6.4	6.4	5.7	6.3	6.3
	Nh	0–8	Średnia – Average	5.4	5.9	4.5	4.3	5.4	5.6	5.0	5.6	5.2
1993–2004	Urz	h	Średnia – Average	78	260	316	225	192	146	77	1	1295
	Uwz	%	Średnia – Average	23.3	42.2	42.4	31.3	25.8	20.3	18.4	0.6	25.5
	N	0–8	Średnia – Average	5.1	5.1	5.4	6.2	6.4	6.5	6.1	5.7	5.8
	Nh	0–8	Średnia – Average	4.1	4.0	4.5	5.3	5.5	5.8	5.4	4.8	4.9

Najwyższe wartości średniego dobowego usłonecznienia rzeczywistego w poszczególnych miesiącach, notuje się w maju (średnio 10 godzin, maksymalne 15 godzin w 2002) oraz w kwietniu – średnio 9 godzin (z maksimum 12 godzin w 1993). Od sierpnia aż do października, średnie dobowe usłonecznienie z miesiąca na miesiąc maleje wskutek skracania się dnia.



Ryc. 3. Przebieg roczny usłonecznienia (w godzinach): 1 – rzeczywistego, 2 – możliwego i 3 – maksymalnego w Ny-Ålesund w okresie 1993–2004

Fig. 3. Annual course of sunshine durations (in hours): 1 – average monthly totals, 2 – maximum monthly total and 3 – possible monthly totals, in Ny-Ålesund for 1993–2004



Ryc. 4. Zależność dobowych wartości usłonecznienia względnego (U_{wz} , %) od stopnia zachmurzenia ogólnego (0–8) w Ny-Ålesund w okresie 1993–2004

Fig. 4. Relationship of diurnal relative sunshine duration values (U_{wz} , %) and total cloudiness (0–8) in Ny-Ålesund for 1993–2004

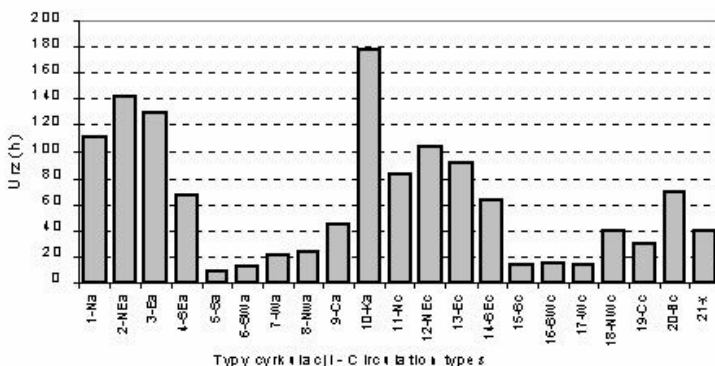
Zachmurzenie jest elementem meteorologicznym wpływającym w znacznym stopniu na czas trwania usłonecznienia. W okresie 1994–2004 średnie roczne ogólne zachmurzenie w Ny-Ålesund wyniosło 5.4 oktanta, a dla okresu z usłonecznieniem obliczono na 5.8 (tab.1). Najwyższe średnie roczne zachmurzenie ogólne zanotowano w latach 1994 i 2004, natomiast wyjątkowo pogodnym i słonecznym okazał się 1993 rok.

Dla Ny-Ålesund współczynnik korelacji liniowej (r) pomiędzy stopniem zachmurzenia ogólnego w ciągu doby i wielkością usłonecznienia względnego (ryc. 4) wyniósł -0.71 . Zależność ta jest istotna statystycznie na poziomie ufności $\alpha = 95\%$. Dla zachmurzenia niskiego uzyskano podobny współczynnik korelacji $r = -0.70$. Podobne zależności stwierdził Baranowski dla Hornsundu (1977); obliczył on zależność dobowych sum usłonecznienia od stopnia zachmurzenia ogólnego jako: -0.80 , a dla zachmurzenia niskiego: -0.75 .

4. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na usłonecznienie

Cyrkulacja atmosfery odrywa zasadniczą rolę w kształtowaniu warunków pogodowych oraz klimatycznych na Spitsbergenie (Niedźwiedź 1993). Korzystając z katalogu typów cyrkulacji atmosferycznej wg Niedźwiedzia (2005) dokonano wstępnej analizy wpływu cyrkulacji na usłonecznienie. Obliczono dla każdego typu cyrkulacji: średnią liczbę godzin z usłonecznieniem w ciągu roku, średnie U_{wz} oraz prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z usłonecznieniem względnym $<20\%$ i $>80\%$.

Średnie roczne usłonecznienie na stacji Ny-Ålesund wynosi 1295 godzin. W przebiegu rocznym największemu dopływowi bezpośredniego promieniowania słonecznego do powierzchni ziemi sprzyja występowanie w rejonie Spitsbergenu bezadwekcyjnego typu cyrkulacji atmosferycznej – Ka według klasyfikacji Niedźwiedzia (ryc. 5). Średnia liczba godzin w tym typie to 178, z częstością średnią w roku wynoszącą 13%. Dla okresu 1951–2000 dla Spitsbergenu Niedźwiedź (2001) obliczył występowanie klina wyżowego z częstością średnią 10.4% w roku.



Ryc. 5. Średnia liczba godzin w ciągu roku z usłonecznieniem (U_{rz} , h) w poszczególnych typach cyrkulacji atmosferycznej w Ny-Ålesund w okresie 1993–2004

Fig. 5. Average annual number of hours with sunshine duration (U_{rz} , in hours) for particular circulation types in Ny-Ålesund for 1993–2004

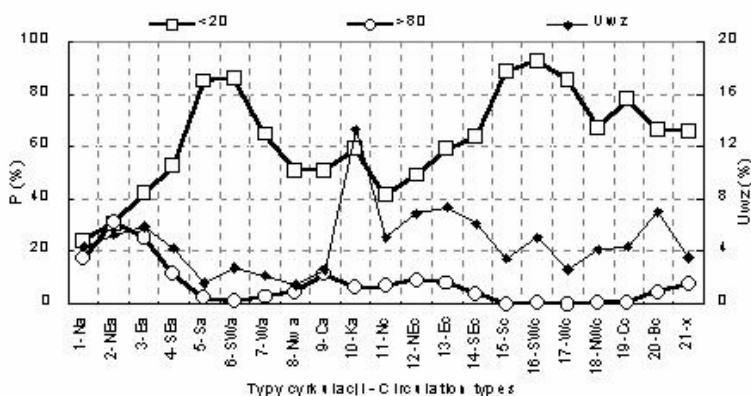
Równie dużą liczbę godzin z usłonecznieniem obserwuje się w typie NEa (142 godziny) i w Ea (130 godzin). Duże usłonecznienie występuje także w typach z adwekcją powietrza z sektora północnego, przy czym rodzaj układu barycznego nie posiada w tym przypadku szczególnego znaczenia. Najmniej sprzyjającymi długiej operacji słonecznej są typy cyrkulacyjne: Sa, SWa, Sc, SWc i Wc (poniżej 20 godzin w ciągu roku). Częstość dni z usłonecznieniem względnym mniejszym niż 20% oraz większym niż 80% oraz prawdopodobieństwo warunkowe zaistnienia takich dni na stacji Ny-Ålesund w poszczególnych typach cyrkulacji podano w tabeli 2.

Tabela 2 – Table 2

Częstość występowania dni z usłoneczeniem względnym większym od 0%, mniejszym od 20% i większym od 80% oraz prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z usłoneczeniem względnym mniejszym od 20% i większym od 80% w poszczególnych typach cyrkulacji w Ny-Ålesund w okresie 1993–2004

Frequency of days with relative sunshine duration greater than 0%, less than 20% and greater than 80% relative sunshine and conditional probability of recording days with less than 20% or more than 80% relative sunshine for particular circulation types in Ny-Ålesund for 1993–2004

Typ Type	Średnia (h/rok) Average (hours/year)	Częstość Frequency			Prawdopodobieństwo Probability	
		>0%	<20%	>80%	<20%	>80%
1-Na	111.7	4.40	1.06	0.75	24.0	17.1
2-NEa	141.6	5.36	1.64	1.67	30.6	31.2
3-Ea	129.8	5.90	2.49	1.50	42.2	25.4
4-SEa	67.1	4.23	2.22	0.48	52.4	11.3
5-Sa	8.1	1.60	1.36	0.03	85.1	2.1
6-SWa	11.9	2.73	2.35	0.03	86.3	1.3
7-Wa	21.2	2.22	1.43	0.07	64.6	3.1
8-Nwa	23.5	1.54	0.78	0.07	51.1	4.4
9-Ca	44.2	2.70	1.36	0.31	50.6	11.4
10-Ka	177.7	13.31	7.85	0.85	59.0	6.4
11-Nc	82.6	5.12	2.12	0.34	41.3	6.7
12-NEc	103.8	6.96	3.41	0.65	49.0	9.3
13-Ec	91.4	7.37	4.33	0.61	58.8	8.3
14-SEc	62.7	6.18	3.92	0.24	63.5	3.9
15-Sc	13.0	3.51	3.10	0.00	88.3	0.0
16-SWc	13.8	5.05	4.67	0.03	92.6	0.7
17-Wc	12.3	2.63	2.25	0.00	85.7	0.0
18-NWc	40.2	4.13	2.76	0.03	66.9	0.8
19-Cc	29.3	4.37	3.41	0.03	78.1	0.8
20-Bc	69.5	7.10	4.71	0.34	66.3	4.8
21-x	39.2	3.62	2.39	0.27	66.0	7.5



Ryc. 6. Usłoneczenie względne (Uwz, %) w poszczególnych typach cyrkulacji oraz prawdopodobieństwo warunkowe (P, %) występowania dni z usłoneczeniem względnym mniejszym od 20% (Uwz < 20%) i większym od 80% (Uwz > 80%) w Ny-Ålesund w okresie 1993–2004

Fig. 6. Relative sunshine duration (Uwz, %) in particular circulation types and conditional probability (P, %) of relative sunshine less than 20% (Uwz < 20%) and greater than 80% (Uwz > 80%) in Ny-Ålesund (1993–2004)

Największe prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia na stacji Ny-Ålesund dnia z usłonecznieniem względnym większym od 80% (dzień pogodny) ma miejsce przy występowaniu typów NEa (31%) i Ea (25%) – ryc. 6, a najrzadziej obserwuje się przy typach: Sc, SWc, NWc, Wc i Cc (poniżej 5%). Dla typów Sc i Wc nie zanotowano ani jednego takiego dnia. Dla dni z usłonecznieniem względnym mniejszym niż 20% (pochmurne) najwyższe prawdopodobieństwo warunkowe występuje w dniach z adwekcją powietrza z sektora południowego (szczególnie przy kierunkach Sa i Sc, SWa i SWc). Dni pochmurne najrzadziej towarzyszą typom cyrkulacji: Na (24%), NEa (31%), Ea (42%) i Nc (41%).

5. Podsumowanie

Korzystając z zaledwie dwunastoletniej serii pomiarowej usłonecznienia w Ny-Ålesund stwierdzono, że w okresie 1993–2004 średnie roczne usłonecznienie rzeczywiste wyniosło 1295 godzin, co stanowiło jedynie około 26% usłonecznienia astronomicznie możliwego.

Najwyższa roczna suma usłonecznienia wyniosła 1556 godzin (30%) w 1993, a najmniejsza 913 godzin (18%) w 1994 roku. W przebiegu rocznym, największe usłonecznienie rzeczywiste zanotowano w maju (średnio 316 godzin) i kwietniu (260 godzin). Najwyższe wartości usłonecznienia stwierdzono przy występowaniu sytuacji synoptycznych określanych przez Niedźwiedzia jako: Ka (średnio 178 godziny w roku), NEa (142 godziny w roku) i Ea (130 godziny w roku). Najmniejsze usłonecznienie na stacji Ny-Ålesund zanotowano przy występowaniu sytuacji: Sa, SWa, Sc, SWc i Wc (poniżej 20 godzin w roku).

Największe prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia na stacji Ny-Ålesund dnia z usłonecznieniem względnym większym od 80% sprzyja występowanie typów NEa (31%) i Ea (25%). Najrzadziej obserwuje się w typach: Sc, SWc, NWc, Wc i Cc (poniżej 5%). Dla dni z usłonecznieniem względnym mniejszym niż 20% najwyższe prawdopodobieństwo warunkowe istnieje w dniach z adwekcją powietrza z sektora południowego (kierunki Sa i Sc, SW i SWc). Najrzadziej obserwuje się dni z usłonecznieniem względnym mniejszym niż 20% w typach Na (24%), NEa (31%), Ea (42%) i Nc (41%). Krótki okres obserwacyjny (1993–2004) usłonecznienia w Ny-Ålesund nie pozwolił na obliczenie trendów zmian dla tego elementu.

Literatura

- Baranowski S., 1977, Subpolarnie lodowce Spitsbergenu na tle klimatu tego regionu, *Studia Geograficzne XXXI (Acta Universitatis Wratislaviensis Nr 393)*, Wrocław: 94 s.
- Brazdil R. red., 1988, Results of investigations of the geographical research expedition. Spitsbergen 1985, Univerzita J.E.Purkyne v Brne, Brno: 337 s.
- Gavrilova M.K., 1963, Radiation Climate of the Arctic, *Gidrometeoizdat*, Leningrad: 178 s.
- Głowacki P., Niedźwiedź T., 1997, Climatological conditions in Hornsund (Spitsbergen) during succeeding Polish Polar Expeditions, XXIV Polar Symposium, *Polish Polar Studies*, Warszawa, 81-94. (Spitsbergen), *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego*, MXCVIII, 94: 49–63.
- Głowicki B., 1985, Radiation conditions in the Hornsund Area (Spitsbergen), *Polish Polar Research*, 6, 3: 301–318.
- Hanssen-Bauer I., Kristensen Solas M., Steffensen E., 1990, The Climate of Spitsbergen, *Det Norske Meteorologiske Institut, DNMI-klima*, Report No. 39, Oslo: 40 s.
- Koenig-Langlo G., Marx B., 1997, The Meteorological Information System at the Alfred Wegener Institute. [w:] *Climate and Environmental Database Systems*. Ed.: M. Lautenschlager i M. Reinke. Kluwer Academic Publisher, USA Norwel: rozdz.11: 11–125.
- Martyn D., 1985, *Klimaty kuli ziemskiej*. PWN, Warszawa: 667 s.
- Niedźwiedź T., Ustrnul Z., 1988, Wpływ sytuacji synoptycznych na zachmurzenie i usłonecznienie w Hornsundzie (Spitsbergen). IMGW, Oddział w Krakowie.

- Niedźwiedz T., 1993, The main factors forming the climate of the Hornsund (Spitsbergen), *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego*, MXCVIII, 94: 49–63.
- Niedźwiedz T., 2003, Współczesna zmienność cyrkulacji atmosfery, temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na Spitsbergenie, *Problemy Klimatologii Polarnej*, Gdynia, 12: 79–92.
- Niedźwiedz T., 2001, zmienność cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w drugiej połowie XX wieku, *Problemy Klimatologii Polarnej*, Gdynia, 11: 7–26.
- Niedźwiedz T., 2005, Kalendarz typów cyrkulacji dla Spitsbergenu – dane cyfrowe, Katedra Klimatologii, Uniwersytet Śląski.
- Pereyma J., 1983, Climatological problems of the Hornsund Area, Spitsbergen, *Results of Investigations of the Polish Scientific Spitsbergen Expeditions*, Vol. V, (Acta Universitatis Wratislaviensis Nr 714): 134 s.
- Pettersen S., Jacobs W.C., Hayness B., C., 1956, *Meteorology of the Arctic*, Washington.
- Przybylak R., 2003, *The Climate of Arctic*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 270s.
- Przybylak R., Szczepelowska E., 2002, Warunki meteorologiczne na Kaffiøyrze (NW Spitsbergen) w czasie trwania Toruńskich Wypraw Polarnych, 1975–2000, *Polish Polar Studies*, Funkcjonowanie i monitoring geosystemów obszarów polarnych, Poznań: 217–237.
- Słownik meteorologiczny, 2003, (red.): T. Niedźwiedz, IMGW, Warszawa: 495.
- Spinnangr G., 1968, Global radiation and duration of sunshine in Northern Norway and Spitsbergen, *Meteorologiske Annaler*, 5, 3: 301–318.
- Styszyńska A., 1997, Valuation of the monthly sum of the total sun radiation in Hornsund (SW Spitsbergen), *Wyprawy Geograficzne na Spitsbergen UMCS*, Lublin: 163–172.
- Vinje T., 1974–1979, Radiation conditions in Spitsbergen in 1974–79, *Norsk Polarinstittutt Årbok 1974-79*, Oslo.

Summary

This study presents main characteristics of sunshine variabilities in Ny-Ålesund, Spitsbergen. The analysis is based on diurnal sum of sunshine duration (per hours) for period from 1993 to 2004. Meteorological data under analysis are collected from Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research. (König-Langlo i Marx 1997) In this case was analysed long-term and annual variability of possible and effective sunshine, also duration of sunshine depending on atmospheric circulation.

Average of annual effective sunshine for period 1993–2004 was 1295 hours that means 26% of possible sunshine (p.s.). Highest annual sum of sunshine was about 1556 hours (30% p.s.) in 1993 and lowest – 913 hours (18% p.s.) in 1994. In annual course – highest sunshine was recorded in may (316 h) and april (260 h). Highest sunshine values were recorded in Ka type of synoptic situation (average 178h/year), NEa (142h/year) and Ea (130h/year). Lowest values were recorded in Sa, SWa, Sc, SWc and Wc (less than 20 h/year).