

## CIŚNIENIE ATMOSFERYCZNE W ARKTYCE W OKRESIE PIERWSZEGO MIĘDZYNARODOWEGO ROKU POLARNEGO 1882/83

### ATMOSPHERIC PRESSURE IN THE ARCTIC IN THE PERIOD OF THE FIRST INTERNATIONAL POLAR YEAR 1882/83

Rajmund Przybylak, Przemysław Wyszyński

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

**Zarys treści.** W artykule przedstawiono szczegółową charakterystykę ciśnienia atmosferycznego w Arktyce w okresie trwania Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83, do której wykorzystano cegodzinne obserwacje z 9 stacji reprezentujących większość regionów klimatycznych w Arktyce. Analizą objęto następujące parametry ciśnienia atmosferycznego: średnie dobowe, maksymalne i minimalne wartości dobowe oraz ich ekstrema. Szczegółowo omówiono rozkłady przestrzenne, przebiegi roczne oraz zmienność międzydobową. Uzyskane wyniki porównano ze współczesnymi (1961-1990) warunkami barycznymi. Ponadto zbadano współzależności między ciśnieniem atmosferycznym a innymi elementami meteorologicznymi takimi jak temperatura powietrza i stopień zachmurzenia ogólnego nieba.

**Słowa kluczowe:** ciśnienie atmosferyczne, Arktyka, pomiary wczesnoinstrumentalne, Pierwszy Międzynarodowy Rok Polarny 1882/83.

### 1. Wstęp

Od końca XIX wieku wiadomo iż, obszary polarne w istotny sposób kształtują klimat całej Ziemi. Są one uważane także za bardzo czuły wskaźnik zmian klimatu globalnego. Dlatego też szczegółowe poznanie systemu klimatycznego Arktyki jest niezwykle ważne. Tempo i zakres badań klimatu Arktyki w ostatnich latach znacznie wzrosło, co szczególnie dobrze było widoczne w okresie trwania IV Międzynarodowego Roku Polarnego 2007-2009.

W tym miejscu warto wspomnieć o początkach międzynarodowej współpracy w zakresie badań polarnych, która miała miejsce w ramach Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego (MRP) 1882/83. W tym czasie w strefie arktycznej pracowało 9, a subarktycznej – 3 stacje naukowe, w których główny nacisk był położony na prowadzenie zsynchronizowanych pomiarów meteorologicznych, magnetyzmu ziemskiego i zorzy polarnej. Ponadto wiele ekspedycji wniosło znaczący wkład w eksplorację oraz kartowanie terenów otaczających stacje badawcze. Warto także wspomnieć o badaniach oceanograficznych, fito- i zoogeograficznych oraz pionierskich obserwacjach etnografii ludów pierwotnych

zamieszkujących daleką północ. O inicjatorze, oficerze Marynarki Austro-Węgierskiej Karlu Weyprechcie, historii oraz konsekwencjach naukowo-politycznych I MRP 1882/83 napisano już wiele artykułów i pozycji książkowych. Szczegółowe informacje na ten temat można znaleźć m.in. w pracach takich autorów jak: Heathcote i Armitage 1959; Taylor 1981; Baker 1982; Barr 1983, 2008; Lüdecke 2004, 2007a; Wood i Overland 2006; Summerhayes 2008.

Wiedza o współczesnych zmianach ciśnienia atmosferycznego i towarzyszących im zmianach aktywności synoptycznej w Arktyce jest stosunkowo szeroka (zobacz np. Serreze i in. 1993, Walsh i in. 1996, Polyakov i in. 2003, Zhang i in. 2004, Turner i in. 2007). Jednakże wpływ zmian cyrkulacji atmosferycznej na ostatnie znaczne ocieplenie Arktyki nie do końca jest rozpoznany (Przybylak 2000, Polyakov i in. 2003, Turner i in. 2007). Odpowiedź na powyższy problem można uzyskać posiadając długie serie danych obserwacyjnych.

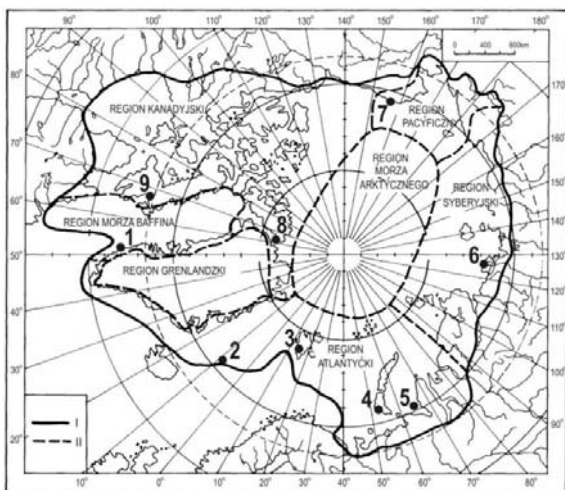
W Arktyce regularne obserwacje instrumentalne do roku 1920 były bardzo rzadkie. Jedynie 5 stacji grenlandzkich oraz Malye Karmakuly na Nowej Ziemi posiadają długie zapisy danych meteorologicznych, rozpoczynające się od drugiej połowy XIX wieku (Przybylak i in. 2009). Dlatego też każde dane sprzed roku 1920 są istotne dla oceny wahań i zmian klimatu w Arktyce. Ponadto szersza wiedza o zmienności klimatycznej w okresie wczesnoinstrumentalnym jest niezwykle ważna w celu określenia zakresu zmian klimatu, wywołanych głównie przez czynniki naturalne. Dane te pozwalają na dokładne oszacowanie wpływu działalności człowieka na współczesne zmiany klimatu w Arktyce. Pomiar przeprowadzone w trakcie ekspedycji I MRP 1882/83 stanowią istotny wkład w poszerzenie wiedzy o klimacie Arktyki w XIX w. Nigdy przedtem, ani nawet później do lat 1930., nie pracowało tyle stacji w miarę równomiernie rozmieszczonych w Arktyce. Fakt ten zachęcił wielu badaczy do „uratowania” danych z tego okresu. Rozpoczęli oni ich poszukiwania, digitalizację i opracowania statystyczne różnych zagadnień dotyczących warunków pogodowych (Przybylak 2004, Przybylak i Panfil 2005, Wood i Overland 2006, Lüdecke 2007b), wieloletniej zmarzliny i termiki gleby (Wood i Streletskiy 2008), magnetyzmu ziemskiego (Newitt i Dawson 1984, Nevanlinna 1999) oraz zawartości CO<sub>2</sub> w atmosferze (Baker 2009).

Głównym celem artykułu jest ocena zmienności przestrzenno-czasowej ciśnienia atmosferycznego w Arktyce w okresie trwania I MRP 1882/83 oraz jego powiązań ze stopniem zachmurzenia i temperaturą powietrza. Ważnym zadaniem było także określenie zmian ciśnienia atmosferycznego między I MRP 1882/83 a okresem współczesnym (1961-1990). Badania rozpoczęto podczas IV MRP 2007-2009 w ramach szerszego projektu nad historią klimatu Arktyki w XIX wieku (ACEIP).

## 2. Dane i metody

W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki pomiarów ciśnienia atmosferycznego zebrane dla 9 stacji reprezentujących niemal wszystkie regiony Arktyki (ryc. 1): Godthåb (64°11'N, 51°44'W), Jan Mayen (71°00'N, 8°28'W), Kapp Thorsen (78°28'N, 15°43'E), Malye Karmakuly (72°23'N, 52°36'E), Sagastyr (73°22'N, 124°05'E) Point Barrow (71°14'N, 156°40'W), Lady Franklin Bay (81°44'N, 64°45'W), Kingua Fjord (66°36'N, 67°19'W) oraz Morze Karskie. Seria danych Morze Karskie obejmuje pomiary meteorologiczne przeprowadzone podczas dryfu holenderskiego parowca „Varna”. Przemieszczał się on od Wyspy Wajgacz zgodnie z kierunkiem płynięcia Prądu Jamalskiego tj. na E-NE. W okresie od 15.I.1883 do 31.VII.1883 pomiary były wykonywane w „Nowej Holandii”, budynku wzniesionym na paku lodowym na wypadek, gdyby „Varna” została zniszczona pod naporem lodu. Większość obserwacji

wykonano na obszarze leżącym między 70°00'N i 71°45'N oraz 62°29'E i 65°25'E. Szczegółowy kurs i kierunek dryfu „Varny” przedstawiają mapy zamieszczone w monografii Barr’a (2008) na str. 253 oraz w oryginalnym raporcie z tejże ekspedycji (Snellen i Ekama 1910). Granice Arktyki i podział na regiony klimatyczne przyjęto za Atlasem Arktiki (Treshnikov 1985).



Ryc. 1. Położenie stacji meteorologicznych pracujących w Arktyce w okresie Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83. Granice Arktyki i poszczególnych jej regionów klimatycznych (wg Treshnikov 1985).

Objaśnienia:

- I – granica Arktyki, II – granice regionów klimatycznych, 1 – Godthåb,
- 2 – Jan Mayen, 3 – Kapp Thordsen,
- 4 – Malye Karmakuly, 5 – Morze Karskie,
- 6 – Sagastyr, 7 – Point Barrow,
- 8 – Lady Franklin Bay, 9 – Kingua Fjord

Fig. 1. Location of meteorological stations operated in the Arctic during the First International Polar Year 1882/83. Boundaries of the Arctic and its climatic regions (after Treshnikov 1985).

Explanations: I – boundary of the Arctic, II – boundaries of climatic regions, 1 – Godthåb, 2 – Jan Mayen, 3 – Kapp Thordsen, 4 – Malye Karmakuly, 5 – Kara Sea, 6 – Sagastyr, 7 – Point Barrow, 8 – Lady Franklin Bay, 9 – Kingua Fjord

Głównym źródłem danych wykorzystanych w niniejszym opracowaniu (ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza i stopień zachmurzenia ogólnego nieba) były raporty z ekspedycji polarnych I MRP wydane w latach 1886-1910 (Ekholm 1890, Greely 1886, Lenz 1886a i b, Neumayer i Börger 1886, Paulsen 1886, Ray 1885, Snellen i Ekama 1910, Wohlgemuth 1886). Większość tych raportów jest udostępniona w internetowych zasobach NOAA Central Library w Silver Spring (Fiolek 2007). Ponadto wykorzystano kserokopie raportów wykonanych w archiwum Scott Polar Research Institute w Cambridge. Kserokopia raportu rosyjskiej ekspedycji na Nową Ziemię pochodzi z biblioteki Rosyjskiego Towarzystwa Geograficznego w Sankt Petersburgu. Dane te zostały zdigitalizowane manualnie przy użyciu arkuszy kalkulacyjnych Microsoft Office Excel 2003 oraz Open Office Calc 2.2.

Zgodnie z zaleceniami „Międzynarodowej Komisji Polarnej” (St. Petersburg, 1882), pomiary ciśnienia miały być wykonywane w interwale czasowym jednej godziny. Jednakże w trudnych i surowych warunkach polarnych nie wszystkim wyprawom udało się proponowany cel osiągnąć. Szczegółowe informacje o lukach w danych oraz zmianie rozdzielczości pomiarów w poszczególnych stacjach przedstawiono w tab. 1. Do pomiarów ciśnienia atmosferycznego używano barometrów rtęciowych konstrukcji m.in. Fortina, Ollanda, Adermana, Wilda-Fuesssa, Adie’go, Turretiniego, Parrot’scha. Wspomniane instrumenty były przed i po powrocie z ekspedycji dokładnie skalibrowane w narodowych centrach meteorologicznych, m.in. w Kiev w Holandii oraz Sankt Petersburgu w Rosji.

Tabela 1

Podstawowe charakterystyki ciśnienia atmosferycznego w 9 stacjach pracujących w Arktyce  
w okresie Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83

St	P	VIII AUG	IX SEP	X OCT	XI NOV	XII DEC	I JAN	II FEB	III MAR	IV APR	V MAI	VI JUN	VII JUL	VIII AUG
G	a	1020,3	1028,4	1018,1	1023,9	1022,2	1014,2	1021,4	<b>1041,6</b>	1026,8	1030,8	1022,4	1024,4	1018,1
	b	1013,9	1008,1	1003,7	1009,7	1013,0	993,6	995,6	1017,0	1011,4	1015,5	1013,8	1013,1	1011,2
	c	1011,0	1004,3	999,8	1006,3	1009,3	989,2	988,7	1010,6	1007,2	1012,2	1010,3	1010,5	1008,7
	d	1008,2	1000,3	995,7	1001,3	1005,2	984,4	980,6	1004,0	1002,3	1008,5	1006,3	1007,1	1006,2
	e	996,4	985,3	982,1	989,8	977,6	950,6	<b>944,2</b>	980,9	982,4	985,3	991,0	993,7	989,6
JM	a	1019,4	1026,4	1029,4	1028,7	1031,8	1032,0	1020,7	<b>1044,1</b>	1033,7	1032,4	1023,4	1024,2	
	b	1008,9	1009,2	1013,0	1009,0	1016,4	1003,2	1001,5	1021,5	1013,6	1013,0	1016,8	1017,0	
	c	1006,6	1005,0	1009,7	1004,1	1013,6	997,3	993,3	1016,5	1009,1	1010,0	1015,1	1015,7	
	d	1004,1	1000,9	1005,4	1000,1	1010,7	991,8	985,3	1011,3	1004,4	1007,0	1013,5	1014,4	
	e	991,6	978,7	975,2	979,0	992,2	966,4	<b>962,0</b>	977,1	977,2	983,9	1003,5	1008,6	
KT	a	1017,1	1021,8	1027,7	1028,4	1030,3	1028,7	1021,5	<b>1035,7</b>	1034,2	1032,7	1027,5	1025,2	1026,1
	b	1011,3	1009,6	1016,3	1014,3	1019,6	1006,5	1003,5	1017,3	1016,8	1020,3	1014,8	1015,4	1016,7
	c	1009,7	1006,2	1013,0	1011,8	1016,3	1002,1	999,1	1011,7	1014,2	1016,8	1012,9	1013,3	1015,3
	d	1008,3	1002,6	1009,2	1009,3	1012,9	997,4	994,5	1006,3	1011,4	1013,8	1010,9	1011,3	1014,0
	e	990,0	982,7	989,7	997,4	991,1	972,7	966,9	<b>966,4</b>	983,5	995,9	1005,0	1002,9	1003,5
MK	a		1027,3	1037,2	1030,2	1034,7	1025,5	1026,2	1030,1	<b>1039,8</b>	1030,0	1029,9	1022,9	1024,9
	b		1016,4	1021,3	1016,8	1019,4	1009,2	1011,5	1006,8	1024,3	1019,2	1015,7	1009,7	1014,1
	c		1012,9	1017,7	1013,6	1015,7	1004,7	1006,9	1002,6	1021,8	1015,4	1012,7	1007,4	1012,3
	d		1009,0	1013,8	1010,5	1011,6	998,7	1002,5	998,3	1019,3	1011,8	1009,0	1005,0	1010,3
	e		993,7	984,3	991,8	989,0	976,7	979,7	<b>971,6</b>	1008,5	992,7	997,3	991,7	992,8
KS	a	1020,7	1027,1	1038,3	1034,7	1039,5	1027,9	1038,4	1027,5	<b>1050,4</b>	1034,1	1031,6	1029,6	1029,4
	b	1012,8	1017,1	1021,2	1018,7	1025,1	1014,3	1017,7	1011,2	1029,5	1021,7	1016,3	1012,6	1015,1
	c	1010,8	1014,1	1016,3	1014,5	1021,6	1010,0	1012,5	1007,0	1026,3	1017,8	1013,2	1009,4	1013,1
	d	1008,5	1010,8	1011,7	1010,0	1018,2	1006,1	1006,8	1002,9	1021,2	1013,6	1009,8	1006,1	1010,2
	e	987,4	992,7	978,7	982,3	1002,3	995,2	993,3	<b>974,5</b>	985,2	995,3	1000,9	992,8	994,3
S	a		1022,3	1024,3	1034,6	1040,7	<b>1042,4</b>	1033,4	1030,7	1039,4	1028,9	1023,8	1023,3	1025,1
	b		1009,1	1015,7	1015,4	1020,1	1018,9	1023,1	1021,8	1025,2	1011,0	1007,5	1013,0	1011,2
	c		1005,7	1013,0	1012,3	1016,2	1015,9	1020,5	1019,2	1021,7	1008,0	1003,6	1011,0	1009,1
	d		1002,2	1010,5	1009,1	1012,4	1013,1	1018,0	1016,2	1018,9	1004,9	1000,2	1009,0	1007,1
	e		989,0	985,3	987,1	982,3	991,0	993,8	1004,5	1007,2	994,1	<b>980,8</b>	996,1	988,8
PB	a	1038,9	1031,9	1024,0	1033,7	<b>1049,4</b>	1048,5	1047,3	1044,7	1035,3	1036,4	1023,8	1025,7	1020,7
	b	1013,4	1012,7	1014,2	1014,0	1023,5	1021,0	1029,5	1021,1	1019,4	1014,6	1016,0	1013,9	1011,6
	c	1009,6	1009,6	1012,2	1010,1	1020,0	1014,8	1023,5	1016,9	1016,9	1011,9	1014,0	1012,0	1008,4
	d	1005,4	1005,9	1009,3	1005,6	1016,1	1009,9	1016,8	1012,6	1014,1	1008,9	1011,8	1009,9	1005,2
	e	986,1	983,7	985,9	992,7	997,2	982,8	<b>981,9</b>	999,0	994,0	987,1	1001,1	1000,3	992,7
LF	a	1019,5	1022,0	1027,4	1033,1	1035,8	1030,0	1023,3	<b>1042,3</b>	1039,1	1039,2	1023,3	1020,9	
	b	1011,7	1009,4	1015,0	1017,2	1023,4	1014,8	1006,0	1022,7	1020,6	1018,7	1012,0	1012,8	
	c	1009,5	1007,1	1012,7	1014,5	1020,5	1011,7	1002,0	1017,6	1017,5	1016,0	1010,1	1011,3	
	d	1007,1	1004,8	1010,2	1011,8	1017,6	1008,2	998,1	1012,0	1014,3	1013,2	1007,9	1009,9	
	e	997,6	991,3	994,3	987,6	1002,0	986,2	<b>981,0</b>	993,9	992,6	998,1	997,2	999,5	
KF	a		1018,2	1026,7	1030,8	1034,2	1026,2	1020,0	<b>1040,9</b>	1037,1	1028,6	1020,3	1029,4	1025,1
	b		1010,5	1011,2	1013,7	1018,8	1005,3	1002,7	1016,1	1015,4	1015,7	1009,1	1009,3	1010,5
	c		1007,0	1008,1	1010,0	1015,7	1002,1	998,2	1009,3	1012,2	1012,6	1005,1	1006,7	1008,0
	d		1001,2	1005,3	1004,6	1011,7	998,2	993,2	999,0	1008,9	1009,1	1000,7	1003,9	1005,9
	e		974,8	979,8	985,6	993,3	975,1	969,5	<b>967,2</b>	988,1	989,2	986,4	992,3	993,9

P – parametr – parameter

Table 1

Main characteristics of atmospheric pressure for nine stations working in the Arctic during the First International Polar Year 1882/83

St	P	Parametr Parameter	IX-XI SON	XII-II DJF	III-V MAM	VI-VIII JJA	IX-VII SEP-JUL
G	a	p max abs	1028,4	1022,2	1041,6	1024,4	1041,6
	b	p max	1007,2	1000,7	1014,6	1013,0	1008,6
	c	p	1003,5	995,8	1010,0	1010,1	1004,4
	d	p min	999,1	990,1	1005,0	1007,0	999,6
	e	p min abs	982,1	944,2	980,9	989,6	<b>944,2</b>
JM	a	p max abs	1029,4	1032,0	1044,1	1024,2	1044,1
	b	p max	1010,4	1007,0	1016,0	1014,2	1012,2
	c	p	1006,3	1001,4	1011,9	1012,5	1008,1
	d	p min	1002,1	995,9	1007,6	1010,7	1004,1
	e	p min abs	975,2	962,0	977,1	991,6	962,0
KT	a	p max abs	1028,4	1030,3	1035,7	1027,5	1035,7
	b	p max	1013,4	1009,9	1018,2	1014,5	1014,0
	c	p	1010,3	1005,8	1014,2	1012,8	1010,7
	d	p min	1007,0	1001,6	1010,5	1011,1	1007,2
	e	p min abs	982,7	966,9	966,4	990,0	966,4
MK	a	p max abs	1037,2	1034,7	1039,8	1029,9	1039,8
	b	p max	1018,2	1013,4	1016,8	1013,2	1015,5
	c	p	1014,7	1009,1	1013,3	1010,8	1011,9
	d	p min	1011,1	1004,3	1009,8	1008,1	1008,1
	e	p min abs	984,3	976,7	971,6	991,7	971,6
KS	a	p max abs	1038,3	1039,5	1050,4	1031,6	<b>1050,4</b>
	b	p max	1019,0	1019,0	1020,8	1014,2	1018,7
	c	p	1015,0	1014,7	1017,0	1011,6	1014,8
	d	p min	1010,8	1010,4	1012,5	1008,6	1010,6
	e	p min abs	978,7	993,3	974,5	987,4	974,5
S	a	p max abs	1034,6	1042,4	1039,4	1025,1	1042,4
	b	p max	1013,4	1020,7	1019,3	1010,6	1016,4
	c	p	1010,3	1017,5	1016,3	1007,9	1013,4
	d	p min	1007,3	1014,5	1013,3	1005,4	1010,4
	e	p min abs	985,3	982,3	994,1	980,8	980,8
PB	a	p max abs	1033,7	1049,4	1044,7	1038,9	1049,4
	b	p max	1013,6	1024,7	1018,4	1013,7	1018,2
	c	p	1010,6	1019,4	1015,2	1011,0	1014,7
	d	p min	1006,9	1014,2	1011,9	1008,0	1011,0
	e	p min abs	983,7	981,9	987,1	986,1	981,9
LF	a	p max abs	1033,1	1035,8	1042,3	1023,3	1042,3
	b	p max	1013,9	1014,7	1020,7	1012,2	1015,7
	c	p	1011,4	1011,4	1017,0	1010,3	1012,8
	d	p min	1008,9	1007,9	1013,2	1008,3	1009,8
	e	p min abs	987,6	981,0	992,6	997,2	981,0
KF	a	p max abs	1030,8	1034,2	1040,9	1029,4	1040,9
	b	p max	1011,8	1008,9	1015,7	1009,6	1011,6
	c	p	1008,3	1005,3	1011,4	1006,6	1007,9
	d	p min	1003,7	1001,0	1005,7	1003,5	1003,2
	e	p min abs	974,8	969,5	967,2	986,4	967,2

Objaśnienia – Explanations:

St – stacja – station:

G – Godthåb,

JM – Jan Mayen,

KP – Kapp Thorsden:

VIII 1882 dane bez dni (data without days) 1-14,  
VII 1883 dane bez dni (data without days) 24-31,

MK – Malye Karmakuly,

XII 1882 dane bez dni (data without days) 13-16;

KS – Morze Karskie,

VIII-IX 1882 obserwacje co 4 godz.  
(observations every 4 hours);  
XII 1882 dane bez dni (data without days) 25-31;  
I.1883 dni (days) 15-31; VIII.1883 dane bez dni  
(data without days) 25-31, obserwacje  
co 4 godz. (observations every 4 hours),

S – Sagastyr,

PB – Point Barrow,  
VIII 1883 dane bez dni (data without days)  
28-31;

LF – Lady Franklin Bay,

KF – Kingua Fjord

IX 1882 dni (days) 16-30;

p max abs, p min abs – najwyższe i najniższe  
ciśnienie atmosferyczne – the highest and  
lowest observed atmospheric pressure;

p max, p min – średnie miesięczne ciśnienie  
atmosferyczne maksymalne i minimalne  
– mean monthly maximum and minimum  
atmospheric pressure;

p – średnie miesięczne ciśnienie atmosferyczne  
– mean monthly atmospheric pressure

Przed przystąpieniem do obliczeń zebrane dane zostały sprawdzone jakościowo. Przyjęta manualna digitalizacja danych (nie używano programów OCR – ang. Optical Character Recognition, gdyż nie odczytują one XIX-wiecznej czcionki) pozwoliła już na tym etapie prac wyeliminować wartości ekstremalnie zawyżone bądź zaniżone, które powstały najczęściej poprzez błędne wydrukowanie cyfr (np. zamiana cyfry 6 na 9 i odwrotnie). Należy pamiętać, iż redaktorzy omawianych raportów nie dopuszczali do druku danych niewiarygodnych, pozostawiając puste miejsca. Liczby trudne do odczytu w wyniku zniekształcenia i zamazania podczas procesu skanowania, przez co trudne w odczycie, często dające jednak pewne wskazania co do ich wartości, uzupełniano na podstawie uśredniania i dedukcji z pomiarów wcześniejszego i późniejszego. Ponadto wychwycono ewidentne błędy w digitalizacji, porównując średnie dobowe wydrukowane w raportach ze średnimi wyliczonymi na podstawie zdigitalizowanych wartości. W celu uzyskania porównywalności wyników pomiędzy poszczególnymi stacjami oraz okresem współczesnym, wartości pomiarów ciśnienia atmosferycznego sprowadzono do poziomu morza wzorem Babineta. W efekcie tych prac wstępnych powstał zbiór danych, o wspomnianej rozdzielczości, o zakresie czasowym od sierpnia 1882 do sierpnia 1883 (tab. 1). Wspólnym okresem pomiarowym dla wszystkich stacji były miesiące od września 1882 do lipca 1883, czyli około jednego roku.

Następnie przeprowadzono, standardowo wykonywane w opracowaniach klimatycznych, obliczenia statystyczne umożliwiające analizę przestrzenno-czasową. Uzyskane wyniki porównano ze średnimi warunkami barycznymi obliczonymi dla okresu współczesnego 1961-1990. Do tego celu wykorzystano dane ze stacji meteorologicznych leżących w tym samym miejscu, bądź najbliższej lokalizacji stacji historycznych. Przyporządkowanie stacji współczesnych do odpowiednich stacji historycznych podano w objaśnieniach do tab. 2. Średnie miesięczne wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza dla okresu 1961-1990 pobrano ze zbiorów: Arctic Climatology Project (2000) (stacje Jan Mayen, Malye Karmakuly, Mys Kharasavey, Sagyllah Ary i Ostrov Dunaj, Point Barrow, Alert), Norweskiego Instytutu Meteorologicznego (Svalbard Lufthavn i Isfiord Radio – <http://eklima.met.no>), kanadyjskiego National Climate Data and Information Archive, (Iqaluit A – <http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca>) oraz dla Godthåb z Duńskiego Instytutu Meteorologicznego (Cappelen i in. 2007).

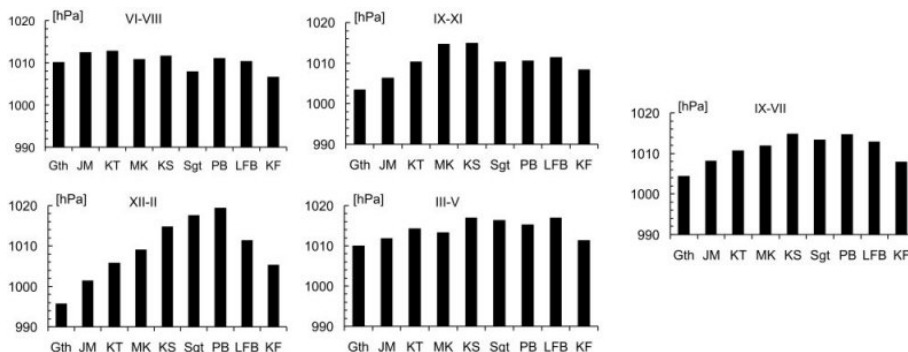
W końcowym etapie analizy zbadano współzależności między ciśnieniem atmosferycznym a innymi elementami meteorologicznymi, takimi jak temperatura powietrza i stopień zachmurzenia ogólnego nieba. W tym celu dla poszczególnych sezonów obliczono współczynniki korelacji między średnimi dobowymi wartościami wyżej wymienionych elementów. Uzyskane wyniki sprawdzono pod względem istotności statystycznej.

### 3. Wyniki

Najwyższe średnie ciśnienie atmosferyczne dla wspólnego okresu (X 1882 – VII 1883) wystąpiło w rejonach Morza Karskiego i Nowej Ziemi, Syberii oraz w Arktyce Amerykańskiej, wahając się w przedziale od 1011,9 do 1014,8 hPa (tab. 1, ryc. 2). Arktyka Norweska oraz okolice Morza Baffina charakteryzowały się najniższymi średnimi wartościami (1004,4-1010,7 hPa). Podobny rozkład przestrzenny cechował rozkład średnich dobowych maksymalnych i minimalnych wartości. Najwyższe absolutne maksimum ciśnienia zanotowano na Morzu Karskim (1050,4 hPa, 8 IV 1883), najniższe zaś w Godthåb (944,2 hPa, 18 II 1883). Najczęściej absolutne maksima występowały w marcu lub kwietniu. Wyjątek stanowią jedynie stacje Sagastyr i Point Barrow, w których wartości absolutne maksymalne i minimalne

zanotowano w styczniu i czerwcu (odpowiednio 1042,4 i 980,8 hPa) oraz Point Barrow z absolutnym maksimum w grudniu (1049,4 hPa).

Rozkład przestrzenny ciśnienia atmosferycznego w Arktyce w okresie trwania I MRP 1882/83 wg średnich wartości sezonowych (ryc. 2) był podobny do współczesnego (Gorshkov 1980 i Treshnikov 1985 za Przybylak 2003). W sezonie letnim wyższe ciśnienie występowało w centralnej części rejonu atlantyckiego (od Morza Karskiego przez Spitsbergen po Jan Mayen), w NE części Arktyki Kanadyjskiej oraz na Alasce, ze średnimi sezonowymi oscylującymi wokół 1011,0 hPa (tab. 1). Obszary obniżonego ciśnienia zaznaczyły się na Morzu Baffina (średnia dla lata w Kingua Fjord wyniosła 1006,6 hPa) oraz w syberyjskiej stacji Sagastyr (1007,9 hPa). Jesienią rozkład przestrzenny ciśnienia atmosferycznego w Arktyce był podobny do zimowego. Główne centra baryczne, tak niskiego jak i wysokiego ciśnienia, nie były wyraźnie zaznaczone, z wyjątkiem Morza Karskiego, gdzie stwierdzono wysokie wartości ciśnienia w miesiącach jesiennych (tab. 1, ryc. 2). Na obszarze tym obserwowano także ujemne anomalie termiczne (Przybylak 2004, Wood i Overland 2006) oraz znaczne zlodzenie wód powierzchniowych (Hovgaard 1884). Te ostatnie spowodowały, iż holenderska ekspedycja na parowcu „Varna” w drodze do pierwotnego celu w Dickson i duńska wyprawa na statku „Dijmphna” zostały uwięzione w lodach Morza Karskiego na prawie cały rok. Jak wspomniano, najwyższe absolutne maksimum, spośród wszystkich analizowanych stacji I MRP, zanotowano właśnie na Morzu Karskim.



Ryc. 2. Średnie sezonowe wartości ciśnienia atmosferycznego [hPa] w 9 stacjach pracujących w Arktyce w okresie Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83.

Objaśnienia: Gth – Godthåb, JM – Jan Mayen, KT – Kapp Thordsen, MK – Malye Karmakuly, KS – Morze Karskie, Sgt – Sagastyr, PB – Point Barrow, LFB – Lady Franklin Bay, KF – Kingua Fjord

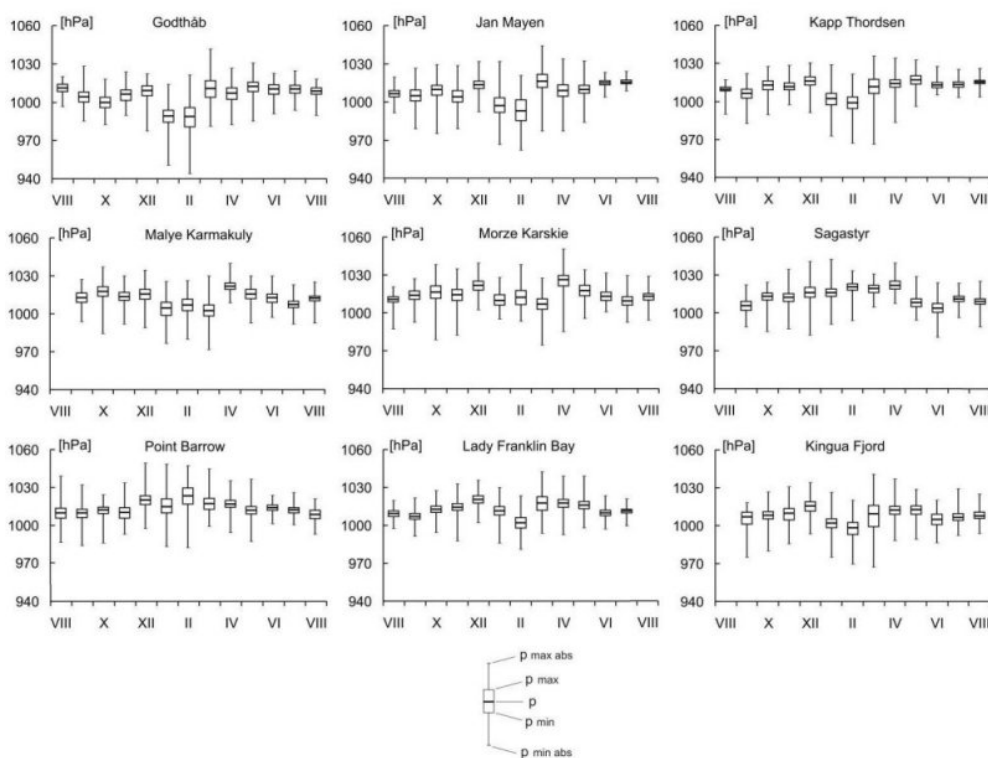
Fig. 2. Seasonal means of atmospheric pressure [hPa] for nine stations working in the Arctic during the First International Polar Year 1882/83.

Explanations: Gth – Godthåb, JM – Jan Mayen, KT – Kapp Thordsen, MK – Malye Karmakuly, KS – Kara Sea, Sgt – Sagastyr, PB – Point Barrow, LFB – Lady Franklin Bay, KF – Kingua Fjord

W czasie zimy rozległa zatoka obniżonego ciśnienia, tzw. zatoka islandzko-karska, pokrywała obszar od Jan Mayen (1001,4 hPa) po Morze Barentsa (Kapp Thordsen – 1005,8 hPa). Wpływ Niżu Islandzkiego był także widoczny na Morzu Baffina (Godthåb – 995,8 hPa, Kingua Fjord – 1005,3 hPa). Wyraźnie zaznaczały się obszary wysokiego ciśnienia nad Syberią i Alaską (ryc. 2). Tym niemniej

w Point Barrow, o czym piszą Wood i Overland (2006), obserwowano także „wędrowne niży” powodujące obfite opady śniegu i odwilże. Podczas wiosny w Arktyce, w okresie I MRP dominował układ wysokiego ciśnienia z maksimum w NE części regionu kanadyjskiego oraz na Morzu Karskim (średnie sezonowe wartości ciśnienia dla stacji reprezentujących ww. obszary wyniosły 1017,0 hPa). Obniżone ciśnienie występowało jedynie w Arktyce Norweskiej (ryc. 2).

W przebiegu rocznym ciśnienia (ryc. 3), w badanym okresie w Arktyce Atlantyckiej oraz na stacjach Kingua Fjord i Lady Franklin Bay wystąpiło wyraźne minimum ciśnienia w lutym lub marcu. Niskie wartości ciśnienia występowały także w styczniu (patrz tab. 1). Podobnie jak obecnie, badane stacje znajdowały się pod silnym wpływem rozbudowanego w okresie zimowym Niżu Islandzkiego. Natomiast maksima ciśnienia miały miejsce przeważnie na wiosnę. Charakterystyczny był także większy zakres zmienności ciśnienia w sezonie zimowym w porównaniu z latem.



Ryc. 3. Przebiegi roczne ciśnienia atmosferycznego w Arktyce w okresie Pierwszego Międzynarodowego roku Polarnego 1882/83 wg wartości miesięcznych.

Objaśnienia:  $p_{\max \text{ abs}}$ ,  $p_{\min \text{ abs}}$  – najwyższe i najniższe ciśnienie atmosferyczne,  $p_{\max}$  i  $p_{\min}$  – średnie miesięczne ciśnienie atmosferyczne maksymalne i minimalne,  $p$  – średnie miesięczne ciśnienie atmosferyczne

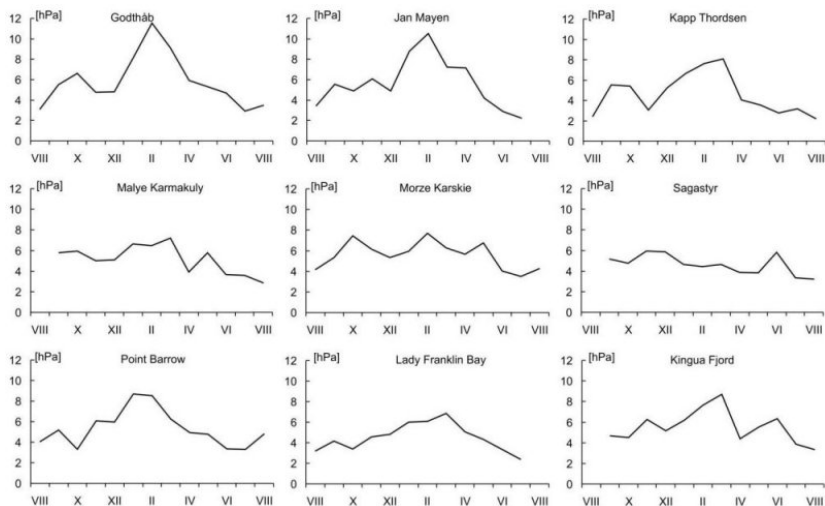
Fig. 3. Annual courses of atmospheric pressure in the Arctic during the First International Polar Year 1882/83 according to monthly values.

Explanations:  $p_{\max \text{ abs}}$ ,  $p_{\min \text{ abs}}$  – the highest and lowest observed atmospheric pressure,  $p_{\max}$ ,  $p_{\min}$  – mean monthly maximum and minimum atmospheric pressure,  $p$  – mean monthly atmospheric pressure



W zimie (XII-II) różnice między średnimi maksymalnymi ( $p_{max}$ ), a średnimi minimalnymi ( $p_{min}$ ) kształtowały się przeciętnie na poziomie 9-10 hPa, podczas gdy w lecie były one niemal dwukrotnie mniejsze (5-6 hPa). Przebieg zmienności wartości absolutnych ( $p_{max\ abs}$  i  $p_{min\ abs}$ ) w ciągu roku był podobny do rocznego przebiegu zmienności wartości średnich maksymalnych i minimalnych (ryc. 3). Oczywiście amplituda zmienności wartości absolutnych była wyższa. W badanym okresie przebieg roczny ciśnienia w sektorze syberyjskim i na Alasce różnił się od reszty obszaru Arktyki. Minima ciśnienia atmosferycznego wystąpiły w czerwcu w Sagastyr (1003,6 hPa) i w sierpniu w Point Barrow (1008,4 hPa), natomiast maksima w Sagastyr – w kwietniu (1021,7 hPa) i w Point Barrow – w lutym (1023,5 hPa). Stacje te znajdowały się pod wpływem sezonowych układów wysokiego ciśnienia znad Syberii i Kanady. Jednakże zakres zmienności ciśnienia w chłodnej porze roku w sektorze syberyjskim i na Alasce korespondował z wynikami uzyskanymi dla innych regionów Arktyki (ryc. 3).

Brak map synoptycznych dla Arktyki w XIX wieku uniemożliwia pełne oszacowanie działalności cyklonalnej w tamtym okresie oraz jej zmian w stosunku do okresu współczesnego. Jednakże dobrą charakterystyką działalności cyklonalnej może być analiza zmian ciśnienia atmosferycznego z doby na dobę. W przebiegu rocznym we wszystkich stacjach, z wyjątkiem stacji Sagastyr, w której to warunki baryczne były najbardziej stabilne, średnie miesięczne międzydobowe zmiany ciśnienia wykazywały maksimum w okresie zimowym (najczęściej był to luty), w którym to jej wartości dochodziły do 10-11 hPa (ryc. 4) w Arktyce Atlantyckiej i na Alasce. Najniższą zmiennością odznaczały się miesiące letnie (2-3 hPa). Podczas jesieni zmiany ciśnienia z doby na dobę były wyższe niż w okresie wiosennym. Jak podaje Niedźwiedź (2007), w Hornsundzie podczas przechodzenia głębokiego niżu barycznego zdarzają się gwałtowne zmiany ciśnienia, które mogą dochodzić nawet do  $\pm 10$  hPa/3 h. Duże zmiany ciśnienia zanotowano podczas szwedzkiej ekspedycji na Spitsbergen do Kapp Thordsen. W dniach 22/23 I 1883 oraz 2/3 II 1883 r. wystąpiły skoki ciśnienia sięgające odpowiednio -27,6 i +20,3 hPa.



Ryc. 4. Średnia miesięczna międzydobowa zmienność ciśnienia atmosferycznego w Arktyce w okresie Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83

Fig. 4. Mean monthly day-to-day variability of atmospheric pressure in the Arctic during the First International Polar Year 1882/83

W porównaniu ze współczesnym klimatem, w okresie I MRP uśredniona wartość ciśnienia atmosferycznego z 9 badanych stacji dla wspólnego okresu IX-VII była niższa niż obecnie o 0,7 hPa (tab. 2). Wyższe ciśnienie (o 0,5 hPa) wystąpiło jedynie jesienią. Podobny wynik uzyskała Vízi (2008) analizując zmiany ciśnienia w Arktyce Amerykańskiej w XIX wieku. W grudniu występowało wyższe ciśnienie od obecnego, uśredniona wartość dla wszystkich stacji wyniosła 7,0 hPa. W czasie trwania I MRP obszar Arktyki charakteryzował się wyraźną dwudzielną różnicą ciśnienia atmosferycznego. Arktyka Atlantycka odznaczała się dodatnimi różnicami ciśnienia w okresie wiosny, jesieni i lata (szczegółowe wartości miesięczne pokazano w tab. 2), natomiast w sektorze kanadyjskim oraz na Alasce przeważały ich ujemne wartości w prawie wszystkich miesiącach. Należy dodać iż, w stacji Sagastyr wyższe niż obecnie ciśnienie w marcu i kwietniu, utrzymywało się także w roku następnym 1883/84 (Przybylak i Panfil 2005).

Tabela 2 – Table 2

Różnice ciśnienia atmosferycznego (hPa) między średnimi jego wartościami z Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego (1882/83) i okresu współczesnego (1961-1990)\*. Wartości pozytywne i 0,0 wytłuszczono

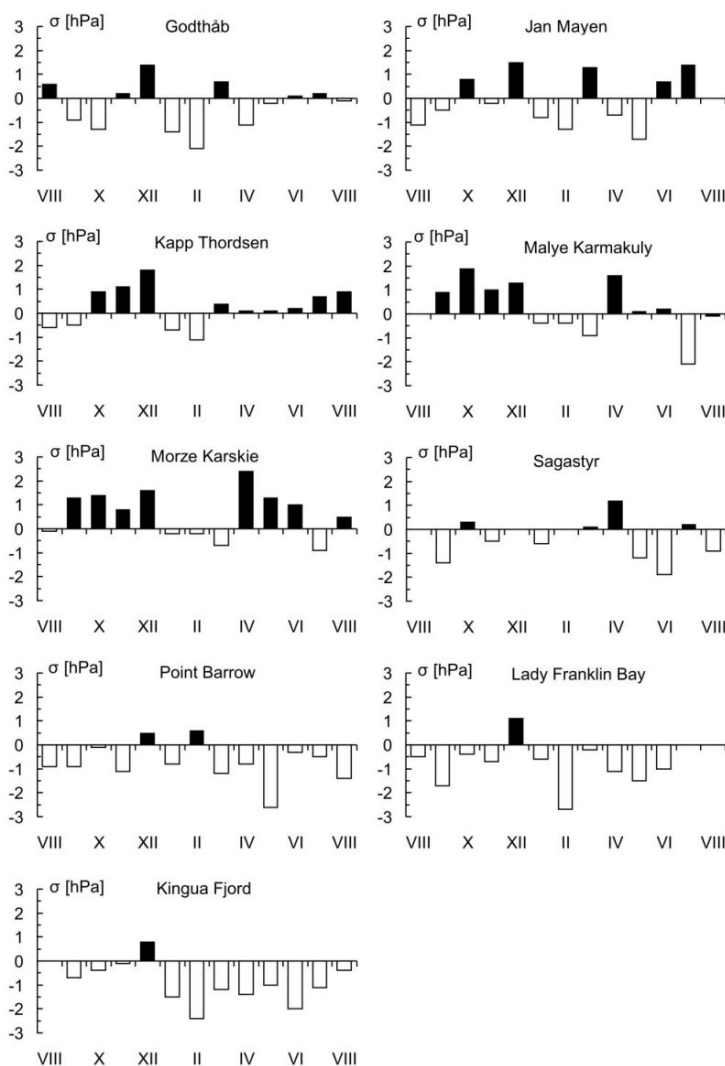
Atmospheric pressure differences (hPa) between mean monthly values from the First International Polar Year (1882/83) and modern period (1961-1990)\*. Positive and 0.0 values are shown in bold font

Okres Period	Stacje – Stations									Arktyka Arctic
	G	JM	KT	MK	KS	S	PB	LF	KF	
VIII – AUG	<b>2,1</b>	-3,9	-2,2		-0,2		-2,6	-2,0		-1,5
IX – SEP	-2,4	-2,0	-2,1	<b>4,3</b>	<b>5,4</b>	-6,3	-3,0	-6,0	-2,3	-1,6
X – OCT	-5,6	<b>4,2</b>	<b>5,5</b>	<b>10,9</b>	<b>8,0</b>	<b>1,4</b>	-0,4	-1,8	-1,5	<b>2,3</b>
XI – NOV	<b>0,9</b>	-0,9	<b>5,4</b>	<b>7,5</b>	<b>5,8</b>	-2,8	-5,2	-2,5	-0,4	<b>0,9</b>
XII – DEC	<b>6,8</b>	<b>10,3</b>	<b>11,1</b>	<b>11,0</b>	<b>12,2</b>	<b>0,1</b>	<b>2,6</b>	<b>5,1</b>	<b>4,1</b>	<b>7,0</b>
I – JAN	-11,5	-7,0	-5,0	-3,3	-1,2	-4,2	-4,7	-4,4	-7,8	-5,4
II – FEB	-13,9	-12,2	-8,2	-3,5	-1,4	<b>0,1</b>	<b>3,2</b>	-15,1	-13,6	-7,2
III – MAR	<b>3,9</b>	<b>10,3</b>	<b>3,0</b>	-7,7	-5,6	<b>0,8</b>	-4,2	-1,7	-6,2	-0,8
IV – APR	-4,5	-3,5	<b>0,4</b>	<b>8,8</b>	<b>13,2</b>	<b>6,5</b>	-2,5	-4,2	-5,8	<b>0,9</b>
V – MAY	-0,6	-6,3	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>3,3</b>	-4,5	-6,2	-4,1	-3,1	-2,3
VI – JUN	<b>0,2</b>	<b>2,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>3,0</b>	-6,1	-0,5	-3,9	-6,1	-1,0
VII – JUL	<b>0,7</b>	<b>5,4</b>	<b>2,0</b>	-5,4	-2,3	<b>0,4</b>	-1,4	-0,1	-2,9	-0,4
VIII – AUG	-0,2		<b>3,3</b>	-0,4	<b>2,0</b>		-2,4	-3,7		-1,2
VI-VIII – JJA	<b>0,7</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	-1,7	<b>0,6</b>	-2,7	-2,1	-2,0	-3,4	-0,8
IX-XI – SON	-2,3	<b>0,4</b>	<b>2,9</b>	<b>7,6</b>	<b>6,4</b>	-2,6	-2,9	-3,5	-1,4	<b>0,5</b>
XII-II – DJF	-6,2	-3,0	-0,7	<b>1,4</b>	<b>3,2</b>	-1,3	<b>0,4</b>	-4,8	-5,8	-1,9
III-V – MAM	-0,4	<b>0,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>	<b>3,6</b>	<b>0,9</b>	-4,3	-3,3	-5,0	-0,7
IX-VII – SEP-JUL	-2,3	<b>0,1</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>	<b>3,7</b>	-1,3	-2,0	-3,5	-4,2	-0,7

\* – dla porównań wykorzystano odpowiednio dane z następujących współczesnych stacji leżących najbliżej stacji historycznych: G – Godthåb – Godthåb, JM – Jan Mayen – Jan Mayen, KT – Kapp Thordsen – Svalbard Lufthavn i Isfjord Radio, MK – Malye Karmakuly – Malye Karmakuly, KS – Morze Karskie – Mys Kharasavey, S – Sagastyr – Sagyllah Ary i Ostrov Dunay, PB – Point Barrow – Point Barrow, LF – Lady Franklin Bay – Alert, KF – Kingua Fjord – Iqaluit A

\* – for comparison, data from the following modern stations located nearest the historical stations have been used: G – Godthåb – Godthåb, JM – Jan Mayen – Jan Mayen, KT – Kapp Thordsen – Svalbard Lufthavn i Isfjord Radio, MK – Malye Karmakuly – Malye Karmakuly, KS – Morze Karskie – Mys Kharasavey, S – Sagastyr – Sagyllah Ary i Ostrov Dunay, PB – Point Barrow – Point Barrow, LF – Lady Franklin Bay – Alert, KF – Kingua Fjord – Iqaluit A, respectively

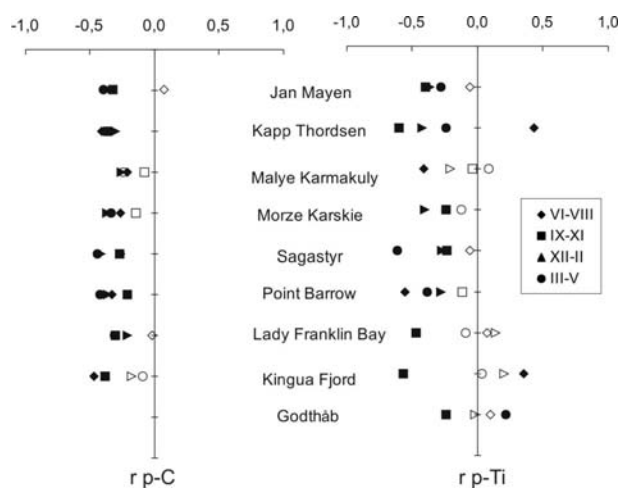
Powstaje oczywiście pytanie, czy zaobserwowane zmiany między okresem historycznym, a współczesnym są znaczące. W tym celu porównano wielkość miesięcznych różnic ciśnienia w stosunku do odchylenia standardowego obliczonego z okresu 1961-1990 (ryc. 5). Wyniki pokazują iż, anomalie ciśnienia zawierają się w przedziale zmienności, który obserwowany jest w warunkach klimatu współczesnego (60% różnic zawiera się w granicach jednego odchylenia standardowego, a tylko 5% przekracza poziom dwóch odchyłeń standardowych).



Ryc. 5. Różnice ciśnienia atmosferycznego między Pierwszym Międzynarodowym Rokiem Polarnym 1882/83 a okresem współczesnym 1961-90. Różnice przedstawione w odchyleniach standardowych od średniej wieloletniej 1961-90

Fig. 5. Anomalies in atmospheric pressure between the First International Polar Year 1882/83 period and modern times 1961-90. Anomalies presented in standard deviations from the reference mean 1961-90

Związek ciśnienia atmosferycznego z temperaturą powietrza nie jest łatwy do określenia. Wychłodzone podłoże powoduje spadek temperatury powietrza, co z kolei prowadzi do osiadania mas powietrza i wzrostu ciśnienia. Z drugiej strony utrzymujące się wysokie ciśnienie nad danym obszarem powoduje: podczas nocy polarniej wzmoczoną radiację i spadek temperatury; natomiast w okresie dnia polarnego uprzywilejowany dopływ promieni słonecznych i wzrost temperatury. Jednakże ta prosta zależność zaburzona jest przez czynniki cyrkulacyjne (Przybylak 1992). Analiza związków ciśnienia atmosferycznego z temperaturą powietrza w Arktyce podczas I MRP (ryc. 6) nie wykazała wyraźnej zależności. Korelacja obliczona dla poszczególnych sezonów przedstawia obraz chaotyczny. Z badanych przypadków 61% związków było statystycznie istotnych. Na stacjach Jan Mayen i Kapp Thordsen, we wszystkich sezonach oprócz lata, wzrost ciśnienia powodował spadek temperatury. Podobna zależność wystąpiła w rejonie Morza Baffina (Lady Franklin Bay, Kingua Fjord, Godthåb), ale tylko w zimie. Współczynniki korelacji zawierały się w przedziale od -0,3 do -0,6 i były statystycznie istotne. Dla Stacji Kapp Thordsen (Spitsbergen) oraz Kingua Fjord (Ziemia Baffina) w sezonie letnim wystąpiła dodatnia (0,43; 0,35 odpowiednio) i istotnie statystyczna korelacja ciśnienia atmosferycznego z temperaturą powietrza.



Ryc. 6. Średnie sezonowe wartości współczynnika korelacji ( $r$ ) pomiędzy średnimi dobowymi wartościami ciśnienia atmosferycznego ( $p$ , hPa) i zachmurzenia ( $C$ , 1-10) oraz temperatury powietrza ( $T_i$ ,  $^{\circ}C$ ) w Arktyce w okresie trwania Pierwszego Międzynarodowego Roku Polarnego 1882/83. Kształty wypełnione oznaczają korelację istotną statystycznie ( $p < 0,05$ )

Fig. 6. Mean seasonal values of correlation coefficient ( $r$ ) between daily averages of atmospheric pressure ( $p$ , hPa) and cloudiness ( $C$ , 1-10) as well as air temperature ( $T_i$ ,  $^{\circ}C$ ) in the Arctic during the First International Polar Year 1882/83. Filled shapes show statistically significant correlation ( $p < 0.05$ )

Stabilne warunki cyrkulacyjne przy niewielkim zachmurzeniu powodowały uprzywilejowany wpływ czynnika solarnego na wzrost temperatury powietrza. Należy jednak wspomnieć, iż statyczne związki pomiędzy zmianami ciśnienia i zmianami temperatury wyjaśniają problem w sposób bardzo przybliżony i niepełny. O wiele bardziej przydatne byłoby określenie typów cyrkulacji atmosferycznej i skorelowanie ich z temperaturą powietrza. Z oczywistych powodów sporządzenie kalendarza cyrkulacji dla stacji

pracujących w Arktyce podczas I MRP nie było możliwe. O wiele prościej przedstawia się zależność zachmurzenia z ciśnieniem. W Arktyce w badanym okresie wykazano ujemną korelację pomiędzy ciśnieniem atmosferycznym a zachmurzeniem. Współczynniki korelacji zawierały się przedziale od -0,2 do -0,6. Prawie 80% przypadków było statystycznie istotnych. Wzrost ciśnienia powodował spadek zachmurzenia.

#### **4. Wnioski końcowe**

Rozkład przestrzenny ciśnienia atmosferycznego w Arktyce w okresie I MRP 1882/83 był podobny do współczesnego. Środkowa część rejonu syberyjskiego oraz Arktyka Kanadyjska były obszarami o podwyższonym ciśnieniu, natomiast Arktyka Norweska oraz okolice Morza Baffina charakteryzowały się najniższymi średnimi wartościami. Poszczególne sezony odzwierciedlały układy pól ciśnienia znane obecnie.

W przebiegu rocznym w Arktyce Atlantyckiej i rejonie Morza Baffina minimum ciśnienia występowało w lutym lub marcu. Niskie wartości ciśnienia zaznaczały się także w styczniu. Maksima ciśnienia miały miejsce przeważnie na wiosnę. Charakterystyczny jest także większy zakres zmienności ciśnienia w sezonie zimowym, w porównaniu z latem. Odmienny przebieg roczny występował w środkowej części rejonu syberyjskiego i w rejonie pacyficznym, w których minima ciśnienia wystąpiły odpowiednio w czerwcu i sierpniu; z kolei maksima przypadały na kwiecień i luty. Jednakże zakres zmienności ciśnienia w chłodnej porze roku, w środkowej części rejonu syberyjskiego i na Alasce, korespondował z wynikami uzyskanymi dla innych regionów Arktyki.

Międzydobowe średnie miesięczne zmiany ciśnienia w całej Arktyce, z wyjątkiem syberyjskiej stacji Sagastyr, wykazywały maksimum w okresie zimowym. Najniższą zmiennością odznaczały się miesiące letnie.

W Arktyce w okresie I MRP (dla wspólnego okresu pomiarowego IX-VII) ciśnienie było niższe niż obecnie o 0,7 hPa. Arktyka Atlantycka odznaczała się pozytywnymi różnicami ciśnienia w okresie wiosny, jesieni i lata; natomiast w sektorze kanadyjskim oraz na Alasce ujemne anomalie przeważały w prawie wszystkich miesiącach. Różnice między okresem historycznym, a współczesnym nie były znaczące. Anomalie ciśnienia w 90% zawierały się w przedziale dwóch odchyłeń standardowych od średniej wieloletniej z okresu współczesnego.

W Arktyce w badanym okresie wykazano ujemną, istotną statystycznie, korelację ciśnienia atmosferycznego z zachmurzeniem. Wzrost ciśnienia powodował spadek zachmurzenia. Statyczny związek ciśnienia atmosferycznego z temperaturą powietrza przedstawiał obraz chaotyczny. Wzrost/spadek temperatury powietrza mógł być w większym stopniu uzależniony od cyrkulacji atmosferycznej.

#### **Podziękowania**

Opracowanie wykonano w ramach projektu badawczego specjalnego MNiSW, nr 1195/IPY/2007/0131/IPY/2007, Historia klimatu Arktyki w XIX i na początku XX wieku na podstawie danych wczesnoinstrumentalnych (ACEIP). Autorzy składają serdeczne podziękowania wszystkim osobom uczestniczącym w digitalizacji danych, tym samym przyczyniając się do stworzenia elektronicznej bazy danych meteorologicznych I MRP.

#### **Literatura**

Arctic Climatology Project, 2000. Environmental Working Group Arctic Meteorology and Climate Atlas. Edited by F. Fetterer and V. Radionov. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center. CD-ROM.

Baker F.W.G., 1982. The First International Polar Year. Polar Record, 21 (132): 275-285.

- Baker F.W.G., 2009. The first International Polar Year (1882–1883): French measurements of carbon dioxide concentrations in the atmosphere at Bahia Orange, Hoste Island, Tierra del Fuego. *Polar Record*, 45: 265-268, DOI:10.1017/S0032247408008176.
- Barr W., 1983. Geographical Aspects of the First International Polar Year. 1882-1883. *Annals of the Association of American Geographers*, 73 (4): 463-484.
- Barr W., 2008. The expeditions of the First International Polar Year, 1882-83. 2<sup>nd</sup> ed. The Arctic Institute of North America. Calgary, Alberta, Canada: 1-417.
- Cappelen J., Kern-Hansen C., Sarup K., 2007. Guide to Climate Data and Information from the Danish Meteorological Institute – updated September 2007. DMI Technical Report No. 07-10: 1-47. <http://www.dmi.dk/dmi/>
- Ekholm, N.G., 1890. Observations faites au Cap Thorsden, Spitzberg, par l'expédition suédoise. Stockholm: Kongl. Boktryckeriet. P.A. Norstedt & Söner. Tome I: 3. Observations Météorologiques.
- Fiolek A., 2007. International Polar Year 2007-2008. Resources on Polar Research in the NOAA Central Library Network. A Selected Bibliography. Edited by Doria Grimes, U. S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, National Oceanographic Data Center, NOAA Central Library: 1-193.
- Gorshkov S.G. (red.), 1980. Military Sea Fleet Atlas of Oceans: Northern Ice Ocean. USSR: Ministry of Defense: 1-184. (po rosyjsku).
- Greely A.W., 1886. Report on the Proceedings of the United States expedition to Lady Franklin Bay, Grinnell Land. Washington, D.C.: Government Printing Office. 2 vols.
- Heathcote N. de V., Armitage A., 1959. The First International Polar Year. In: *Annals of the International Geophysical Year*. Vol. 1. London: Pergamon Press: 6-100.
- Hovgaard A., 1884. Die Eiszustände im Karischen Meere. *Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt*, 30: 253-259.
- Lenz R. (red.), 1886a. Beobachtungen der Russischen Polarstation an der Lenamündung. Expedition der Kaiserl. Russischen Geographischen Gesellschaft. II. Theil. Meteorologische Beobachtungen bearbeitet von A. Eigner.
- Lenz R. (red.), 1886b. Beobachtungen der Russischen Polarstation auf Nowaya Semlja. Expedition der Kaiserl. Russischen Geographischen Gesellschaft. II. Theil. Meteorologische Beobachtungen bearbeitet von K. Andrejff.
- Lüdecke C., 2004. The First International Polar Year (1882-1883): A big science experiment with small science equipment. *Proceedings of the International Commission on History of Meteorology*, 1.1: 55-64.
- Lüdecke C., 2007a. Die Internationalen Polarjahre; 125 Jahre Herausforderung für Wissenschaft und Politik. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 60 (12): 621-628.
- Lüdecke C., 2007b. Über die Globale Vereilung von Luftdruck und Temperatur am Beispiel des 1. Internationalen Polarjahres 1882/1883. Hamburg: DACH MT. URL: [http://meetings.copernicus.org/dach2007/download/DACH2007\\_A\\_00400.pdf](http://meetings.copernicus.org/dach2007/download/DACH2007_A_00400.pdf).
- Neumayer G.B, Börgen C.N.J., 1886. Die Beobachtungs-Ergebnisse der Deutschen Stationen. Berlin: Verlag von A. Asher & Co., Band I. Kingua-Fjord und die meteorologischen Stationen II. Ordnung in Labrador: Hebron, Okak, Nain, Zoar, Hoffenthal, Rama, sowie die magnetischen Observationen in Breslau und Göttingen.
- Nevanlinna H., 1999. Geomagnetic Observations at Sodankylä during the First International Polar Year (1882-1883). *Geophysica*, 35 (1-2): 15-22.
- Newitt L.R., Dawson E., 1984. Magnetic Observations at International Polar Stations in Canada. *Arctic*, 37 ( 3): 255-262.
- Niedzwiedz T., 2007. Ciśnienie atmosferyczne [w:] Marsz A.A., Styszyńska A. (red.), *Klimat rejonu Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie – stan, zmiany i ich przyczyny*. Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni: 65-69.
- Paulsen A.F.W., 1886. Observations Internationales Polaires 1882-1883. Expédition danoise. Observations faits à Godthaab. L'Institut Météorologique de Danemark. København: Chez G.E.C. Gad, Librairie de L'Université. Tome II: I Météorologie.

- Polyakov I.V., Bekryaev R.V., Alekseev G.V., Bhatt U.S., Colony R.L., Johnson M.A., Maskshas A.P., Walsh D., 2003. Variability and Trends of Air Temperature and Pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000. *Journal of Climate*, 16 (12): 2067-2077.
- Przybylak R., 1992. Stosunki termiczno-wilgotnościowe na tle warunków cyrkulacyjnych w Hornsundzie (Spitsbergen) w okresie 1978-1983. *Dokumentacja Geograficzna*, 2: 1-105.
- Przybylak R., 2000. Temporal and spatial variation of surface air temperature over the period of instrumental observations in the Arctic. *International Journal of Climatology*, 20 (6): 587-614.
- Przybylak R., 2003. *The climate of the Arctic*. Dordrecht, etc., Kluwer Academic Publishers. 1-270.
- 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., 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.
- Ray P.H., 1885. *Report of the International Polar Expedition to Point Barrow, Alaska*. Washington, D.C.: Government Printing Office.
- Serreze M.C., Box R.G., Barry R.G., Walsh J.E., 1993. Characteristics of Arctic synoptic activity, 1952-1989. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 51 (3): 147-164.
- Snellen M., Ekama H., 1910. *Rapport sur l'Expédition Néerlandaise qui a hiverné dans la Mer de Kara en 1882/83*. Utrecht: J. Van Boekhoven.
- Summerhayes C.P., 2008. International collaboration in Antarctica: the International Polar Years, the International Geophysical Year, and the Scientific Committee on Antarctic Research. *Polar Record* 44 (231): 321-334. DOI: 10.1017/S0032247408007468
- Taylor C. J., 1981. First International Polar Year, 1882-83. *Arctic*, 34 (4): 370-376.
- Treshnikov A. F. (red.), 1985. *Atlas Arktiki. Glavnoye Upravlenye Geodeziy i Kartografii*: Moskwa.
- Turner J., Overland J.E., Walsh J.E., 2007. An Arctic and Antarctic perspective on recent climate change. *International Journal of Climatology*, 24: 277-293. DOI: 10.1002/joc.1406.
- Vizi Z., 2008. Variability of the American Arctic climate in the 19<sup>th</sup> century. *Maszynopis pracy doktorskiej*. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu.
- Walsh J.E., Chapman W.L., Shy Y.L., 1996. Recent decrease of sea level pressure in the central Arctic. *Journal of Climate*, 9 (2): 480-486.
- Wohlgemuth E.E. Von., 1886. *Die österreichische Polarstation Jan Mayen: ausgerüstet durch Seine Escellenz Graf Hanns Wilczek, Beobachtungs-Ergebnisse*. Herausgegeben von der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien : Aus der Kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei, in Commission bei Karl Gerold's Sohn, 1 III.Theil, 1 Abtheilung Meteorologie bearbeitet von Adolf Sobieczky.
- Wood K., Overland J.E., 2006. Climate lessons from the first International Polar Year. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87: 1685-1697, DOI: 10.1175/BAMS-87-12-1685.
- Wood K., Streletskiy D.A., 2008. Soil and Permafrost Temperature Data Obtained during the First International Polar Year, 1882-1883. *Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost (NICOP)*, University of Alaska, Fairbanks, USA, June 29-July 3, 2008.
- Zhang X., Walsh J.E., Zhang J., Bhat U.S., Ikeda M., 2004. Climatology and interannual variability of Arctic cyclone activity: 1948-2002. *Journal of Climate*, 17 (12): 2300-2317.

## Summary

The paper describes atmospheric pressure characteristics of the Arctic during the First International Year 1882/83 based on hourly data gathered for nine stations representing almost all climatic regions of that area (Figure 1). For the analysis the following parameters have been used: mean daily atmospheric pressure ( $p$ , calculated from 24 hourly data), daily maximum ( $p_{\max}$ ) and minimum ( $p_{\min}$ ) pressures (selected from 24 hourly data) and extreme values ( $p_{\max \text{ abs}}$ ,  $p_{\min \text{ abs}}$ ). The main focus of the paper is directed to the spatial distribution, annual courses of pressure parameters and day-to-day variability of atmospheric pressure. The historical air pressure data were also compared with modern (1961-1990) data. Furthermore, correlation between atmospheric pressure and other meteorological elements (air temperature and cloudiness) has been examined.

The spatial distribution (Table 1 and Figure 2) of atmospheric pressure over the Arctic during the First International Polar Year was similar to modern. The Siberian region and the Canadian Arctic had the highest pressure, while the Norwegian Arctic, and areas around the Baffin Bay, showed the lowest average values. The pressure fields in particular seasons reflected pressure patterns that are known today.

In the annual course (Table 1 and Figure 3), the lowest monthly means of air pressure occurred during the months of February or March in the Atlantic Arctic and the region of Baffin Bay. Low pressure was also noted in January. In contrast, maxima in pressure occurred mainly in spring. A greater range of variation of air pressure was observable in wintertime than in summertime. The annual courses were different in Siberian and Pacific regions, where the minimum pressure occurred in June and August respectively, in turn maxima occurred in April and February. However, the extent of variation in pressure in the cool season in the Siberian and Pacific regions corresponded with the results obtained for other regions in the Arctic.

Monthly averages of day-to-day variability (Figure 4) in atmospheric pressure across the Arctic, with the exception of the Siberian station Sagastyr, showed a maximum in the wintertime. On the other hand, the lowest variability occurred during the summer months.

The atmospheric pressure in the Arctic during the First International Polar Year was, on average, lower by 0.7 hPa than today (Table 2). Positive pressure anomalies occurred during the spring, autumn and summer in the Atlantic sector, whereas in the Canadian region and Alaska negative anomalies dominated in nearly all months. However, the differences between the historical and the modern period were not significant. Pressure anomalies in 90% lies within the two standard deviations (Figure 5) from the multi-annual average of the modern period.

In the Arctic in the study period, a slight negative but statistically significant correlation between atmospheric pressure and cloudiness was found (Figure 6). Generally, the increase in pressure caused a decrease in cloudiness. The relationship between atmospheric pressure and air temperature was mixed. The increase or decrease of air temperature was mainly influenced by the atmospheric circulation.

**Key words:** atmospheric pressure, Arctic, early-instrumental measurements, First International Polar Year 1882/83.