

CIŚNIENIE ATMOSFERYCZNE W EUROAZJATYCKIM SEKTORZE ARKTYKI W OKRESIE 1841-1920

ATMOSPHERIC PRESSURE IN THE EURASIAN ARCTIC FROM 1841 TO 1920

Rajmund Przybylak, Joanna Jankowska

Zakład Klimatologii, Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Gagarina 9, 87–100 Toruń
rp11@umk.pl, brewka50@stud.umk.pl

Zarys treści. W artykule przedstawiono wstępne wyniki badań dotyczących ciśnienia atmosferycznego w euroazjatyckim sektorze Arktyki i jego zmian w okresie 1841-1920. Wykorzystano do tego celu pomiary ciśnienia atmosferycznego wykonane w czasie trwania morskich, bądź lądowych ekspedycji do tego obszaru. W celu porównania ze współczesnymi warunkami cyrkulacyjnymi zgromadzono także dane o ciśnieniu atmosferycznym z okresu 1961-1990 z punktów obserwacji historycznych lub ich najbliższej okolicy. Stwierdzono wyraźną różnicę wartości ciśnienia atmosferycznego między okresem historycznym (1841-1920) a współczesnym (1961-1990). Sektor Euroazjatycki Arktyki w okresie historycznym cechował się niższymi wartościami średniego rocznego ciśnienia atmosferycznego o 1 hPa niż obecnie. Jesienią i zimą wystąpiły największe różnice w ciśnieniu (odpowiednio o 1,9 hPa i 1,1 hPa), zaś latem oraz wiosną ciśnienie było niższe tylko o 0,6 hPa.

Słowa kluczowe: ciśnienie atmosferyczne, Arktyka, dane historyczne, klimatologia historyczna.

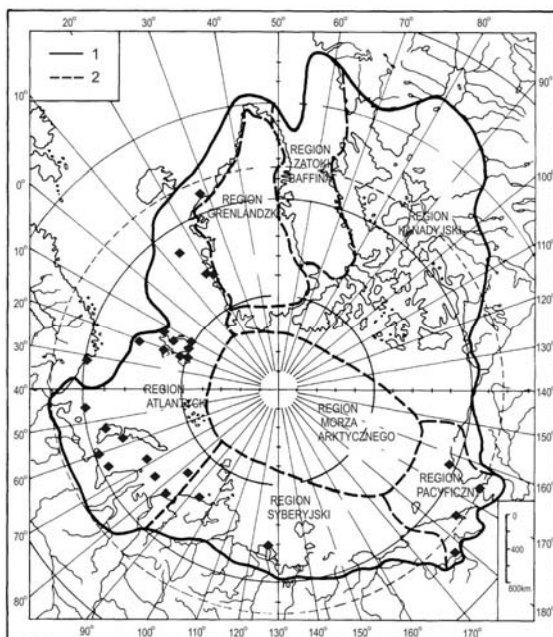
1. Wstęp

Niezwykle ważnym zadaniem badawczym w ostatnich latach staje się rekonstrukcja cyrkulacji atmosfery na całej kuli ziemskiej, w tym także dla obszaru Arktyki, obejmująca przedział czasowy ostatnich kilkuset lat. W tym celu w wielu ośrodkach naukowych podjęto wysiłek odszukania i zgromadzenia jak największej liczby obserwacji ciśnienia atmosferycznego (zobacz chociażby projekt ACRE, <http://www.met-acre.org/Home>), zarówno z obszarów morskich, jak i lądowych. Powszechnie bowiem wiadomo, iż w skali regionalnej i lokalnej, cyrkulacja atmosferyczna jest niezwykle ważnym czynnikiem zmian pogody i klimatu. Tymczasem do tej pory skupiano się przede wszystkim na rekonstrukcji dwóch najważniejszych elementów meteorologicznych, tj. temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Możliwość rekonstrukcji pól termiczno-opadowych na podstawie pola barycznego spowodowała niezwykle wzrost zainteresowania badaczy danymi pomiarowymi dotyczącymi ciśnienia atmosferycznego z okresu wczesnoinstrumentalnego. W Zakładzie Klimatologii UMK w ramach projektu ACEIP (Historia klimatu Arktyki w XIX i na początku XX wieku na podstawie danych wczesnoinstrumentalnych), będącego częścią projektu IPY CARE (Climate of the Arctic and its role for Europe) zbudowano bazę

danych historycznych dla obszaru Arktyki obejmującą większość elementów meteorologicznych, w tym także ciśnienie atmosferyczne. W niniejszym opracowaniu prezentujemy wstępne wyniki dotyczące zmian ciśnienia atmosferycznego na tym obszarze w XIX i na początku XX wieku (zobacz także Przybylak i Wyszyński 2009 oraz <http://www.arctic.noaa.gov/aro/ipy-1/index.htm>). Do tej pory ukazało się bardzo niewiele prac z tego zakresu dla obszaru Arktyki (np. Przybylak i Panfil 2004, Vizi 2008).

2. Obszar, dane i metody

Rekonstrukcja ciśnienia w XIX i na początku XX wieku dla Arktyki Amerykańskiej (bez wschodniej części wybrzeży Grenlandii) została szczegółowo opracowana przez Vizi (2008). W niniejszym artykule natomiast zaprezentowano wyniki badań dla pozostałej części Arktyki, którą dla uproszczenia nazwano częścią euroazjatycką (ryc. 1). Obejmuje ona, trzy regiony klimatyczne wydzielone przez autorów Atlasu Arktyki (Treshnikov 1985): Atlantycki, Syberyjski i Pacyficzny.



Ryc. 1. Granica Arktyki i regiony klimatyczne (za Treshnikov 1985) oraz lokalizacja historycznych stacji badawczych w Sektorze Euroazjatyckim w okresie 1841-1920.

1 – granica Arktyki,
2 – granica między regionami klimatycznymi

Fig. 1. The boundary of the Arctic and its climatic regions (adapted from Treshnikov 1985) as well as location of historical sites of meteorological measurements in the Eurasian Arctic in the period from 1841 to 1920.

1 – boundary of the Arctic,
2 – boundaries between climatic regions

W wyniku kwerend przeprowadzonych w wielu bibliotekach i archiwach m.in. w Oslo, Sztokholmie, Londynie i St. Petersburgu zebrano dane o wartościach ciśnienia atmosferycznego dla 28 różnych miejsc, których lokalizację przedstawiono na ryc. 1. Powstała elektroniczna baza danych zawierająca podstawowe informacje o położeniu punktów pomiarowych, warunkach lokalnych, okresie obserwacji, częstotliwości wykonywania obserwacji itp. oraz źródłach danych (tab. 1). Dla niektórych punktów obserwacyjnych zebrano kilka serii danych, dlatego wykazana w tej tabeli liczba serii danych jest większa niż liczba miejsc obserwacji i wynosi 38. Z tabeli 1 wynika, że najstarsze dane znaleziono dla stacji Aleksandrowsk, leżącej tuż przy granicy z Arktyką. Wszystkie wartości ciśnienia atmosferycznego zredukowano do poziomu morza korzystając ze wzoru Babineta. W celu określenia wielkości zmian

ciśnienia atmosferycznego między okresem historycznym, a współczesnym zgromadzono także dane z okresu 1961-1990 dla stacji zlokalizowanych w tym samym miejscu lub w pobliżu historycznych punktów obserwacji. Na ich podstawie obliczono średnie wieloletnie wartości miesięczne oraz odchylenia standardowe. Znajomość tych ostatnich wielkości pozwala na wyznaczenie zakresu możliwych zmian współczesnych wartości ciśnienia na danym obszarze i ocenić stopień zmian, którym one uległy od okresu historycznego.

Tabela 1 – Table 1

Baza danych dla Sektora Euroazjatyckiego Arktyki za okres 1841-1920 oraz współczesne stacje porównawcze

A data base for the Eurasian Arctic from 1841 to 1920 and contemporary comparable stations

Objaśnienia – Explanations: St – stacje: H – historyczna, W – współczesna; Station: H – historic, W – Contemporary; R – rozdzielczość danych – Resolution of data: m – miesięczne – monthly, h – godzinowe – hourly, t – terminowe – for fixed hours

Nr No	St	Stacja – Station	φ	λ	Okres Period	R	Źródło – Sources of historical data
1	H	Gronnedal	61°01'N	49°05'W	I 1879- XII 1920	m	<p>Polyakov I., Bekryaev R.V., Alekseev G. V., Bhatt U., Colony R., Johnson M.A., Walsh D., Makshtas A.P., 2002a.</p> <p>Variability and trends of air temperature and pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000.</p> <p>Journal of Climate 16(12): 2067-2077</p> <p>Birkeland B. J. 1920. Spitsbergens klima. [w:] „Illustrert maanedsskrift for populær naturvidens-kap”. Naturen, 44, „Utgitt av Bergens Museum”</p> <p>Westman J., 1904, Physique terrestre. Meteorologie. Histoire naturelle. 8ieme section. Meteorologie. A. Observations a la station d'hivernage. Observations meteorologiques faites en 1889-1901 a la Baie de Treurenberg, Spitzberg [in:] Jaderin, Edvard, leader. Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de meridian au Spitzberg enterprises en 1889-1900 sous les auspices des gouvernements russe et suedois: Mission suedoise. T.2. Physique terrestre, meteorologie, historie naturelle. Sect.7-8. Stockholm: Aktiebolaget Centraltryckeriet, 2 (8A): ss. 218.</p> <p>Polyakov I., Bekryaev R. V., Alekseev G. V., Bhatt U., Colony R., Johnson M.A., Walsh D., Makshtas A. P., 2002a. Variability and trends of air temperature and pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000, Journal of Climate 16(12): 2067-2077</p> <p>Meteorologiska lakttagelser Anstollda Pa Beeren -Eiland, vintern 1865-1866 af Skepparen Sievert Tobiesen, Och Inom Norra Polarhafvet,A.E. Nordenskiold, Stokholm 1870</p>
	W	Gronnedal	61°01'N	49°05'W	1961-1990		
2	H	Angmagssalik	65°06'N	38°04'W	I 1895- XII 1920	m	
	W	Angmagssalik	65°06'N	38°04'W	1961-1990		
3	H	Pustervig	76°57'N	21°01'W	XI 1907- V 1908	h	
	W	Myggbukta	73°50'N	21°50' W	1932-1950		
4	H	Danmarks - Havn	76°46'N	18°41'W	VIII 1906 - VII 1908	d	
	W	Myggbukta	73°50'N	21°50' W	1932-1950		
5	H	Mosselbai	79°53'N	16°04'E	IX 1872- VI 1873	h	
	W	Isfiord Radio	78° 01'N	13°06'E	1961-1990		
6	H	Treurenberg	79°55'N	16°51'E	VIII 1899- VIII 1900	h	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990		
7	H	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	I-XII 1911	m	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990		
8	H	Isfjord-Spitsbergen	74°39'- 75°46'N	19°40'- 18°11'E	VII-X 1868	t	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990		

Tabela 1 (c.d.) – Table 1 (Continued)

Nr No	St	Stacja – Station	φ	λ	Okres Period	R	Źródło – Sources of historical data	
9	H	Nordest du Spitzberg	80°26'N - 79°49'N	23°20'E	V 1873- VI 1873	t	Wijkander, "Observations meteorologiques", Konkl. Sv. Vet. Akademiens handlingar, band 12, no 7	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990			
10	H	Spitsbergen	dryf Bjona	dryf Bjona	VI-IX 1882	t	Observations meteorologiques faites dans la mer du Spitzberg, pendant les etes 1882 et 1896	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990			
11	H	Spitsbergen - dryf L'Antarctic	80°24' - 77°50'N	12°00' - 20°00'E	VI-IX 1901	h	Observations Meteorologiques dans La Mer du Spitzbergen faites a bord de L'Antarctic en 1901 par M.O. Gylden, Stockholm 1904	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990			
12	H	Kapp Thordsen	78°28'N	15°42'E	VIII 1882- VIII 1883	t	Ekholm N.G. 1890. Observations faites au Cap Thordsen, Spitzbergen, par l'expedition svedoise, Stockholm: Kongl. Boktryckeriet, P.A. Norstedt & Soner, 2 vols	
	W	Isfiord Radio	78°01'N	13°06'E	1961-1990			
13	H	Byornoya	74°20' - 74°40'N	18 - 19°17'E	VI-VIII 1899	h	Meteorologische und Wasserstand-Beobachtungen auf Der Baren - Isel wahrend der Schwedischen expedition 1899 von C.A. Forsberg, Mitgeteilt den 11 October 1899, Hasselberg	
	W	Byornoya	74°20' - 74°40'N	18 - 19°17'E	1961-1990			
14	H	Franz Josef - Cape Flora	79°57'N	50°5'E	IX 1894- IX 1896	2 h	Fleming John A., (ed.) The Ziegler Polar expedition 1903-05. Scientific results obtained under the direction of William J. Peters, Washington: National Geographic Society, 1907, 630p., data: p. 369-487, Section C: Meteorological Observations and Compilations by W.J. Peters and Fleming	
	W	Nagurskaya	80°80'N	47°63'E	1961-1990			
15	H	Franz Josef - Teplitz Bay	81°55'N	58°30'E	VIII 1899- VIII 1900	m	Umberto Cagni and Luigi Amedeo di Savoia. Osservazioni Scientifiche eseguite durante La Spedizione Polare di S.A.R. 1899-1900 (Italian), Milano: Ulrico Hoepli, 1903, 723p., data: p. 223-415	
	W	Heisa	80°62'N	58°05'E	1961-1990			
16	H	Franz Josef Land	82°28'N	48°42'E	VIII 1872- IV 1874	m	F.G. Jackson, A thousand days in the Arctic., London and New York: Harper and Brothers, 1899, 2 vols, XXU, 551 p.; XV, 580 p.	
	W	Nagurskaya	80°80'N	47°63'E	1961-1990			
17	H	Franz Josef Land	83°28'N	49°42'E	IX 1894- IX 1896, VIII 1898- VII 1900	m		
	W	Nagurskaya	80°80'N	47°63'E	1961-1990			
18	H	Franz Josef Land	84°28'N	50°42'E	VIII 1898- VII 1901	m		
	W	Nagurskaya	80°80'N	47°63'E	1961-1990			
19	H	Jan Mayen	71°00'N	8°28'W	IX 1882- VII 1883	h		Wohlgemuth. E.E. Von 1886, Osterreichische Polarexpedition nach Jan Mayen. Beobachtungs-Ergebnisse. Wien: Der Kaiserliche-Konigliche Hof und Staatsdruckerei. 2 vols. III Theil, 1 Abtheilung Meteorologie bearbeitet von Adolf Sobieczky
	W	Jan Mayen	71°00'N	8°28'W	1961-1990			
20	H	M. Barentza	dryf	dryf	VII-VIII 1908	t	Mission Arctique Commandee par M. Charles Benard, Stations Scientifiques Cartographie – Meteorologie, Fascicule VI., Bordeaux, Au Siege de la societe, hotel de la marine nationale, 1911	
	W	średnia: Victoriya + Malye Karmakuly + Balvanskiy Nos	80°15'N 70°45'N 72°23'N	36°77'E 59°07'E 52°36'E	1961-1990			
21	H	Malye Karmakuly	72°23'N	52°36'E	IX 1882- VIII 1883	m	Lenz R. (red), 1886, Beobachtungen der Russischen der Polarstatio auf Novaya Semlija, Expedition der Kaiserl. Russischen Geographischen Gesellschaft, 2 vols. In 1	
	W	Malye Karmakuly	72°23'N	52°36'E	1961-1990			

Tabela 1 (c.d.) – Table 1 (Continued)

Nr No	St	Stacja – Station	φ	λ	Okres Period	R	Źródło – Sources of historical data
22	H	Bolvanskiy Nos	70°45'N	59°07'E	VII 1914- XII 1920	m	Polyakov I., Bekryaev R. V., Alekseev G. V., Bhatt U., Colony R., Johnson M.A., Walsh D. and Makshtas A. P., 2002a. Variability and trends of air temperature and pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000, Journal of Climate 16(12): 2067-2077
	W	Bolvanskiy Nos	70°45'N	59°07'E	1961-1990		
23	H	Nowa Ziemia	dryf	dryf	VII-VIII 1908	t	Mission Arctique Cammandee par M. Charles Benard, Stations Scientifiques Cartographie - Meteorologie, Fascicule VI., Bordeaux, Au Siege de la societe, hotel de la marine nationale, 1911
	W	średnia: Russkaya Gavan + M. Zhelaniya	76°18'N 76°95'N	63°57'E 68°58'E	1961-1990		
24	H	Mare-Sale	69°72'N	66°82'E	I 1914- XII 1920	m	Polyakov I., Bekryaev R. V., Alekseev G. V., Bhatt U., Colony R., Johnson M.A., Walsh D. and Makshtas A. P., 2002a: Variability and trends of air temperature and pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000, Journal of Climate 16(12): 2067-2077
	W	Mare-Sale	69°72'N	66°82'E	1961-1990		
25	H	M. Karskie	Dijmphna	dryf	IX 1882- VIII 1883	m	Snellen M., Ekama H. 1910, Rapport sur l'expedition Neerlandaise qui a hiverné dans la Mer de Kara en 1882/83, Utrecht: J.Van Boekhoven
26	H	M. Karskie	Varna	dryf	IX 1882- VIII 1883	m	
27	H	Morze Karskie	Belgic	dryf	VII-VIII 1907	co 4 h	Duc D'orleans, La Revanche de la Banquise, Un ete de derive dans la mer de Kara Juin-Septembre 1907, Paris Librairie Plon
28	H	Morze Karskie	Eclipse	dryf	VIII-IX 1914 - VIII-XII 1915	t	Observations faites per le Dr. I. Trzemesky a bord du Vaisseau "Eclipse" eu 1914-1915, Pietrograd, 1917
25-28	W	średnia: Balvanskiy Nos + Amderma + Mare Sale + Kharasavey + O. Belly + O. Vilkitskogo + O. Isachenko + O. Uedineniya + O. Izvestiy + Mys Sterlegova			1961-1990		
29	H	Dikson	73°00'N	80°23'E	IX 1916 - VIII 1920		< http://data.giss.nasa.gov/cgi-bin/gistemp_station.py?id=22220674000&data_set=1&num_neighbors=1 >
	W	Dikson	73°50'N	80°23'E	1961-1990		
30	H	Aleksadrowsk	69°2'N	32°28'E	I 1841- XII 1843	m	Zapiski, Gidrograficeskago departamienta Morskowo Ministeirstwa, ciast II,III, Sankt Peterburg, 1844,1845
	W	Vardo	70°40'N	31°10'E	1961-1990		
31	H	Aleksadrowsk	69°12'N	32°28'E	I 1900- XII 1904	m	History of the Murmansk Biological Station from 1899-1905, K.M.Derjugin
	W	Vardo	70°40'N	31°10'E	1961-1990		
32	H	Cap Wild - Eclipse	75°39'N	91°26,3'E	IX 1914- VIII 1915	t	Observations faites per le Dr. I. Trzemesky a bord du Vaisseau "Eclipse" eu 1914-1915, Pietrograd, 1917
	W	Mys Sterlegova	75°42'N	88°90'E	1961-1990		
33	H	Sagastyr	73°22'N	124°05'E	IX 1882- VI 1884		Raport z First IPY, Expedition Der Kaiserl Russischen Geographischen Gesellschaft, Beobachtungen Der Russischen Polarstation An Der Lenamundung, II Theil meteorologische beobachtungen
	W	O. Dunay	73°93'N	124°50'E	1961-1990		
34	H	VEGA EXPEDITIONENS-Pitlekaie	67°04'N	174°05'E	X 1878- VII 1879	h	VEGA - Expeditionens, Vetenskapliga lakttagelser bearbetade af deltagare i resan och andra forskare , A.E. Nordenskiold, Stockholm 1882
	W	Chaplino	64°40'N	07°75'W	1961-1990		
35	H	Anadyr	64°08'N	177°06'E	I 1899- XII 1920	m	Polyakov I., Bekryaev R. V., Alekseev G. V., Bhatt U., Colony R., Johnson M.A., Walsh D. and Makshtas A. P., 2002a: Variability and trends of air temperature and pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000, Journal of Climate 16(12): 2067-2077
	W	Anadyr	64°08'N	177°06'E	1961-1990		

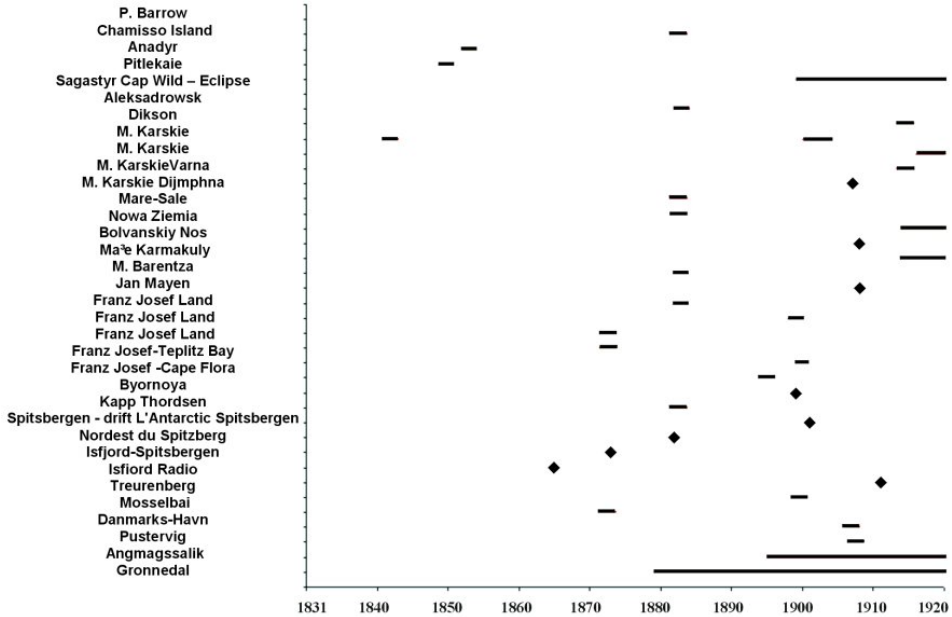
Tabela 1 (c.d.) – Table 1 (Continued)

Nr No	St	Stacja – Station	φ	λ	Okres Period	R	Źródło – Sources of historical data
36	H	Chamisso Island	66°13'N	161°49'W	I 1849- XII 1850	m	Strachan R. Contributions to Our Knowledge of the Meteorology of the Arctic Regions, Authority of the Meteorology: London; Part I (1879), Part II (1880), Part III (1882), Part IV (1885), Part V (1888)
	W	Nome	64°50' N	165°04'W	1961-1990		
37	H	Point Barrow	71°17'N	156°00'W	I 1852- I 1854	m	
	W	Barrow	71°17'N	156°40'W	1961-1990		
38	H	Point Barrow	71°17'N	156°40'W	IX 1882- VIII 1884	m	Ray P.H. 1885, Raport of the International Polar Expedition to Point Barrow, Alaska, Washington, D.C., Government Printing Office
	W	Barrow	71°17'N	156°40'W	1961-1990		

Z rozmieszczenia historycznych stacji badawczych lub miejsc, w których w danym czasie dokonano pomiarów meteorologicznych przedstawionych na ryc. 1 wynika, iż w okresie 1841-1920 najczęściej ich było w zachodniej części sektora euroazjatyckiego, tj. w Regionie Atlantyckim. Pokrycie danymi dla tego obszaru jest bardzo dobre; zebrano 31 serii danych dla 23 punktów pomiarowych. Dla archipelagu Svalbard, który od dawna jest obiektem badań polskich naukowców, dotychczas udało się zgromadzić i następnie zdigitalizować 9 serii danych. Często pochodzą one z wypraw letnich, które były organizowane na pokładach jachtów. Serie te są krótkie, ich długość rzadko przekracza okres 1 roku. Przykładem efektu takich rocznych wypraw są dane dla Zatoki Treurenberg (północny Spitsbergen), gdzie pomiary cogodzinne były prowadzone w okresie 1899-1900. Dane dla tego obszaru pochodzą ze szwedzko-rosyjskiej ekspedycji naukowej. Podstawowym celem tej wyprawy był udział w pomiarze łuku południka Ziemi. Badania rozpoczęto w lipcu 1899 roku, a zakończono w sierpniu 1900 roku (Przybylak i Dzierżawski 2004). Najstarszą serią danych ze Spitsbergenu jest seria z Mosselbai (Mosselbukta, N Spitsbergen) z 1872 roku.

Dla wschodniego wybrzeża Grenlandii, które jest również zaklasyfikowane do Regionu Atlantyckiego, zgromadzono 4 serie danych. Są to najdłuższe serie danych meteorologicznych, jakie zawiera baza – Gronnedal oraz Angmagssalik (ryc. 2). Ich długość wynosi odpowiednio 41 i 25 lat. Najsłabsze pokrycie danymi jest w Regionie Syberyjskim. Tylko dwie serie danych charakteryzują ten obszar: z Przylądka Wilda (Cap Wild) na Tajmyrze i stacji Sagastyr położonej w centralnej części Regionu Syberyjskiego. Dla Regionu Pacyficznego sytuacja z danymi przedstawia się nieco korzystniej. Zebrano 5 serii danych dla 4 punktów pomiarowych, z których jedna seria (dla stacji Anadyr) ma długość ponad 20 lat. Serie te należą do jednych z najstarszych obserwacji, do których dotarto, gdyż pochodzą z połowy XIX wieku (1849, 1852 r.).

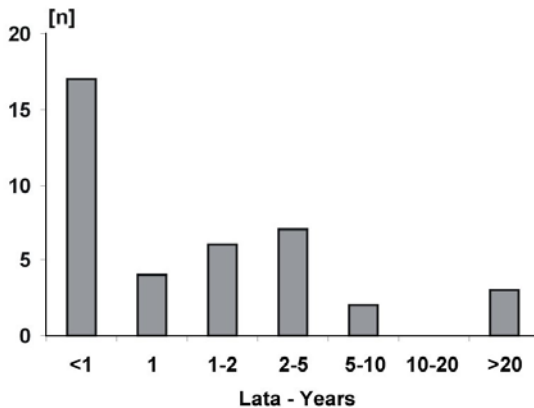
Szczególnie cenne dane pochodzą z obserwacji wykonanych podczas wypraw zorganizowanych w ramach Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83 (MRP). Na badanym obszarze obserwacje prowadzono wtedy w stacjach: Jan Mayen, Kapp Thorsden, Mały Karmakuly, Morze Karskie, Sagastyr i Point Barrow. Nigdy wcześniej, nie pracowało jednocześnie w Arktyce tak dużo stacji, wykonując obserwacje według uzgodnionej metodyki i posługując się podobnej klasy przyrządami. Pomiary ciśnienia były wykonywane, podobnie jak większość innych elementów meteorologicznych, co godzinę (więcej szczegółów w Przybylak 2004 lub Przybylak i in. 2009). Używano barometrów rtęciowych konstrukcji m.in.: Fortina, Ollanda, Adermana, Wilda-Fuessa, Adie'ego, Turretiniego oraz Parrot'scha. Wszystkie informacje włącznie z danymi zostały opublikowane i upublicznione w formie raportów (Przybylak i Wyszzyński 2009).



Ryc. 2. Wykaz historycznych stacji w sektorze euroazjatyckim Arktyki oraz istniejących dla nich danych w okresie 1841-1920. Kwadrat – seria pomiarów krótsza niż rok

Fig. 2. A list of historical sites in the Eurasian Arctic and data coverage for period 1841-1920. Square – series of measurements shorter than one year

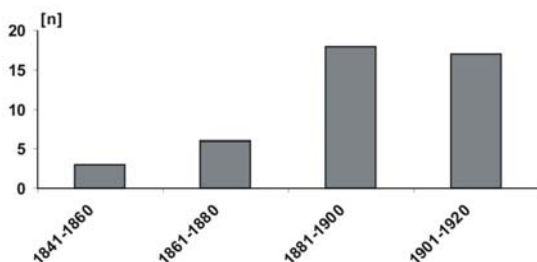
Dane historyczne wykorzystane w niniejszym opracowaniu pochodzą z wielu źródeł (tab. 1). Są to zarówno dane publikowane jak i niepublikowane z wypraw, w tym notatki i dzienniki obserwacyjne. Liczba serii danych według długości dokonywania pomiaru na badanym obszarze (ryc. 3) wskazuje, że wyraźnie dominują serie krótsze od 1 roku (17). Niezwykle mało jest serii dłuższych niż 5 lat. Tylko dla 3 stacji zebrano szeregi danych dłuższe niż 20 lat.



Ryc. 3. Liczba serii danych ciśnienia atmosferycznego (n) i ich długość w sektorze euroazjatyckim Arktyki w okresie 1841-1920

Fig. 3. Number of air pressure series (n) with different periods of observations in the Eurasian Arctic from 1841 to 1920

Zgodnie z oczekiwaniem liczba zebranych serii danych maleje wraz z oddaleniem w czasie. Dla najstarszych okresów 20-letnich uzyskano wyraźnie najmniej danych (ryc. 4). Od tego obrazu odbiega 20-lecie 1881-1900, głównie dzięki wyraźnemu wzrostowi liczby pomiarów meteorologicznych począwszy od I MRP. Od tego momentu bowiem znacząco wzrosło zainteresowanie badaczy Arktyką i dzięki temu istnieje także dużo danych dla pierwszego 20-lecia XX wieku.



Ryc. 4. Liczba serii danych (n) w 20-letnich okresach w sektorze euroazjatyckim Arktyki, 1841-1920

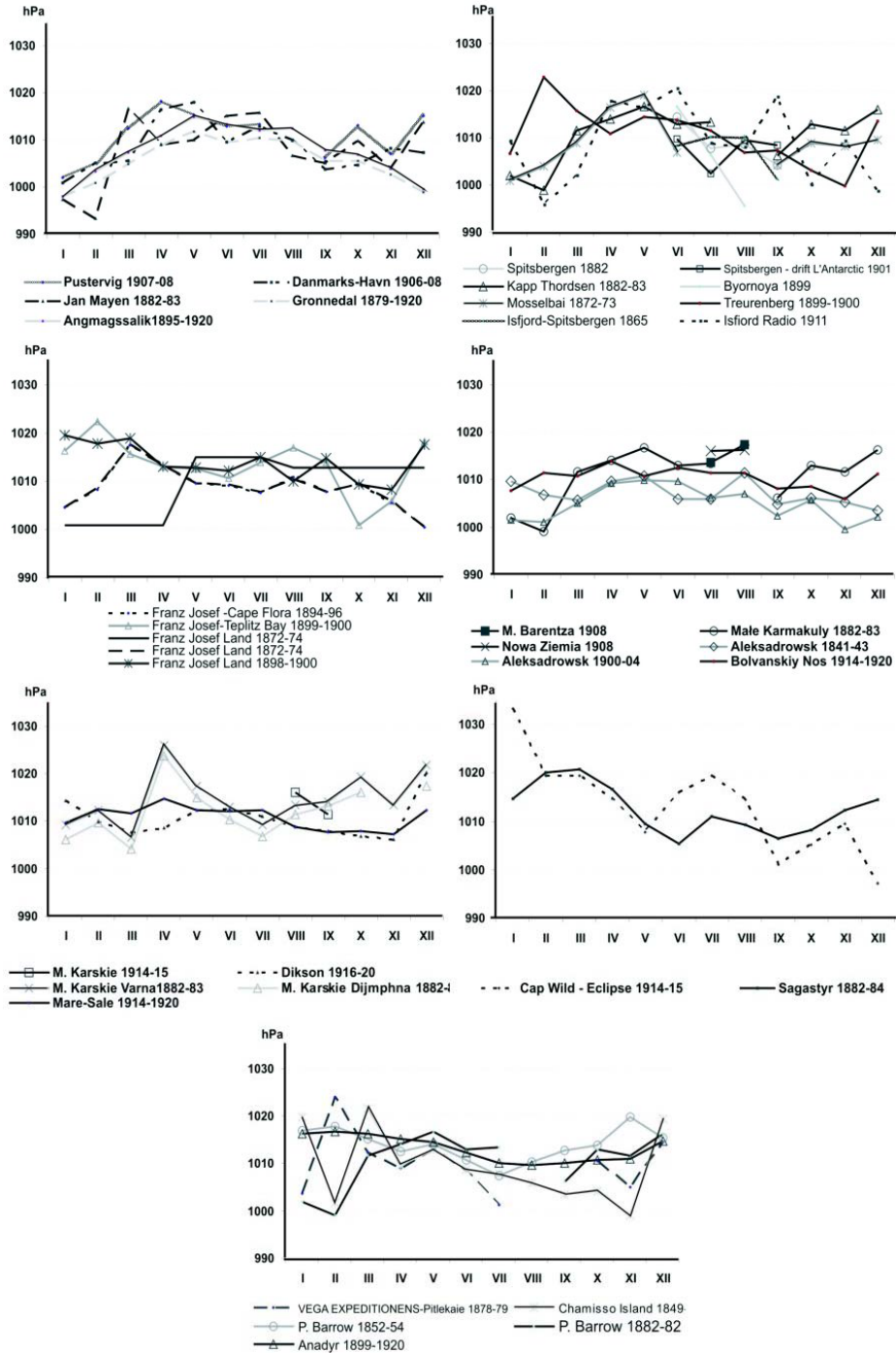
Fig. 4. Number of air pressure series (n) in the 20-year periods in the Eurasian Arctic from 1841 to 1920

W celu ukazania zmian ciśnienia atmosferycznego między okresem historycznym i współczesnym obliczono różnice średnich wartości miesięcznych, sezonowych i rocznych. Należy tutaj dodać, iż prezentowane wyniki, szczególnie dla Regionu Syberyjskiego, mogą nie być w pełni wiarygodne ze względu na małą liczbę zebranych serii obserwacyjnych. Jednak ta wątpliwość zawsze pozostanie dopóki nie będzie się dysponowało kompletem danych, co w przypadku badanego obszaru i okresu nie jest i nigdy nie będzie zrealizowane. Wydaje się jednak, iż zebrane dane pozwalają w miarę wiarygodnie ocenić ogólny charakter zmian ciśnienia między analizowanymi okresami. W celu oszacowania, czy były to znaczące zmiany, różnice te porównano z wielkością odchyłeń standardowych ciśnienia obliczonego z danych współczesnych.

3. Wyniki

Średnie miesięczne, sezonowe i roczne wartości ciśnienia atmosferycznego dla zebranych 38 serii danych z okresu historycznego przedstawiono w tab. 2. W przypadku niektórych punktów obserwacyjnych w przebiegu rocznym jest wiele luk. Stacje zlokalizowane w zachodniej części Regionu Atlantyckiego (wybrzeże Grenlandii), cechują się wyższymi wartościami ciśnienia atmosferycznego w miesiącach od marca aż do sierpnia, osiągając maksimum (1020 hPa) w kwietniu (ryc. 5).

Najniższe notowane ciśnienie występowało w miesiącach zimowych, od grudnia do lutego, około 1000 hPa. Podobny przebieg ciśnienia obserwuje się na stacjach zlokalizowanych na Archipelagu Svalbard. Wzrost ciśnienia odnotowano tutaj również w marcu, jednak trwał on tu krócej, aniżeli na zachodzie, bo tylko do czerwca (ryc. 5). Najwyższe wartości ciśnienia wystąpiły w czerwcu (1020 hPa), a najniższe w lutym – nawet poniżej 1000 hPa. Roczne przebiegi ciśnienia na stacjach Archipelagu Ziemi Franciszka Józefa cechują się mniejszą amplitudą wahań. Wzrost ciśnienia jest tutaj obserwowany od marca do września, jednak różnica między tym okresem, a miesiącami typowo zimowymi jest mniejsza i wynosi około 15 hPa. Najmniejsze amplitudy w przebiegu rocznym ciśnienia mają stacje leżące na obszarze mórz Barentsa i Karskiego (ryc. 5). Wynika to zapewne z faktu, iż wpływ Niżu Islandzkiego jest tutaj przez cały rok większy niż na wcześniej omawianych obszarach. Wartości ciśnienia oscylują między 1010 a 1015 hPa.



Ryc. 5. Przebieg roczny ciśnienia atmosferycznego powietrza w sektorze euroazjatyckim Arktyki w okresie 1841-1920

Fig. 5. Annual courses of air pressure in the Eurasian Arctic in the period 1841-1920

Tabela 2

Średnie miesięczne, sezonowe i roczne wartości ciśnienia atmosferycznego (w hPa)
w sektorze euroazjatyckim Arktyki w okresie 1841-1920

Nr No	Region	Stacja – Station	Okres Period	I	II	III	IV	V	VI
				JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
1	A	Gronnedal	1879-1920	997,9	1000,9	1004,8	1008,8	1011,7	1009,6
2	A	Angmagssalik	1895-1920	998,0	1003,4	1007,2	1010,8	1014,9	1013,4
3	A	Pustervig	1907-1908	1001,9	1005,1	1012,4	1018,3	1015,3	1012,9
4	A	Danmarks-Havn	1906-1908	1000,8	1005,1	1005,5	1016,3	1018,0	1009,5
5	A	Mosselbai	1872-1873	1000,9	1004,1	1009,0	1016,6	1019,1	1007,0
6	A	Treurenberg	1899-1900	1006,7	1022,9	1015,9	1010,9	1014,5	1013,9
7	A	Isfiord Radio	1911	1009,4	995,7	1002,0	1017,8	1016,4	1020,5
8	A	Isfjord-Spitsbergen	1865	-	-	-	-	-	1008,3
9	A	Nordest du Spitzberg	1873	-	-	-	-	1025,4	977,3
10	A	Spitsbergen	1882	-	-	-	-	-	1014,4
11	A	Spitsbergen - drift L'Antarctic	1901	-	-	-	-	-	1009,8
12	A	Kapp Thordsen	1882-1883	1002,0	999,0	1011,6	1014,1	1016,7	1012,9
13	A	Byornoya 1899	1899	-	-	-	-	-	1016,7
14	A	Franz Josef -Cape Flora	1894-1896	1004,5	1008,3	1017,6	1013,2	1009,5	1009,2
15	A	Franz Josef-Teplitz Bay	1899-1900	1016,3	1022,4	1015,8	1013,0	1012,6	1010,7
16	A	Franz Josef Land	1872-1874	1000,8	1000,8	1000,8	1000,8	1014,9	1014,9
17	A	Franz Josef Land	1872-1874	1004,7	1008,4	1017,6	1013,3	1009,5	1009,3
18	A	Franz Josef Land	1898-1900	1019,6	1017,9	1018,9	1013,1	1012,7	1012,3
19	A	Jan Mayen	1882-1883	997,3	993,2	1016,5	1009,1	1010,0	1015,2
20	A	M. Barentza	1908	-	-	-	-	-	-
21	A	Małe Karmakuly	1882-1883	1002,0	999,0	1011,6	1014,1	1016,7	1012,9
22	A	Bolvanskiy Nos	1914-1920	1007,7	1011,5	1010,7	1013,9	1010,7	1012,4
23	A	Nowa Ziemia	1908	-	-	-	-	-	-
24	A	Mare-Sale	1914-1920	1009,6	1012,5	1011,6	1014,8	1012,2	1012,0
25	A	M. Karskie Dijnphna	1882-1883	1006,0	1009,7	1004,1	1023,7	1015,0	1010,3
26	A	M. Karskie Varna	1882-1883	1009,3	1012,2	1006,6	1026,1	1017,4	1012,9
27	A	M. Karskie	1907	-	-	-	-	-	1016,3
28	A	M. Karskie	1914-1915	-	-	-	-	-	-
29	A	Dikson	1916-1920	1014,3	1009,9	1007,6	1008,5	1012,2	1012,4
30	A	Aleksadrowsk	1841-1843	1009,7	1006,7	1005,6	1009,6	1010,7	1005,9
31	A	Aleksadrowsk	1900-1904	1001,4	1000,9	1004,9	1009,3	1009,9	1009,7
32	I	Średnia dla Regionu Atlantyckiego Mean for Atlantic region		1005,5	1006,8	1009,9	1013,5	1014,2	1010,8
33	S	Cap Wild - Eclipse	1914-1915	1033,3	1019,5	1019,5	1014,6	1007,9	1016,0
34	S	Sagastyr	1882-1884	1014,8	1020,1	1020,8	1016,6	1009,6	1005,3
35	II	Średnia dla Regionu Syberyjskiego Mean for Siberian region		1024,1	1019,8	1020,1	1015,6	1008,7	1010,7
36	P	VEGA Expeditiones-Pitlekaie	1878-1879	1003,7	1024,0	1012,4	1009,0	1013,0	1008,5
37	P	Anadyr	1899-1920	1016,2	1016,7	1016,4	1015,1	1014,4	1012,3
38	P	Chamisso Island	1849-1850	1019,8	1001,8	1021,6	1009,7	1013,0	1008,7
39	P	P. Barrow	1852-1854	1017,0	1017,7	1015,2	1012,5	1014,0	1010,8
40	P	P. Barrow	1882-1882	1002,0	999,0	1011,6	1014,1	1016,7	1012,9
41	III	Średnia dla Regionu Pacyficznego Mean for Pacific region		1011,7	1011,8	1015,4	1012,1	1014,2	1010,6
42		ŚREDNIA – MEAN		1013,8	1012,8	1015,2	1013,7	1012,4	1010,7

A – Region Atlantycki (Atlantic region)

S – Region Syberyjski (Siberian region)

P – Region Pacyficzny (Pacific region)

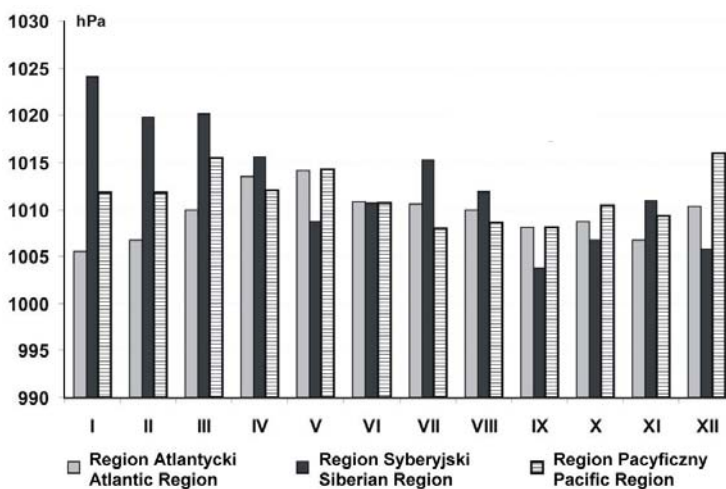
Table 2

Monthly, seasonal and annual average values of atmospheric pressure (in hPa)
in Eurasian Arctic from 1841 to 1920

Nr No	VII JUL	VIII AUG	IX SEP	X OCT	XI NOV	XII DEC	XX-II DJF	III-V MAM	VI-VIII JJA	IX-XI SON	Rok Year
1	1010,4	1009,8	1005,6	1005,4	1002,7	998,9	999,2	1008,4	1009,9	1004,6	1005,5
2	1011,9	1012,4	1007,7	1006,9	1004,0	999,5	1000,3	1011,0	1012,5	1006,2	1007,5
3	1013,3	-	1006,2	1013,0	1007,1	1015,0	1007,3	1015,3	1013,1	1008,8	1010,9
4	1012,8	1009,9	1003,8	1004,6	1008,1	1007,3	1004,4	1013,3	1010,8	1005,5	1008,5
5	-	-	1004,2	1009,0	1008,3	1009,7	1004,9	1014,9	1007,0	1007,2	1008,8
6	1011,6	1006,9	1007,4	1003,2	999,8	1013,6	1014,4	1013,8	1010,8	1003,5	-
7	1008,9	1008,1	1018,8	1000,1	1009,3	998,7	1001,3	1012,1	1012,5	1009,4	1010,6
8	1010,3	1010,0	1001,3	-	-	-	-	-	1009,6	1001,3	1007,5
9	-	-	-	-	-	-	-	1025,4	977,3	-	1001,4
10	1007,8	1008,7	1004,2	-	-	-	-	-	1010,3	1004,2	1008,8
11	1002,6	1009,6	1008,6	-	-	-	-	-	1007,3	1008,6	1007,6
12	1013,3	-	1006,2	1013,0	1011,7	1016,2	1005,7	1014,1	1013,1	1010,3	1010,6
13	1006,4	995,6	-	-	-	-	-	-	1006,3	-	1006,3
14	1007,7	1010,8	1007,8	1009,6	1005,4	1000,5	1004,4	1013,5	1009,2	1007,6	1008,7
15	1014,0	1016,9	1014,0	1000,9	1005,8	1018,2	1018,9	1013,8	1013,9	1006,9	1013,4
16	1014,9	1012,9	1012,9	1012,9	1012,9	1012,9	1004,8	1005,5	1014,2	1012,9	1009,4
17	1007,7	1010,3	1007,8	1009,5	1005,9	1000,5	1004,5	1013,5	1009,1	1007,7	1008,7
18	1014,9	1010,0	1014,7	1009,3	1008,3	1017,5	1018,4	1014,9	1012,4	1010,8	1014,1
19	1015,7	1006,6	1005,0	1009,8	1004,1	1013,6	1001,4	1011,9	1012,5	1006,3	1008,0
20	1013,7	1017,3	-	-	-	-	-	-	1015,5	-	1015,5
21	1013,3	-	1006,2	1013,0	1011,7	1016,2	1005,7	1014,1	1013,1	1010,3	1010,6
22	1011,3	1011,3	1008,2	1008,5	1005,9	1011,1	1010,1	1011,8	1011,7	1007,5	1010,3
23	1016,1	1016,2	-	-	-	-	-	-	1016,2	-	1016,2
24	1012,4	1008,7	1007,6	1008,0	1007,2	1012,2	-	-	-	-	-
25	1006,7	1011,5	1013,2	1016,1	-	1017,4	1011,0	1014,3	1009,5	1014,7	1012,2
26	1009,1	1013,5	1014,1	1019,3	1013,5	1021,8	1014,4	1016,7	1011,8	1015,6	1014,6
27	1006,8	997,5	-	-	-	-	-	-	1006,9	-	1006,9
28	-	1016,0	1011,5	-	-	-	-	-	1016,0	1011,5	1013,8
29	1011,0	1008,8	1007,9	1006,8	1006,1	1020,3	1014,8	1009,4	1010,8	1006,9	1010,5
30	1006,0	1011,3	1004,7	1006,1	1005,3	1003,5	1006,6	1008,7	1007,7	1005,4	1007,1
31	1006,0	1006,9	1002,3	1005,7	999,5	1002,1	1001,5	1008,0	1007,5	1002,5	1004,9
32	1010,6	1009,9	1008,2	1008,7	1006,8	1010,3	1007,3	1012,9	1009,9	1007,8	1009,6
33	1019,4	1014,5	1001,1	1005,2	1009,5	997,2	1016,7	1014,0	1016,6	1005,3	1013,1
34	1011,0	1009,2	1006,4	1008,1	1012,4	1014,4	1016,4	1015,7	1008,5	1009,0	1012,4
35	1015,2	1011,9	1003,7	1006,7	1010,9	1005,8	1016,5	1014,8	1012,6	1007,1	1012,8
36	1001,2	-	-	1010,4	1005,1	1014,5	1014,1	1011,5	1004,8	1007,8	1010,2
37	1010,2	1009,7	1010,0	1010,7	1010,9	1014,8	1015,9	1015,3	1010,7	1010,6	1013,1
38	1007,7	1005,9	1003,4	1004,1	999,0	1019,4	1013,7	1014,8	1007,4	1002,2	1009,5
39	1007,4	1010,2	1012,8	1013,8	1019,7	1015,3	1016,6	1013,9	1009,5	1015,4	1013,9
40	1013,3	-	1006,2	1013,0	1011,7	1016,2	1005,7	1014,1	1013,1	1010,3	1010,6
41	1007,9	-	1008,1	1010,4	1009,3	1016,0	1013,2	1013,9	1009,1	1009,2	1011,6
42	1011,3	1010,9	1006,7	1008,6	1009,0	1010,7	1012,4	1013,9	1010,5	1008,1	1011,3

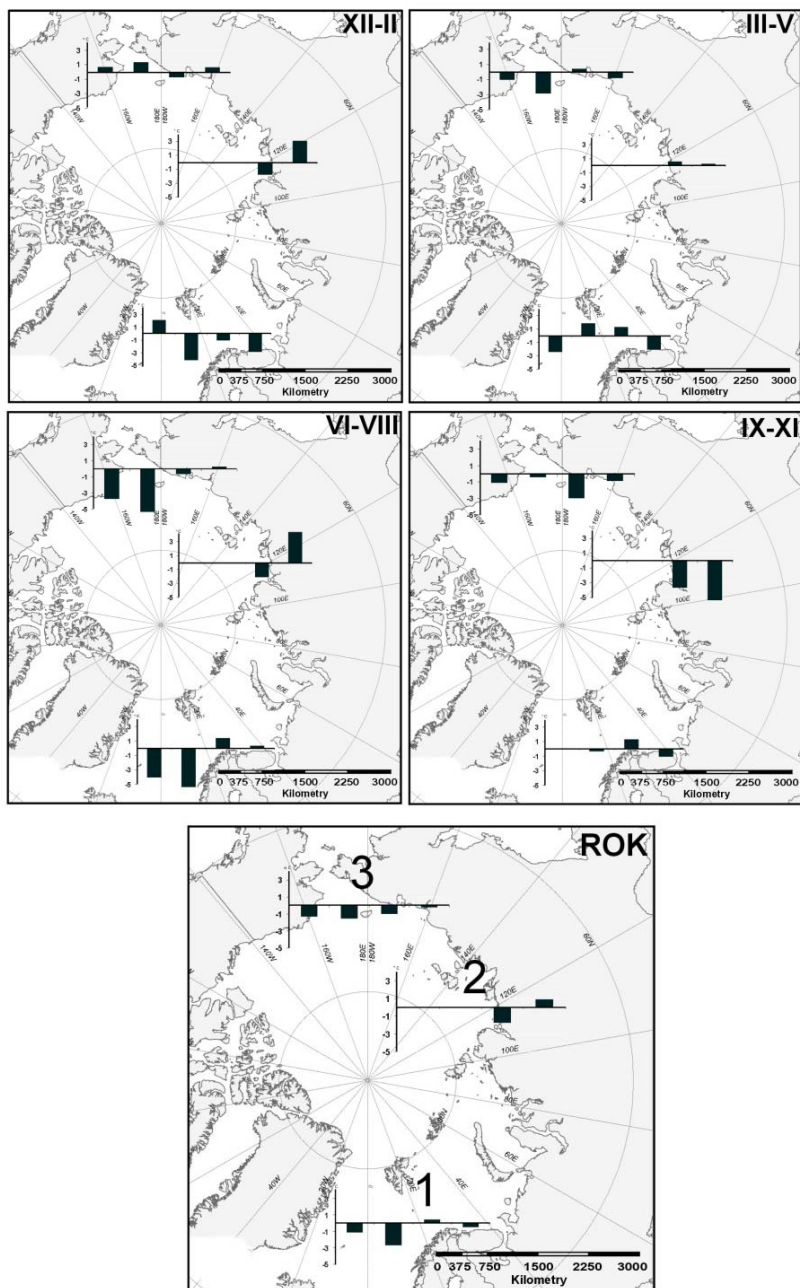
Największe amplitudy ciśnienia w przebiegu rocznym występują na stacjach syberyjskich, gdzie różnice w ciśnieniu między miesiącami letnimi a zimowymi dochodzą do 25 hPa. Najwyższa zanotowana średnia miesięczna wartość ciśnienia wystąpiła w styczniu 1915 r. na stacji Przylądek Wilda (Cap Wild), gdzie wyniosła ponad 1033,3 hPa. Z kolei najniższe ciśnienie odnotowano w grudniu poprzedniego roku (997,2 hPa) – tab. 2. Prawdopodobnie ta dość ciekawa sytuacja była spowodowana faktem, iż stacja znajdowała się pod silnym wpływem odpowiednio rozbudowanego/głębokiego Wyżu Syberyjskiego/Niżu Islandzkiego. Odmienny przebieg roczny ciśnienia występuje na stacjach pacyficznych. Obserwowana jest tutaj bardzo duża zmienność średnich wartości ciśnienia w miesiącach zimowych. Na przykład w Pitkeciae jedna z najniższych średnich miesięcznych wartości ciśnienia (1003,7 hPa) wystąpiła w styczniu, podczas gdy już miesiąc później było ono najwyższe w całym roku (1024 hPa) – tab. 2. Najbardziej wiarygodne dane dla tego regionu pochodzą ze stacji Anadyr, z której dostępny jest 22-letni ciąg obserwacji (1899-1920). Wynika z niego, iż ciśnienie tutaj było najwyższe najczęściej w zimie i wiosną, a najniższe w lecie i jesieni.

W ujęciu regionalnym wyraźnie widać, iż Regiony Syberyjski i Pacyficzny były obszarami o podwyższonym ciśnieniu, natomiast Region Atlantycki charakteryzował się najniższymi średnimi wartościami (ryc. 6). Najwyższe wartości ciśnienia były notowane na stacjach syberyjskich i pacyficznych – zimą oraz wiosną odpowiednio, kiedy to na stacjach atlantyckich były równocześnie notowane największe wahania w wartościach ciśnienia atmosferycznego (około 6 hPa). Wiosna (III-V) to czas przebudowy pól barycznych, szczególnie zauważalny w Regionie Atlantyckim, gdzie występują nagłe zmiany ciśnienia atmosferycznego. Koniec wiosny w całym sektorze euroazjatyckim cechował się podobnymi wartościami ciśnienia, oscylującymi wokół 1014 hPa. Latem najwyższe wartości ciśnienia (1013 hPa) odnotowano w Regionie Syberyjskim, natomiast na stacjach pacyficznych – najniższe ciśnienie w roku. Okres jesieni to kolejna przebudowa ośrodków barycznych skutkująca najniższymi wartościami ciśnienia w roku (1006 hPa) w Regionie Syberyjskim.



Ryc. 6. Średni przebieg roczny ciśnienia atmosferycznego dla regionów klimatycznych sektora euroazjatyckiego Arktyki w okresie 1841-1920

Fig. 6. Mean annual courses of air pressure for climatic regions in the Eurasian Arctic in the period 1841-1920



Ryc. 7. Różnice między średnimi sezonowymi (XII-II, III-V, itd.) i rocznymi (Rok) wartościami ciśnienia atmosferycznego (hPa) między okresem historycznym (1841-1920) i współczesnym (1961-1990) dla poszczególnych regionów klimatycznych. Od lewej do prawej wyniki są prezentowane dla okresów: 1841-1860, 1861-1880, etc. 1 – Region Atlantycki, 2 – Region Syberyjski, 3 – Region Pacyficzny

Fig. 7. Air pressure differences (hPa) between mean seasonal (XII-II, III-V, etc.) and annual (Rok) values from the historical and modern (1961-1990) periods for selected climatic regions. From left to right the results are presented for the periods: 1841-1860, 1861-1880, etc. 1 – Atlantic region, 2 – Siberian region, 3 – Pacific region

Tabela 3

Różnice ciśnienia atmosferycznego (hPa) między okresami historycznym (1841-1920) i współczesnym (1961-1990) w sektorze europejskim Arktyki

Nr No	Stacja historyczna Historical station	Okres Period	Stacja współczesna Contemporary station	I	II	III	
				JAN	FEB	MAR	
1	Gronnedal	1879-1920	Gronnedal 1961-1990	-2,2	-0,5	-0,2	
2	Angmagssalik	1895-1920	Angmagssalik 1961-1990	-3,6	0,8	3	
3	Pustervig	1907-1908	Myggbukta 1932-1950	-5,2	-6,2	-5,1	
4	Danmarks-Havn	1906-1908		-6,2	-6,3	-12,1	
5	Jan Mayen	1882-1883	Jan Mayen 1961-1990	-17,0	-18,3	6,5	
6	Mosselbai	1872-1873	Isfjord Radio 1961-1990	-11,3	-5,6	0,5	
7	Treurenberg	1899-1900		-5,5	13,1	7,5	
8	Isfjord Radio	1911		-2,8	-14,1	-6,5	
9	Isfjord-Spitsbergen	1865		-	-	-	
10	Nordest du Spitzberg	1873		-	-	-	
11	Spitsbergen	1882		-	-	-	
12	Spitsbergen - drift L'Antarctic	1901		-	-	-	
13	Kapp Thorsden	1882-1883		-10,2	-10,8	3,1	
14	Byornoya 1899	1899		Byornoya 1961-1990	-	-	-
15	Franz Josef -Cape Flora	1894-1896		Nagurskaya 1961-1990	-5,5	-1,5	5,4
16	Franz Josef Land	1872-1874	-9,2		-9,0	-11,4	
17	Franz Josef Land	1872-1874	-5,3		-1,4	5,4	
18	Franz Josef Land	1898-1900	9,6		8,2	6,7	
19	Franz Josef - Teplitz Bay	1899-1900	Heisa 1961-1990	6,5	11,7	3,6	
20	Aleksadrowsk	1841-1843	Vardo 1961-1990	4,4	0,0	-1,4	
21	Aleksadrowsk	1900-1904		-3,9	-5,7	-2,1	
22	M. Barentza	1908	średnia 1961-1990: Victoriya + Malye Karmkuly + Balvanskiy Nos	-	-	-	
23	Nowa Ziemia	1908	Russkaya Gavan + M Zhelaniya 1961-1990	-	-	-	
24	Mare-Sale	1914-1920	Mare-Sale 1961-1990	-2,1	-1,2	-1,3	
25	Male Karmakuly	1882-1883	Malye Karmakuly 1961-1990	-6,0	-11,4	1,3	
26	Bolvanskiy Nos	1914-1920	Bolvanskiy Nos 1961-1990	-2,3	-1,1	-1,3	
27	M. Karskie Dijnphna	1882-1883	Balvanskiy Nos+Amderma+Mare-	-5,5	-4,1	-8,7	
28	M. Karskie Varna	1882-1883	Sale+Kharasavey+O Belly+O Vilkits-	-2,3	-1,6	-6,2	
29	M. Karskie	1907	kogo+O Isachenko+O Uedineniya+O	-	-	-	
30	M. Karskie	1914-1915	Izvestiy+M Sterle-gova; 1961-1990	-	-	-	
31	Dikson	1916-1920	Dikson 1961-1990	1,7	-5,0	-5,7	
32	Średnia dla Regionu Atlantyckiego Mean for Atlantic region			-3,8	-3,2	-0,9	
33	Cap Wild - Eclipse	1914-1915	M. Sterlegova 1961-1990	19,34	3,71	5,37	
34	Sagastyr	1882-1884	Ostrov Dunay 1961-1990	-4,86	0,16	2,39	
35	Średnia dla Regionu Syberyjskiego Mean for Siberian region			7,24	1,93	3,88	
36	Chamisso Island	1849-1850	Nome 1961-1990	9,71	-9,61	10,46	
37	VEGA Expeditiones-Pitlekaie	1878-1879	Chaplino 1961-1990	-8,57	9,04	-2,49	
38	Anadyr	1899-1920	Anadyr 1961-1990	2,38	-1,17	-1,75	
39	P. Barrow	1852-1854	Barrow 1961-1990	-2,55	-2,58	-5,88	
40	P. Barrow	1882-1882		-17,58	-21,30	-9,50	
41	Średnia dla Regionu Pacyficznego Mean for Pacific region			-3,32	-5,12	-1,83	
42	Średnia dla sektora euroazjatyckiego Mean for Eurasian sektor			0,0	-2,1	0,4	

Table 3

Differences of atmospheric pressure (in hPa) between historical (1841-1920)
and modern (1961-1990) periods for Eurasian Arctic

Nr No	IV APR	V MAY	VI JUN	VII JUL	VIII AUG	IX SEP	X OCT	XI NOV	XII DEC	XX-II DJF	III-V MAM	VI-VIII JJA	IX-XI SON	Rok Year
1	-1,7	-0,7	-0,6	0,2	0,3	-1,5	0,8	-2,5	-3,2	-1,9	-0,9	0,0	-1,0	-1,0
2	-0,4	0,7	2,7	1,8	2,8	0,4	2,1	-1,4	-3,2	-2	1,1	2,4	0,4	0,5
3	0,2	-0,8	-0,4	0,6	-	-8,5	0,8	-3,6	4,9	-2,2	-1,9	0,9	-3,8	-1,9
4	-1,8	1,9	-3,8	0,1	-0,8	-10,8	-7,6	-2,6	-2,7	-5,1	-4,0	-1,5	-7,0	-4,4
5	-2,3	0,6	7,9	9,1	1,8	1,2	5,5	-1,6	3,0	-10,8	1,6	6,3	1,7	-0,3
6	4,0	5,6	-2,6	-	-	-1,7	3,7	1,3	-1,1	-6,0	3,4	-1,9	1,1	-0,6
7	-1,7	0,9	4,2	1,7	-0,2	1,5	-2,0	-7,3	2,8	3,5	2,2	1,9	-2,6	1,2
8	5,2	2,8	10,8	-1,0	1,0	12,9	-5,1	2,2	-12,1	-8,4	0,5	3,6	3,3	-0,5
9	-	-	-1,4	0,4	2,9	-4,6	-	-	-	-	-	0,6	-4,8	-1,9
10	-	11,8	-32,4	-	-	-	-	-	-	-	13,9	-31,6	-	-8,0
11	-	-	4,8	-2,1	1,5	-1,7	-	-	-	-	-	1,4	-1,9	-0,6
12	-	-	0,1	-7,4	2,4	2,7	-	-	-	-	-	-1,6	2,5	-1,7
13	1,5	3,2	3,2	3,4	-	0,3	7,8	4,6	5,4	-5,2	2,6	4,2	4,2	1,2
14	-	-	9,5	1,1	-8,7	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-1,7
15	-1,9	-6,5	-2,4	-3,9	-2,2	-1,6	0,3	-4,2	-7,2	-4,7	-1,0	-2,9	-1,8	-2,6
16	-14,3	-1,1	3,4	3,3	-0,1	3,5	3,6	3,3	5,1	-4,3	-8,9	2,2	3,5	-1,9
17	-1,9	-6,5	-2,3	-3,9	-2,7	-1,5	0,2	-3,7	-7,3	-	-	-	-	-
18	-2,0	-3,3	0,7	3,3	-3,0	5,4	0,0	-1,2	9,8	-	-	-	-	-
19	-1,9	-2,5	-0,3	2,7	4,4	4,9	-8,7	-4,2	9,6	9,3	-0,3	2,2	-2,7	2,1
20	-1,2	-4,6	-6,1	-5,6	-0,4	-2,6	0,3	2,1	1,8	2,1	-2,4	-4,0	0,0	-1,1
21	-1,5	-5,4	-2,3	-5,6	-4,8	-5,0	0,0	-3,7	0,5	-3,0	-3,0	-4,2	-2,9	-3,3
22	-	-	-	1,4	4,8	-	-	-	-	-	-	3,2	-	4,7
23	-	-	-	3,5	3,7	-	-	-	-	-	-	4,1	-	5,8
24	1,6	-1,7	1,1	0,6	-2,1	-1,4	-0,2	-1,4	3,7	-1,7	-0,5	-0,1	-1,0	-0,4
25	1,1	1,6	1,0	0,5	-	-2,4	6,3	5,6	11,4	-2,0	1,3	0,6	3,1	0,6
26	0,6	-4,5	0,9	-1,1	-0,1	-0,7	1,1	-1,4	4,6	-1,7	-1,7	-0,1	-0,3	-0,4
27	10,2	0,8	-0,5	-5,3	0,0	3,7	7,7	-	8,7	-0,3	0,8	-2,0	5,6	0,8
28	12,6	3,2	2,1	-2,9	1,9	4,6	10,9	4,3	13,2	3,1	3,2	0,4	6,6	3,3
29	-	-	5,5	-5,3	-14,0	-	-	-	-	-	-	-4,6	-	-4,5
30	-	-	-	-	4,5	2,0	-	-	-	-	-	4,6	2,5	2,4
31	-4,7	-0,9	2,7	-0,7	-2,6	-1,7	-2,2	-4,2	10,3	2,3	-3,8	-0,2	-2,7	-1,1
32	0,0	-0,2	0,2	-0,4	-0,4	-0,1	1,1	-0,9	2,6	-2,0	0,1	-0,5	0,1	-0,5
33	0,92	-5,57	5,95	7,72	2,67	-9,41	-4,29	-2,44	-13,88	3,06	0,24	5,45	-5,38	0,84
34	1,64	-2,34	-4,24	0,23	-2,18	-5,36	-3,35	-2,20	-0,56	-1,75	0,57	-2,06	-3,64	-1,72
35	1,28	-3,95	0,86	3,97	0,24	-7,38	-3,82	-2,32	-7,22	0,65	0,40	1,69	-4,51	-0,44
36	-1,58	1,79	-2,41	-4,42	-3,65	-3,94	-1,18	-6,99	11,21	3,80	3,59	-3,52	-4,00	-0,06
37	-5,46	-0,50	-3,84	-	-	-	2,81	-1,98	3,55	1,34	-2,82	-6,76	-0,39	-1,51
38	-0,88	0,34	0,80	-0,02	0,04	-1,59	-1,08	0,21	0,58	0,60	-0,76	0,27	-0,82	-0,18
39	-6,84	-4,10	-3,76	-6,00	-1,95	0,17	1,22	4,40	-2,03	-2,45	-5,61	-3,87	1,90	-2,46
40	-5,23	-1,38	-1,66	-0,12	-	-6,44	0,40	-3,61	-1,17	-13,35	-5,37	-0,28	-3,22	-5,76
41	-4,00	-0,77	-2,17	-2,64	-1,85	-2,95	0,43	-1,59	2,43	-2,01	-2,19	-2,83	-1,31	-1,99
42	<i>-0,9</i>	<i>-1,6</i>	<i>-0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>-0,7</i>	<i>-3,5</i>	<i>-0,7</i>	<i>-1,6</i>	<i>-0,7</i>	<i>-1,1</i>	<i>-0,6</i>	<i>-0,6</i>	<i>-1,9</i>	<i>-1,0</i>

W celu porównania danych historycznych ze współczesnymi, obliczono różnice między okresem wczesnoinstrumentalnym (1841-1920) i współczesnym (1961-1990) – patrz tab. 3 i ryc. 7. Niestety, nie w każdym przypadku były dostępne stacje współczesne zlokalizowane w tym samym miejscu co historyczne. Dotyczy to między innymi danych ze statków, które wykonywały pomiary podczas rejsu. Dlatego w takich przypadkach wyliczano średnią powierzchniową dla danego akwenu. Analiza wyżej wymienionej dokumentacji tabelaryczno-graficznej dowodzi, iż ciśnienie atmosferyczne w okresie historycznym było przeważnie niższe niż obecnie. Tylko w Regionie Syberyjskim było ono wyższe przez większą część roku, jednak z powodu dużo niższego ciśnienia jesienią (o 4,5 hPa), jego średnie roczne wartości też były nieco niższe (o 0,4 hPa). W Regionie Atlantyckim w całym roku wartości różnic są bliskie zeru, czyli brak większych zmian w układzie pól barycznych. Jedyne zimą wartości ciśnienia były niższe od obecnych (o 2 hPa). Z kolei Region Pacyficzny w całym roku (za wyjątkiem października i grudnia) cechował się niższymi wartościami ciśnienia atmosferycznego (o 2-3 hPa), co może być spowodowane współczesnym wzrostem roli układów wysokiego ciśnienia znad Kanady.

Średnio w całym badanym obszarze ciśnienie roczne było w okresie historycznym o 1 hPa niższe niż obecnie (tab. 3). Podobne wyniki (niższe wartości niż obecnie) uzyskano dla wszystkich średnich sezonowych (tab. 3, ryc. 7). Największe różnice wystąpiły jednak jesienią i w zimie, odpowiednio 1,9 i 1,1 hPa. W pozostałych porach roku zmiana była jednakowa i wyniosła 0,6 hPa. W przebiegu rocznym, według średnich miesięcznych wartości, dominowały różnice ujemne, z wyjątkiem stycznia, marca i lipca. Ciśnienie w tych miesiącach było jednak tylko nieznacznie wyższe od współczesnego, maksymalnie o 0,4 hPa.

Wzorując się na opracowaniu Przybyłaka i in. (2009), omawiającego temperaturę powietrza w całej Arktyce w okresie 1801-1920, również w niniejszym opracowaniu policzono średnie wartości ciśnienia atmosferycznego dla 20-letnich bloków czasowych, a następnie porównano je z danymi współczesnymi (ryc. 7). W podziale na 20-letnie okresy widać, iż tylko Region Pacyficzny cechuje się niższymi od współczesnych wartościami średniego rocznego ciśnienia atmosferycznego w całym badanym okresie, 1841-1920. W przebiegu rocznym było tak również w lecie i jesienią. Różnice te są wyraźnie większe w pierwszych dwóch 20-leciach. Region Atlantycki cechuje się dużą zmiennością. Największe różnice odnotowano w pierwszych 40 latach okresu historycznego (1841-1880), głównie latem. W połowie XIX wieku w tym regionie, latem odnotowano wyraźnie niższe ciśnienie niż obecnie, co mogło być spowodowane pogłębieniem się Niżu Islandzkiego. W następnych 20-leciach nastąpił czas stabilizacji – różnice były bliskie zeru we wszystkich porach roku i średnio rocznie. Ze względu na bardzo małą liczbę danych dla Regionu Syberyjskiego, jedynie ostatnie 40-lecie okresu wczesnoinstrumentalnego (1881-1920) można przeanalizować pod tym kątem. Pierwsze dwudziestolecie cechowało się niższymi wartościami ciśnienia względem wartości współczesnych. Dopiero na początku XX wieku wystąpiły wartości dodatnie – umocnienie się Wyżu Syberyjskiego. Wyjątek stanowi pora jesienna, w której zaobserwowano niższe ciśnienie niż obecnie także w okresie 1901-1920 (ryc. 7). Według średnich rocznych wartości, tylko Region Syberyjski miał wyższe ciśnienie od obecnego w ostatnim badanym 20-leciu.

4. Wnioski i uwagi końcowe

Zarówno niniejsze opracowanie, jak i wcześniejsza praca Vizi (2008) wskazują, iż w Arktyce wystąpiła wyraźna zmiana ciśnienia atmosferycznego między okresem historycznym, a współczesnym.

Oznacza to, iż zmianie uległy w tym czasie także położenia i intensywność podstawowych centrów działania atmosfery kontrolujących cyrkulację atmosferyczną na tym obszarze. Większość średnich miesięcznych wartości ciśnienia atmosferycznego w badanym okresie była niższa niż obecnie, jednak mieściła się w zakresie ± 1 lub ± 2 odchyłeń standardowych od średnich z okresu 1961-1990. Według wartości średnich rocznych badany sektor euroazjatycki Arktyki w okresie historycznym cechował się niższymi wartościami ciśnienia atmosferycznego o 1 hPa względem okresu współczesnego. Również wszystkie średnie sezonowe wartości były niższe.

Analiza uśrednionych obszarowo średnich 20-letnich wartości ciśnienia atmosferycznego dla analizowanego okresu historycznego umożliwia do pewnego stopnia określenie układu pól barycznych w Arktyce oraz ich zmienność. Można wnioskować, że w okresie historycznym ogólny schemat rozkładu przestrzennego pola barycznego był podobny do współczesnego – Regiony Syberyjski oraz Pacyficzny były obszarami o podwyższonym ciśnieniu, natomiast Region Atlantycki charakteryzował się najniższymi średnimi wartościami. Różnice występowały natomiast w intensywności zmian głównych układów barycznych sterujących klimatem Arktyki, tj. Niżu Islandzkiego i Wyżu Syberyjskiego.

Przedstawiony obraz zmian ciśnienia atmosferycznego w Arktyce, między okresem historycznym i współczesnym, należy traktować jako w dużym stopniu prawdopodobny, jeśli chodzi o ogólną tendencję zmian, natomiast ich ilościowe aspekty, w miarę uzyskania większej liczby danych, mogą ulec, czasami nawet dość znacznym, modyfikacjom. Planowana dalsza analiza materiału źródłowego, wzbogacona o pozostałe elementy meteorologiczne, umożliwi pełniejszą charakterystykę klimatyczną badanego obszaru.

Opracowanie wykonano w ramach projektu badawczego MNiSW nr 31/IPY/2007.

Literatura

- Przybylak R. 2004. Temperatura powietrza w Arktyce w okresie Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83. Polish Polar Studies, XXX Międzynarodowe Sympozjum Polarne, Gdynia: 307-320.
- Przybylak R., Dzierżawski J., 2004. Stosunki termiczno-wilgotnościowe w Zatoce Treurenberg i na Masywie Olimp (NE Spitsbergen) w okresie 1.08.1899 – 15.08.1900. Problemy Klimatologii Polarnej, 14: 133-146
- Przybylak R., Panfil M., 2005. Warunki klimatyczne w stacji Sagastyr (ujście Leny) w okresie 1.09.1882-30.06.1884. Polish Polar Studies, XXXI Sympozjum Polarne, Kielce: 143-152.
- Przybylak R., Vizi Z., Wyszyński P., 2009. Air temperature changes in the Arctic from 1801 to 1920. International Journal of Climatology, Published online in Wiley Interscience, DOI: 10.1002/joc.1918.
- Przybylak R., Wyszyński P., 2009. Ciśnienie atmosferyczne w Arktyce w okresie Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83. Problemy Klimatologii Polarnej, 19: 99-114.
- Treshnikov A. F. (red.), 1985. Atlas Arktiki. Glavnoye Upravlenye Geodezji i Kartografii: Moskwa.
- Vizi Z., 2008. Climate variability of the North American Arctic in the 19th century, Rozprawa doktorska, Zakład Klimatologii UMK.

Wpłynęło: 3 lipca 2009; poprawiono: 1 września 2009

Summary

The Atlantic Region is the warmest part of the Arctic and is significantly influenced by atmospheric and oceanic circulations. Other climatic regions analysed (such as the Pacific and, in particular, the Siberian regions) are significantly less influenced by these circulation factors. In Greenland, the regular recording of atmospheric pressure is the longest in the Arctic and started in 1879 at Grønnedal. Prior to this, collected records are derived from exploratory and scientific expeditions to this area, during some of which meteorological observations were carried out. For the purposes of this paper, we collected all the available atmospheric pressure data series for the Eurasian sector of the Arctic for the period 1841-1920. A total of 38 series with monthly, daily or hourly resolution have been gathered for 28 sites, the duration of which is usually less than two years. The results show that the areally averaged annual air pressure in the Eurasian sector of the Arctic in the early instrumental period was 1.0 hPa lower than today (reference period 1961-1990). In comparison with present-day conditions, winter air pressure was significantly lower (by 1.1 hPa) than were spring and summer (both by 0.6 hPa), while autumn was the lowest (by 1.9 hPa). The range of seasonal air pressure changes from historical to modern times was greater in the Siberian Region (on average from about +1.7 hPa in summer to -4.5 hPa in autumn) than for the other parts of the Arctic analysed. The mean monthly atmospheric pressure differences for the Eurasian part of the Arctic calculated between historical and modern periods show that the majority of them lie within one standard deviation from the present long-term mean.

Key words: atmospheric pressure, Arctic, historical data, historical climatology.