

ROLA CYRKULACJI ATMOSFERY W KSZTAŁTOWANIU TEMPERATURY POWIETRZA W STYCZNIU NA SPITSBERGENIE

Tadeusz Niedźwiedź

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

1. Wstęp

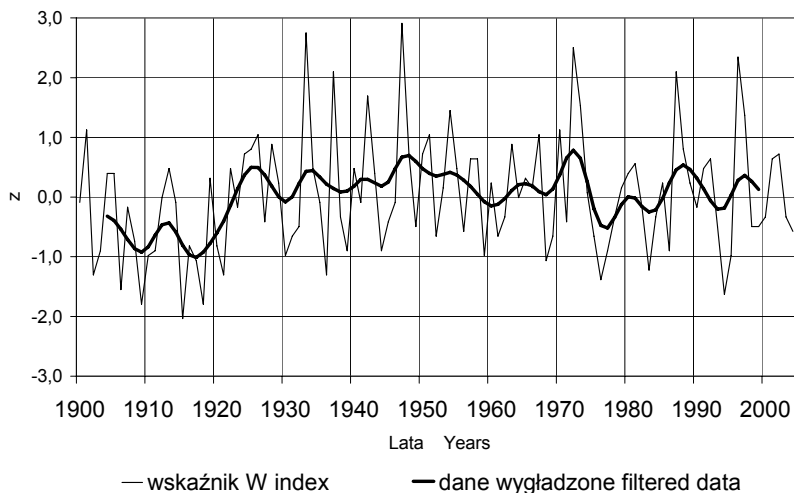
W atlantyckim sektorze Arktyki gdzie znajduje się Spitsbergen cyrkulacja atmosfery odgrywa znaczącą rolę w modyfikacji klimatu (Niedźwiedź 1992, 1993, Przybylak 1996), a zwłaszcza temperatury powietrza. Największą dynamiką odznacza się zmienność temperatury w okresie zimowym, co prezentowano w wielu opracowaniach (Brázdil 1988, Førland i in. 1997, Hansen-Bauer i Førland 1998, Przybylak 2000, 2002, Tuomenvirta i in. 2000). Dlatego też do badania relacji między cyrkulacją atmosfery a temperaturą powietrza na Spitsbergenie wybrano styczeń jako miesiąc dobrze reprezentujący warunki zimowe. Dla tego miesiąca dysponowano też gotowym kalendarzem typów cyrkulacji za lata 1899–2003. Celem niniejszego artykułu jest zwięźle przedstawić najbardziej istotnych zmian jakie zachodziły w cyrkulacji atmosfery i temperaturze powietrza w styczniu na Spitsbergenie i w przyległych obszarach Svalbardu w latach 1899–2004 oraz określenie roli cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu temperatury.

W opracowaniu wykorzystano średnie wartości temperatury powietrza na Spitsbergenie w styczniu ze stacji norweskich Isfjord Radio (1912–1977) oraz Longyearbyen (1977–2004). Dla porównania posłużono się także materiałami z Wyspy Niedźwiedziej (Bjørnøya) położonej około 300 km na SSE od Spitsbergenu. Dane z tych stacji za lata 1920–1979 pochodzą z norweskich roczników meteorologicznych, za lata późniejsze zaś z bazy danych GHCN – Global Historical Climate Network (Vose i in. 1992) oraz z biuletynów „Monthly Climate Data for the World”. Dane z polskiej Stacji Naukowej Instytutu Geofizyki PAN w Hornsundzie za rok 1958 i za lata 1978–2004 (Głowacki i Niedźwiedź 1997) uzyskano z publikacji rocznikowych (Roczniki Meteorologiczne, Hornsund 1978/1979 – 1999/2000) wykonanych w Oddziale Morskim IMGW w Gdyni pod kierunkiem M. Miętusa oraz od lipca 2000 roku w Instytucie Geofizyki PAN (Kwaczyński i Nowosielski 2001) i częściowo z przetworzonych depesz synoptycznych. Dane za okres lipiec 1981 – lipiec 1982 r. uzyskano od M. Sobika z Uniwersytetu Wrocławskiego. Wartości średniej temperatury w Hornsundzie za lata 1912–1978 zrekonstruowano na podstawie danych z Isfjord Radio, dzięki wysokiej korelacji osiągającej $r = 0.98$ w zimie i w jesieni, $r = 0.94$ na wiosnę i $r = 0.79$ w lecie. Po uzupełnieniu wszelkich luk w danych metodami korelacyjnymi obliczono prowizoryczną średnią temperaturę

stycznia dla Svalbardu (t01SV), którą wykorzystano do dalszych analiz. Jest to średnia arytmetyczna temperatura z 4 stacji: Isfjord Radio, Longyearbyen, Hornsund i Bjørnøya. Dzięki temu uśrednianiu uległy zatarciu lokalne osobliwości termiczne poszczególnych stacji i poprzez analizę korelacji i regresji można było uzyskać informacje o roli cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu temperatury powietrza w styczniu uogólnionych dla całego regionu.

2. Zmienność cyrkulacji atmosfery w styczniu

Dla Spitsbergeny charakterystyczny jest napływ powietrza z sektora wschodniego. Adwekcja mas powietrza z kierunków NE+E+SE (43.0%) zdarza się niemal trzykrotnie częściej niż z kierunków przeciwnych NW+W+NW (15.5%). Częstość napływu powietrza z sektora północnego NW+N+NE (29.0%) jest nieco większa niż z południowego SW+S+SE (22.7%). Rozpatrując wyłącznie kierunki adwekcji mas powietrznych (Niedźwiedź 2001) bez uwzględnienia rodzaju układu barycznego, w skali rocznej widać zdecydowaną przewagę występowania tylko dwóch kierunków: E (17.1%) i NE (15.8%). Najrzadziej w ciągu roku zdarza się napływ powietrza z kierunków: NW (4.1%), W (4.3%) i S (5.6%).



Ryc. 1. Przebieg wieloletni wskaźnika cyrkulacji strefowej zachodniej – W (wartości standaryzowane – z) nad Spitsbergenem w styczniu. Linie pogrubione wygładzone przy zastosowaniu 11-letniego filtra Gaussa

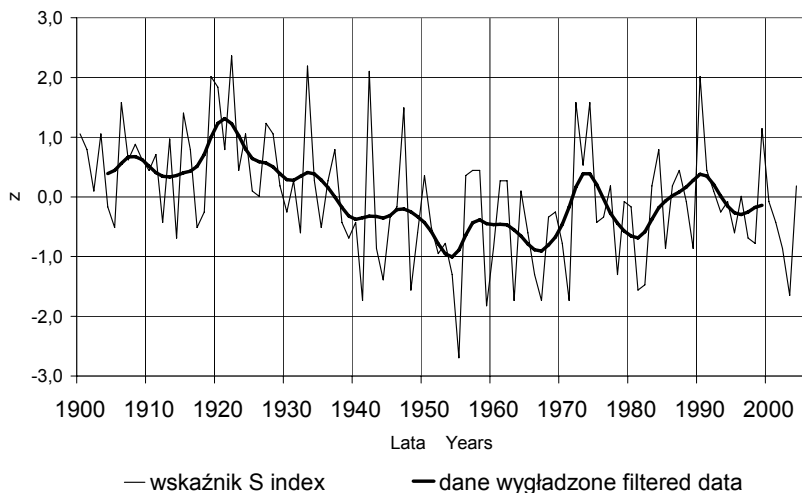
Fig. 1. Long term variability of the zonal western circulation index – W (standarized values – z) above the Spitsbergen in January. Dashed lines smoothed by 11-years Gauss filter

W sposób syntetyczny zmienność cyrkulacji najbardziej oddają 3 proste wskaźniki: W – cyrkulacji zachodniej, S – południowej i C – wskaźnik cykloniczności. Wzorowane one są na wskaźnikach P, M, S i C, które zaproponowali R. Murray i R.P.W. Lewis (1966), przy czym autor artykułu wprowadził drobne modyfikacje (rezygnacja z wskaźnika cyrkulacji południkowej M – „meridional index” na rzecz wskaźnika S, oraz zamiana wskaźnika progresji P na wskaźnik cyrkulacji zachodniej W). Wyrażone są za pomocą niemianowanych liczb, będących sumą punktów wagowych przypisanych poszczególnym typom cyrkulacji, jakie występowały w danym okresie. Służą do łatwej oceny cyrkulacji atmosfery całego miesiąca,

sezonu czy roku. Nie nadają się do opisu cyrkulacji przedziałów czasowych krótszych od miesiąca. Sposób obliczania powyższych wskaźników opisano wcześniej (Niedźwiedź 2001). Niezależnie od wartości bezwzględnych wskaźników stosowano na wykresach charakterystyki standaryzowane, co ułatwia ich porównywanie wzajemne i z temperaturą powietrza.

Wskaźnik W określa natężenie cyrkulacji strefowej zachodniej (wartości dodatnie) lub wschodniej (wartości ujemne). Dla Spitsbergenu w styczniu charakterystyczna jest strefowa forma cyrkulacji o składowej wschodniej (wskaźnik $W = -21$), ze znacznymi wahaniami od -46 w roku 1915 do $+15$ w roku 1947 (tab. 1). W przebiegu wieloletnim wygładzonym 11-letnim filtrem Gaussa (ryc. 1) po okresie niskich wartości na początku XX wieku w latach 1923–1974 wyraźnie osłabione było natężenie cyrkulacji wschodniej. Ponownie stosunkowo niskie wartości wskaźnika W przypadły na lata 1975–1986. Natomiast od roku 1987 do 2004 częściej występowały wartości wysokie, ale jednocześnie notowano znaczne skokowe zmiany, jak na przykład od -41 w roku 1994 do $+8$ w roku 1996. Wartości dodatnie w ciągu 106 lat zdarzyły się tylko 6 razy w latach: 1933, 1937, 1947, 1972, 1987 i 1996.

Wskaźnik S (cyrkulacji południowej) jest miarą natężenia cyrkulacji południkowej, przy czym dodatnie jego wartości świadczą o przewadze napływu powietrza z sektora południowego, a ujemne – z sektora północnego. Formy cyrkulacji południkowej mimo stosunkowo małej częstości ich występowania wywierają znaczny wpływ na zmienność temperatury (Niedźwiedź 2001). Nad Spitsbergenem w skali rocznej przeważa wyraźnie składowa północna (wskaźnik $S = -35.7$ dla roku) nad południową, natomiast w styczniu średnia wartość wskaźnika S wynosiła zero ze znacznymi wahaniami od -31 w roku 1955 do $+27$ w roku 1922 (tab. 1).



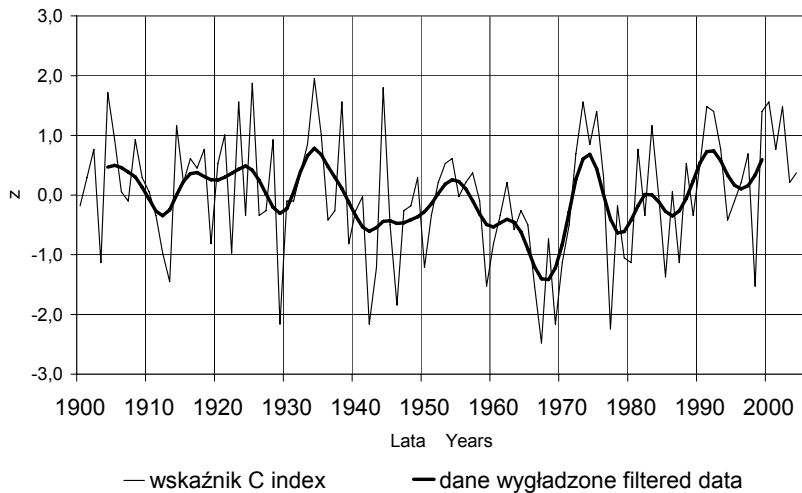
Ryc. 2. Przebieg wieloletni wskaźnika cyrkulacji południkowej południowej – S (wartości standaryzowane – z) nad Spitsbergenem w styczniu. Linie pogrubione wygładzone przy zastosowaniu 11-letniego filtra Gaussa.

Fig. 2. Long term variability of the meridional southerly circulation index – S (standarized values – z) above the Spitsbergen in January. Dashed lines smoothed by 11-years Gauss filter.

Współczesne zmiany wskaźnika S w styczniu (ryc. 2) są bardziej wyraźne niż w przypadku wskaźnika W. Od maksimum w roku 1922 charakterystyczne było zmniejszanie się wskaźnika trwające aż do

roku 1971. Po tym okresie zaznaczyły się trzy nieregularne fluktuacje z maksimum w latach 1972–1974, 1990 i 1999 oraz minimami w roku 1981–1982, 1989 i 2003.

Wskaźnik C (cykloniczności) informuje o dużej aktywności niżowej (wartości dodatnie) bądź wyżowej (wartości ujemne). Cechą charakterystyczną dla Spitsbergenu jest dominacja układów niżowych (wskaźnik C = 56.0 dla roku). W styczniu średnia wartość wskaźnika C wynosiła 12, a wahania zawierały się w granicach od -19 w roku 1967 (najbardziej wyżowy styczeń) do +37 w roku 1934 (najbardziej niżowy styczeń, tab. 1).



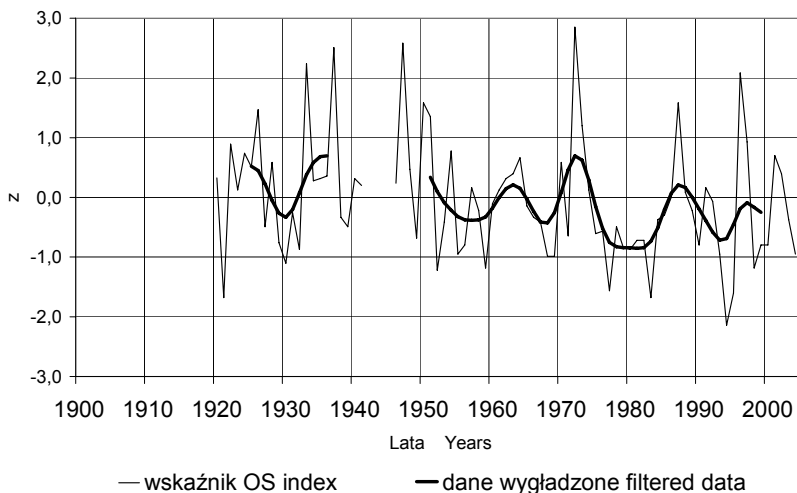
Ryc. 3. Przebieg wieloletni wskaźnika cykloniczności – C (wartości standaryzowane – z) nad Spitsbergenem w styczniu. Linie pogrubione wygładzone przy zastosowaniu 11-letniego filtra Gaussa

Fig. 3. Long term variability of the cyclonicity index – C (standarized values – z) above the Spitsbergen in January. Dashed lines smoothed by 11-years Gauss filter

W przebiegu wieloletnim (ryc. 3) na początku XX wieku do roku 1938 zaznaczyła się silna aktywność niżowa. Następnie w latach 1939–1969 notowano wyraźne jej osłabienie. Od roku 1970 w styczniu obserwowany był znaczący trend wzrostowy aktywności cyklonalnej na Spitsbergenie, trwający do dziś. W latach 1990–2000 w zimie (XII–II) aktywność niżowa osiągnęła największe natężenie (C = 50).

Nawiązując do Oscylacji Północnoatlantyckiej (NAO, Hurrell 19095) obliczono standaryzowane wartości różnicy ciśnienia atmosferycznego w styczniu między Wyspą Niedźwiedzia a stacją Isjord Radio (od roku 1977 Longyearbyen). Wskaźnik ten można nazwać Oscylacją Spitsbergeńską (OS). Jest to bardzo obiektywna miara cyrkulacji zachodniej, o czym świadczy wysoce istotna (na poziomie 0.01) korelacja ze wskaźnikiem W (współczynnik korelacji $r = 0.838$). Na razie brakuje danych do obliczenia tego wskaźnika przed rokiem 1920 oraz w latach 1942–1945. W przebiegu wieloletnim (ryc. 4) widoczne jest także duże podobieństwo do wskaźnika W (por. ryc. 1). Najwyższą wartość wskaźnika OS zanotowano w styczniu 1972 roku (2.9), a nieco niższe w 1947 (2.6) i 1937 roku (2.5). Minimum wystąpiło w roku 1994 (-2.1). Niskie wskaźniki przypadły na lata 1021, 1983 (-1,7) i 1977 (-1,6). Mimo dużych fluktuacji od połowy XX wieku do dziś widoczna jest tendencja malejąca tego wskaźnika w styczniu, co świadczy o nasilaniu się napływu powietrza z sektora wschodniego nad obszar Svalbardu. W latach 1947–2004 poziom tego

wskaźnika zmienił się z $+0.2$ na -0.7 co wynika ze współczynnika trendu liniowego wynoszącego $-0.12/10$ lat. W tym czasie trend standaryzowanych wartości wskaźnika W był nieco mniejszy ($-0.09/10$ lat).



Ryc. 4. Przebieg wieloletni wskaźnika oscylacji spitsbergeńskiej – OS (wartości standaryzowane - z) w styczniu. Linie pogrubione wygładzone przy zastosowaniu 11-letniego filtra Gaussa

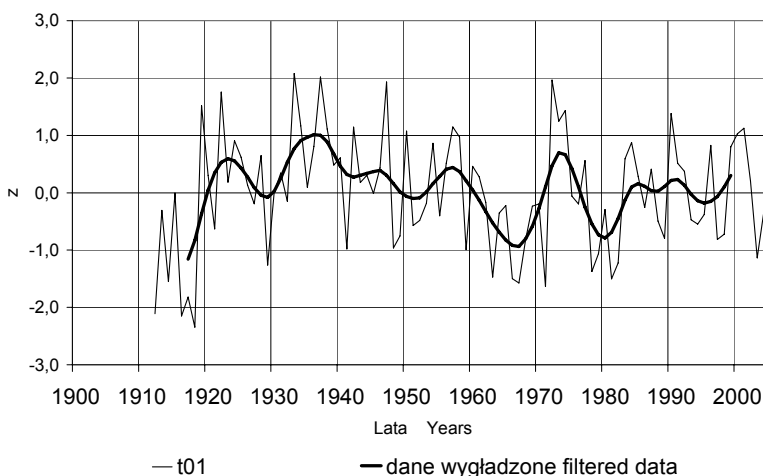
Fig. 4. Long term variability of the Spitsbergen Oscillation index – OS (standardized values – z) in January. Dashed lines smoothed by 11-years Gauss filter

3. Zmienność temperatury powietrza w styczniu

Charakterystyczną cechą wieloletniego przebiegu temperatury powietrza na Spitsbergenie było znaczne ocieplenie w latach 1930–1940. W Longyearbyen w tym czasie średnia roczna temperatura wynosiła -4.9°C (o 1.4K wyżej od średniej wieloletniej wynoszącej -6.3°C), a w roku 1938 podniosła się nawet do -3.4°C . W okresie 1939–1952 zaznaczyło się ochłodzenie do -6.2°C , a później ponowne ocieplenie do -5.3°C w latach 1950–1960. Jednak najbardziej zaskakujące było duże ochłodzenie do -7.6°C w latach 1961–1971 (Niedźwiedź 2003), po którym dopiero nastąpił powolny wzrost średniej rocznej temperatury do -5.2°C w latach 1990–2002.

Ocieplenie w styczniu na Spitsbergenie osiągnęło kulminację w latach 1933–1937 (ryc. 5). Średnia temperatura z 4 stacji podniosła się do -1.6°C w roku 1933 (w Isfjord Radio do -1.3°C) i -1.8°C w roku 1937. Na Wyspie Niedźwiedziej najcieplejszy styczeń 1933 roku miał temperaturę dodatnią $+0.4^{\circ}\text{C}$. Z szacunkowych obliczeń dla Hornsundu przypuszczalnie najcieplej było na tej stacji w styczniu 1937 roku (około -0.1°C). W przebiegu wieloletnim temperatury stycznia na Svalbardzie można wyróżnić trzy wyraźne okresy o różnych tendencjach zmian.

Lata 1912–1937 odznaczały się nadzwyczajną tendencją wzrostową temperatury stycznia ($+4.4\text{K}/10$ lat) od średniego poziomu -16.4°C do -5.6°C . Początek serii instrumentalnej w latach 1912–1918 odznaczał się niezwykle niską temperaturą stycznia, często poniżej -20°C , z minimum -21.6°C w roku 1918 (w Longyearbyen temperatura wynosiła wtedy -25.5°C a w Greenfjordzie -23.1°C).



Ryc. 5. Przebieg wieloletni średniej (z 4 stacji) temperatury stycznia na Svalbardzie – t01 (wartości standaryzowane – z). Linie pogrubione wygładzone przy zastosowaniu 11-letniego filtra Gaussa

Fig. 5. Long term variability of the mean (average from 4 stations) January temperature on Svalbard – t01 (standarized values – z). Dashed lines smoothed by 11-years Gauss filter

Drugi okres 1937–1971 odznaczał się obniżaniem temperatury stycznia w tempie około $-2.3\text{K}/10$ lat do niskiego poziomu w latach 1962–1971 z minimami w roku 1971 (-18.4°C) i 1967 (-18.1°C).

Okres współczesny 1971–2004 nie wykazywał istotnego trendu temperatury stycznia (porównaj Kahl i in. 1993). Wystąpiły w czasie trzy wyraźne fluktuacje z ciepłymi styczniami w latach 1972–1974, 1990–1992 i 1999–2001 oraz chłodnymi w latach 1975–1982, 1993–1998 i 2002–2004.

4. Zależność temperatury powietrza od wskaźników cyrkulacji

Cyrkulacja atmosfery odegrała znaczną rolę w kształtowaniu temperatury powietrza stycznia na Spitsbergenie. Wśród czterech rozpatrywanych wskaźników cyrkulacji najistotniejszy wpływ na temperaturę powietrza wywiera wskaźnik cyrkulacji południowej (tabela 2), a następnie wskaźnik Oscylacji Spitsbergeńskiej (OS) oraz wskaźnik W. Mniej istotny (dopiero na poziomie 1.0%) jest wpływ wskaźnika cykloniczności C na temperaturę, chociaż duża aktywność niżowa prowadzi do podniesienia temperatury stycznia.

Tabela 1 – Table 1

Współczynniki korelacji między średnią temperaturą stycznia na Svalbardzie (t01SV) oraz wskaźnikami cyrkulacji (pogrubiono wartości istotne na poziomie 0.1%)

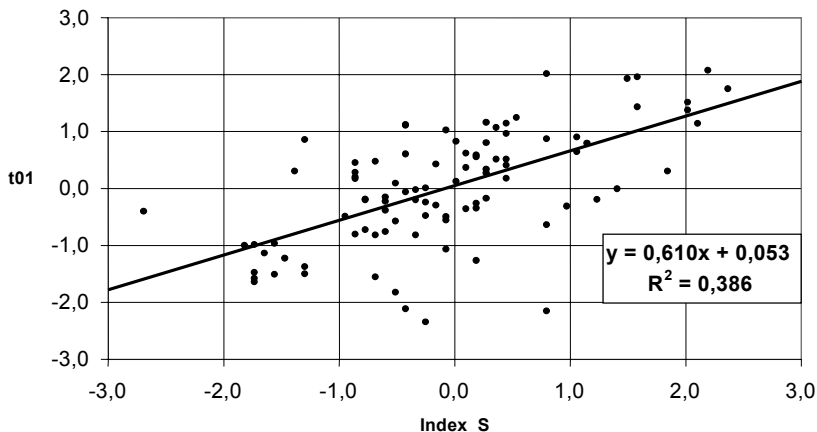
Coefficients of correlation between January temperature in Svalbard (t01SV) and circulation indices (values significant on the 0.1% level are printed in bold)

Elementy – Elements	W	S	C	OS	t01SV
W	1.000	0.165	-0.046	0.838	0.414
S	0,165	1.000	0.092	0.347	0.622
C	-0,046	0.092	1.000	0.115	0.194
OS	0,838	0.347	0.115	1.000	0.516
t01SV	0,414	0.622	0.194	0.516	1.000

Graficzny obraz zależności temperatury stycznia od wskaźnika S przedstawiono na ryc. 6. Zależność tą dla wartości standaryzowanych temperatury powietrza i wskaźnika S wyraża równanie regresji prosto- liniowej w postaci:

$$t01SV = 0.610S + 0.05$$

Jak wynika ze współczynnika determinacji ($R^2 = 0.386$) zmienność cyrkulacji południkowej wyjaśnia prawie 39% zmian zachodzących w temperaturze stycznia na Svalbardzie.



Ryc. 6. Zależność liniowa średniej (z 4 stacji) temperatury stycznia na Svalbardzie ($y = t01$; wartości standaryzowane - z) od standaryzowanych wartości wskaźnika cyrkulacji południkowej ($x = \text{Index S}$). R^2 – współczynnik determinacji

Fig. 6. Linear regression of the mean (average from 4 stations) January temperature on Svalbard ($y = t01$; standardized values - z) from the standardized values of the southerly circulation index ($x = \text{Index s}$). R^2 – coefficient of determination

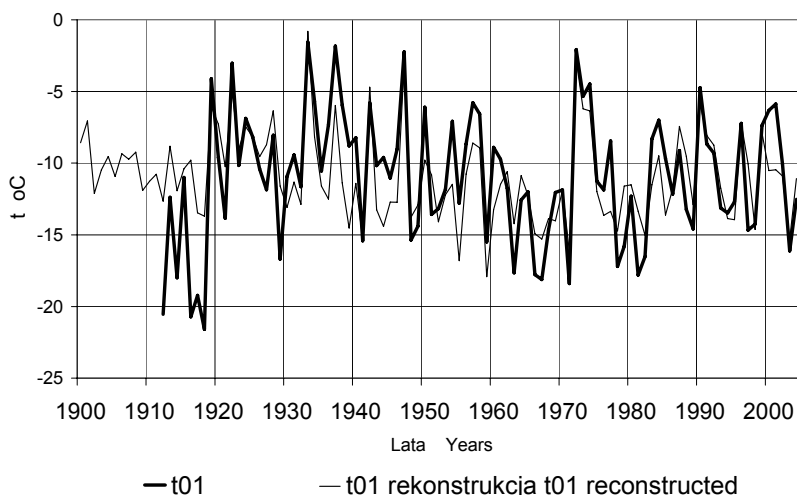
Bardziej dokładne estymacje temperatury powietrza w styczniu na podstawie wskaźników cyrkulacji można uzyskać stosując równanie regresji liniowej wielokrotnej. Tym bardziej, że wskaźniki W, S i C nie są ze sobą skorelowane. Poniżej zestawiono 3 warianty modelu regresji dla zmiennych standaryzowanych, wraz z oceną błędu standardowego estymacji (bse) i współczynnikami korelacji wielokrotnej (R) i determinacji (R^2):

$$t01SV = 0.324 \cdot W + 0.557 \cdot S + 0.02; \text{ bse} = \pm 0.8, R = 0.698, R^2 = 0.487$$

$$t01SV = 0.334 \cdot W + 0.541 \cdot S + 0.153 \cdot C + 0.02; \text{ bse} = \pm 0.8, R = 0.715, R^2 = 0.511$$

$$t01SV = 0.061 \cdot W + 0.548 \cdot S + 0.154 \cdot C + 0.217 \cdot OS + 0.16; \text{ bse} = \pm 0.6, R = 0.794, R^2 = 0.631$$

Przy zastosowaniu 4 wskaźników cyrkulacji dało się objaśnić nimi aż 63% wariacji temperatury powietrza w styczniu. Przeprowadzone porównanie wartości rekonstruowanych i zmierzonej temperatury powietrza w styczniu wykazują dobrą zgodność (ryc. 7). Jedynie przed rokiem 1920 zrekonstruowane wartości są wyższe niż obserwowane. W tej chwili trudno jednak rozstrzygnąć czy dane pochodzące z lat 1912–1918 są zaniżone. Wymaga to dalszych studiów porównawczych. Dzięki wskaźnikom cyrkulacji uzyskano przybliżony przebieg temperatury powietrza w styczniu także dla lat 1899–1911.



Ryc. 7. Przebieg wieloletni średniej (z 4 stacji) temperatury stycznia na Svalbardzie – t01. Porównanie wartości zmierzonych (linia pogrubiona) i zrekonstruowanych metodą regresji wielokrotnej na podstawie wskaźników cyrkulacji

Fig. 7. Long term variability of the mean (average from 4 stations) January temperature on Svalbard – t01. Comparison of the measured data (dashed line) and reconstructed by the multiple regression methods from the circulation indices

5. Podsumowanie

Główną cechą zmienności cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w styczniu w XX wieku jest zmniejszanie się wskaźnika cyrkulacji zachodniej W i Oscylacji Spitsbergeńskiej (OS) świadczące o większej intensywności napływu powietrza z sektora wschodniego. Duże i nieregularne wahania zachodziły w cyrkulacji południkowej południowej (wskaźnik S), przy czym w pierwszej połowie XX wieku aktywność napływu powietrza z sektora południowego była znacząco większa niż współcześnie. Od roku 1970 w styczniu obserwowany był znaczący trend wzrostowy aktywności cyklonalnej na Spitsbergenie, trwający do dziś.

W wahaniami temperatury powietrza zaobserwowano trzy wyraźne okresy:

1912–1937 – duży wzrost temperatury,

1937–1971 – tendencja spadkowa,

1971–2004 – brak trendu i trzy wyraźne, nieregularne fluktuacje.

Niemal 39% wariacji temperatury powietrza w styczniu można wyjaśnić zmianami wskaźnika cyrkulacji południowej. Zastosowanie regresji liniowej wielokrotnej z czterema wskaźnikami cyrkulacji pozwoliło na rekonstrukcję temperatury stycznia od roku 1899, przy czym jej wariacja może być wyjaśniona czynnikami cyrkulacyjnymi w 63%.

Największe ocieplenie w styczniu w latach 1933–1937 nie zostało na Spitsbergenie do tej pory przekroczone. Dalszych badań wymaga okres dużego ochłodzenia widoczny w latach 1912–1918.

Literatura

- Brázdil R., 1988, Variation of air temperature and atmospheric precipitation in the region of Svalbard. [w:] Results of Investigations of the Geographical Research Expedition Spitsbergen 1985, University J.E. Purkyne, Brno: 285-323.
- Førland E.J., Hanssen-Bauer I., Nordli P.Ø., 1997, Climate statistics and long term series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen, DNMI – Rapport, 21/97, Norwegian Meteor. Inst., Oslo, 72 pp.
- Głowacki P., Niedźwiedz T., 1997, Climatological conditions in Hornsund (Spitsbergen) during succeeding Polish Polar Expeditions. [w:] Głowacki P. (ed.), Polish Polar Studies. 24th Polar Symposium, Warszawa, 1997, Institute of Geophysics of the Polish Academy of Sciences, Warszawa: 81-94.
- Hanssen-Bauer I., Førland E.J., 1998, Long-term trends in precipitation and temperature in the Norwegian Arctic: can they be explained by changes in atmospheric circulation patterns? *Climate Research*, 10: 143-153.
- Kahl J.D., Charlevoix D.J., Zaitseva N.A., Schnell R.C., Serreze M.C., 1993, Absence of evidence of or greenhouse warming over the Arctic Ocean in the past 40 years, *Nature*, 361: 335-337.
- Kwaczyński J., Nowosielski L., 2001, Meteorological Yearbook Hornsund 2000/2001, Publications of the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences, D-57 (341), Warszawa: 5-75.
- Murray R., Lewis R.P., 1966, Some aspects of the synoptic climatology of the British Isles as measured by simple indices, *Meteorological Magazine*, 95: 193-203.
- Niedźwiedz T., 1992, Wybrane problemy klimatologii synoptycznej Spitsbergenu, *Problemy Klimatologii Polarnej*, 2, Wyższa Szkoła Morska, Gdynia: 77-84.
- Niedźwiedz T., 1993, The main factors forming the climate of the Hornsund (Spitsbergen), *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, z. 94, Kraków: 49-63.
- Niedźwiedz T., 2001, Zmienność cyrkulacji atmosfery nad Spitsbergenem w drugiej połowie XX wieku, *Problemy Klimatologii Polarnej*, Gdynia, 11: 7-26.
- Niedźwiedz T., 2003, Współczesna zmienność cyrkulacji atmosfery, temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na Spitsbergenie, *Problemy Klimatologii Polarnej*, Gdynia, 13: 79-92.
- Przybylak R., 1996, Zmienność cyrkulacji atmosfery w Arktyce w okresie 1939-1990, *Problemy Klimatologii Polarnej*, Gdynia, 5: 133-147.
- Przybylak R., 2000, Temporal and spatial variation of surface air temperature over the period of instrumental observations in the Arctic, *International Journal of Climatology*, Vol. 20, No 6 (May 2000): 587-614.
- Przybylak R., 2002, *Variability of Air Temperature and Atmospheric Precipitation in the Arctic*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, pp. 330.
- Roczniki Meteorologiczne, Hornsund, 1978/1979 – 1999/2000, M. Miętus (red.), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział Morski, Gdynia.
- Tuomenvirta H., Alexandersson H., Drebs A., Frich P., Nordli P.Ø., 2000, Trends in Nordic and Arctic temperature extremes and ranges, *Journal of Climate*, 13, 3: 977-990.
- Vose R.S., Schmoyer R.L., Steurer P.M., Peterson T.C., Heim R., Karl T.R., Eischeid J., 1992, The Global Historical Climatology Network: Long-term monthly temperature, precipitation, sea level pressure, and station pressure data. Report ORNL/CDIAC-53, NDP-041.

ROLE OF ATMOSPHERIC CIRCULATION ON THE JANUARY TEMPERATURE VARIABILITY IN SPITSBERGEN

Summary

The study presents variability of simple circulation indices above Spitsbergen for the period 1899–2004 in January, based on original calendar of synoptic divided from the synoptic maps. After calculation of synoptic types frequencies the further results have been obtained using the simple circulation indices: W – westerly, zonal index, S – southerly – meridional index, C – cyclonicity index, as proposed by R. Murray and R. Lewis (1966) with some modifications, as well as Spitsbergen Oscillation (OS) defined as the standardized pressure difference between Bjornoya and Longyearbyen. The negative value of W index is typical for Spitsbergen, according to great frequency of eastern airflow.

Variability of January temperature in Svalbard (t01SV) were investigated on the basis of averages from four stations: Isfjord Radio and Svalbard Lufthavn, as well as from Polish Polar Station in Hornsund Fjord on SW part of Spitsbergen, and from Bjornoya (Bear Island) – about 300 km SSE from Hornsund. After reconstructions of some lack data on the basis of linear regression, temperature data were obtained for the period of 1912–2004. For the temperature the main feature is period of cooling in the years 1912–1918 and then the great warming during the decade of 1930th (1933–1937). During the years 1937–1971 was observed the significant decreasing trend in January temperature to the cool period of years 1962–1971. The last period 1971–2004 has no any trend in temperature. But three large fluctuations took place with warm Januarys of 1972–1974, 1990–1992 and 1999–2001 and cool ones of 1975–1982, 1993–1998 and 2002–2004.

Temperature of January changes in Spitsbergen depend on a great extend of circulation factors, mainly from the southern (S) and zonal circulation indices (W) or Spitsbergen Oscillation index (SO). Using the models of multiple regression was possible the reconstruction of January temperature since 1899 on the basis of circulation indices. They explained about 63% of variance in temperature.