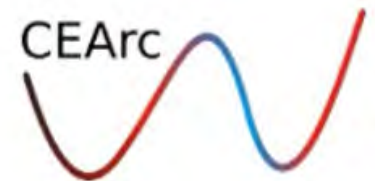


Źródło ryciny:
Hurrell, 2017

Rola NAO w kształtowaniu temperatury powietrza w Arktyce

Rajmund Przybylak & Przemysław Wyszynski

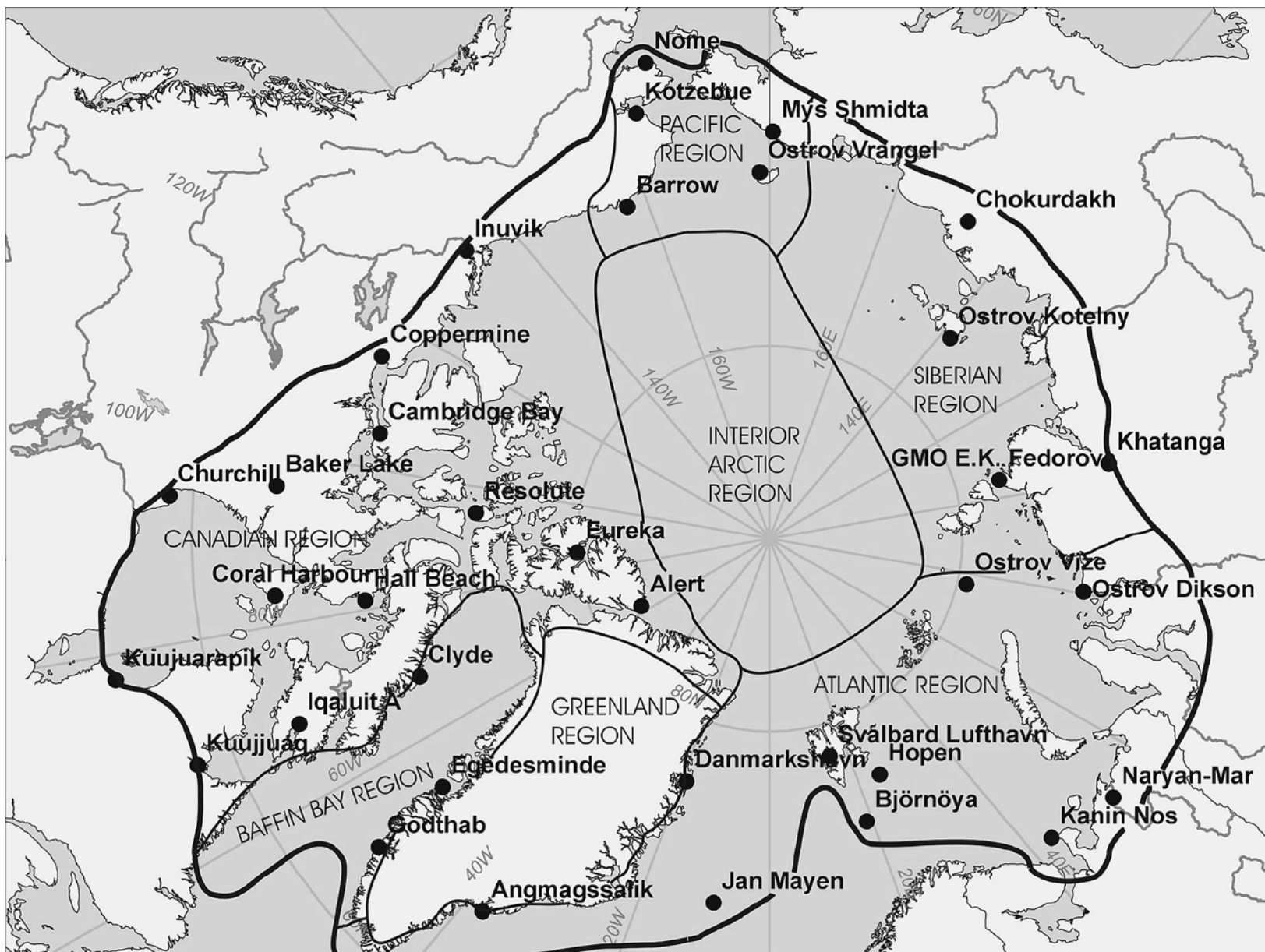
*Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Katedra Meteorologii i Klimatologii,
Toruń, E-mail: rp11@umk.pl, Przemyslaw.Wyszynski@umk.pl*



Projekt Nr 2015/19/B/ST10/02933



OBSZAR



Location of meteorological stations used in the study.

Key:

- continuous thick line: border of the Arctic after Treshnikov (1985);
- solid lines: the borders of the climatic regions;
- dots: meteorological stations.

Number of stations:

Arctic – 37

Atlantic – 11

Siberian – 3

Pacific – 5

Canadian – 15

Baffin Bay – 3

Sub-Arctic – 7



DANE I METEODY



Dane obserwacyjne:

- 44 stacje w Arktyce i Sub-Arktyce
- okres 1951-2015
- anomalie miesięczne temperatury powietrza (SAT_{2m} , °C) w odniesieniu do normy klimatycznej 1981-2010
- długoletnie ciągi obserwacyjne dla wybranych stacji pokrywające okres wczesnodwudziestowiecznego ocieplenia (ETCW) w Arktyce

Dane z reanaliz:

- najbliższe punkty gridowe do stacji z długoletnimi ciągami obserwacyjnymi
- anomalie miesięczne temperatury powietrza (SAT_{2m} , °C) w odniesieniu do normy klimatycznej 1981-2010
- Twentieth Century Reanalysis (20CRv2c, Compo *et al.* 2011)
- CERA-20C reanalysis (Laloyaux *et al.* 2016).



NAO indeks:

- miesięczne i zimowe (grudzień-marzec) stacyjne indeksy NAO wg Hurrell'a (2017). Źródło: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based>
- wybranie ekstremalnych wartości indeksów NAO dla poszczególnych miesięcy zimowych (grudzień, styczeń, luty, marzec), sezonów zimowych (grudzień-marzec) oraz 7-letnich średnich ruchomych dla sezonów zimowych
- poziomy graniczne to $\geq 90\%$ i $\leq 10\%$ ze 152-letniej serii Hurrell'a (okres 1864-2017)

W okresie 1951-2015 powyższy wybór daje nam 24 miesiące dla kompozytu **NAO+**

- grudnie: 1951, 1982, 1993, 2004, 2011, 2013, 2014
- styczenie: 1952, 1962, 1974, 1983, 1984, 1986, 1989, 1990, 1993, 1994, 2014, 2015
- lute: 1989, 1990, 1997, 2000, 2015
- marce: 1978, 1982, 1986, 1989, 1994, 2007, 2015



oraz 29 miesięcy dla kompozytu **NAO-**

- grudnie: 1961, 1978, 1989, 1995, 1996, 2001, 2009, 2010
- stycznie: 1959, 1963, 1966, 1969, 1970, 1979, 1985, 1987
- lute: 1960, 1965, 1969, 1978, 1986, 2010
- marce: 1955, 1958, 1962, 1969, 1996, 2005, 2013

Wybór ekstremalnych pod względem cyrkulacyjnym **sezonów zimowych** w okresie 1951-2015:

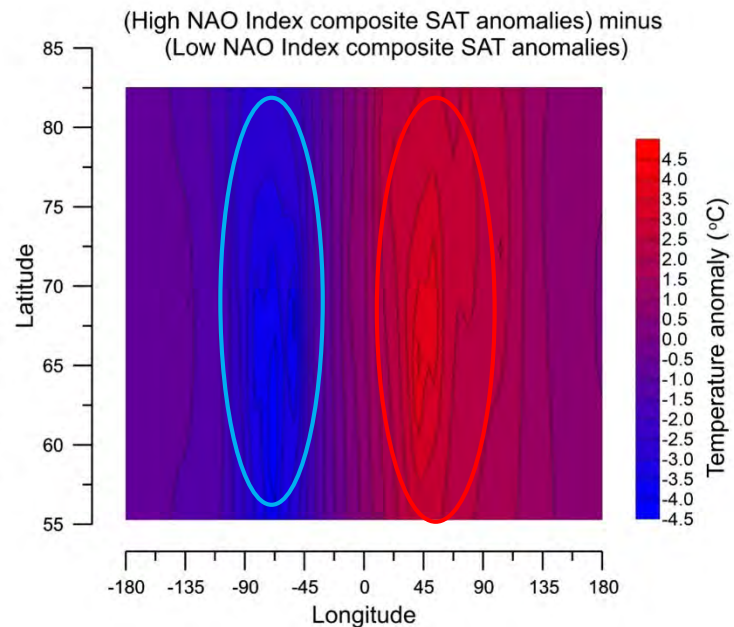
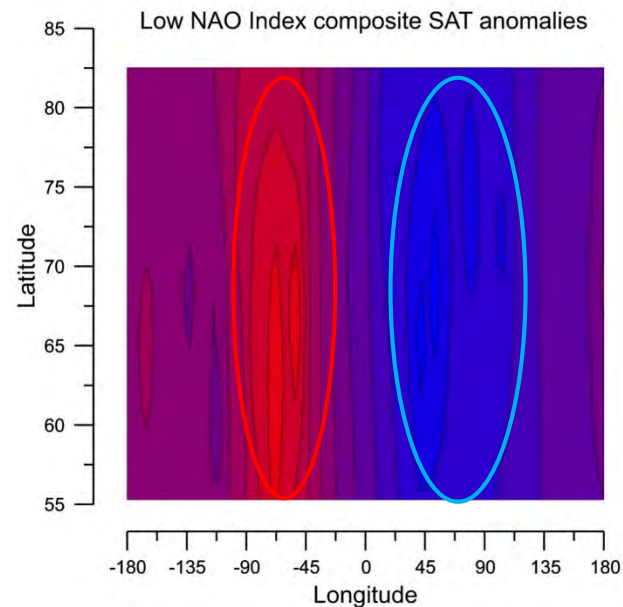
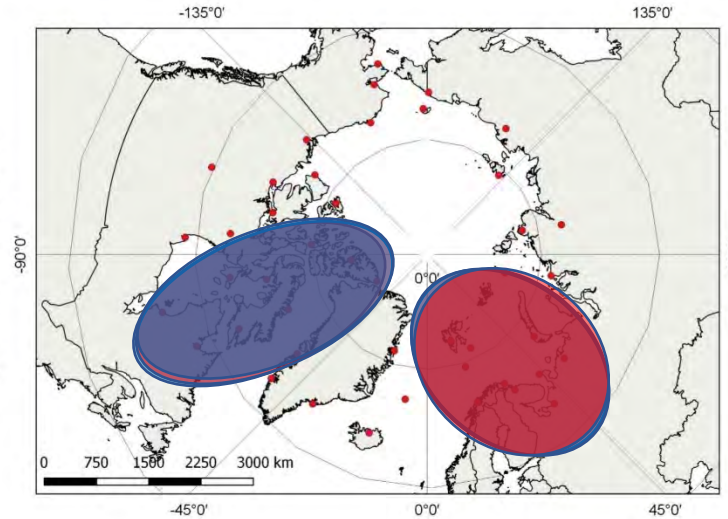
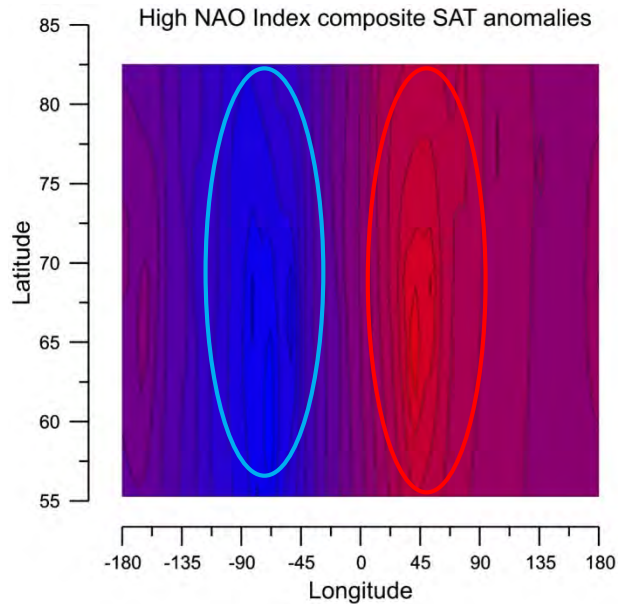
- 11 zim z lat: 1983, 1989, 1990, 1992, 1994, 1995, 2000, 2007, 2012, 2014, 2015 dla **NAO+**
- 7 zim z lat: 1955, 1963, 1964, 1965, 1969, 1996, 2010 dla **NAO-**

Sekwencja ekstremalnych pod względem cyrkulacyjnym konsekutywnych **sezonów zimowych** (grudzień-marzec) przedstawia się następująco:

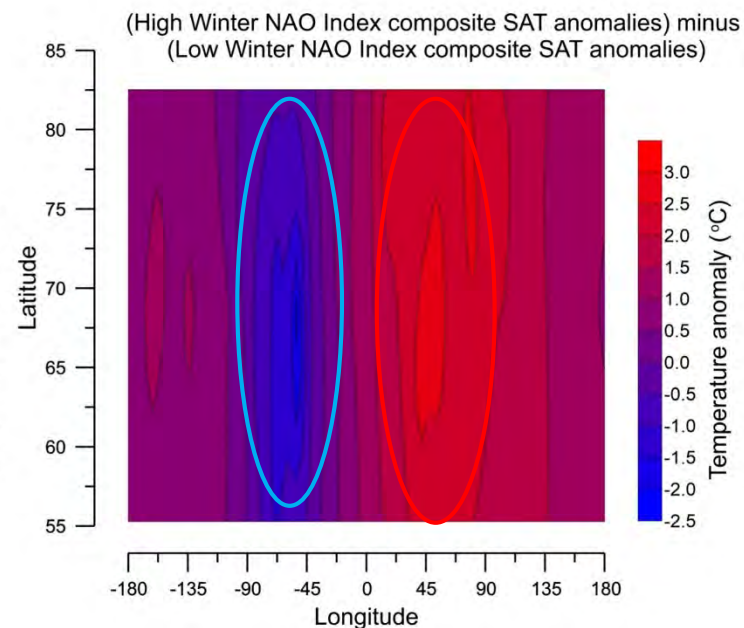
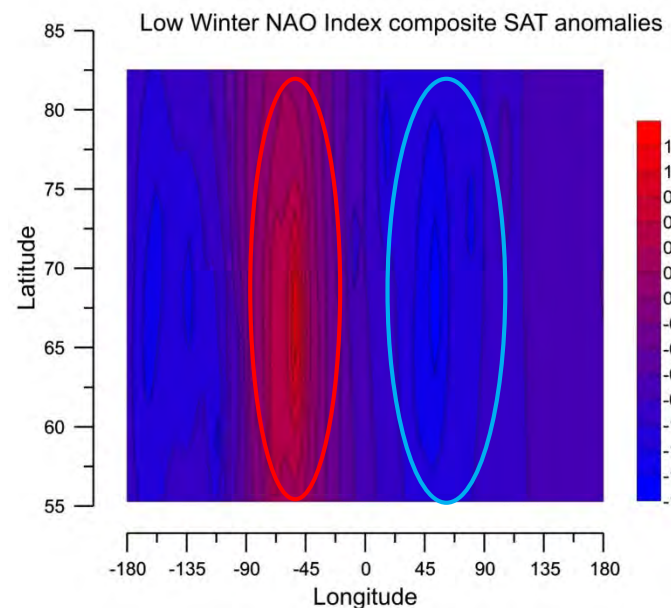
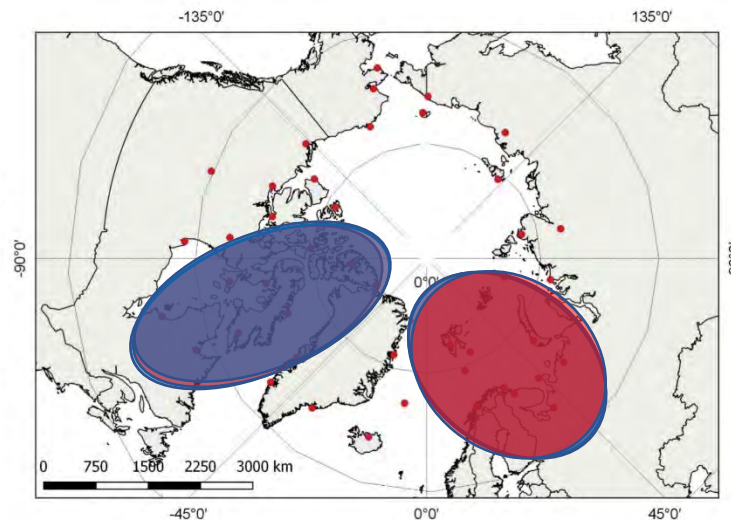
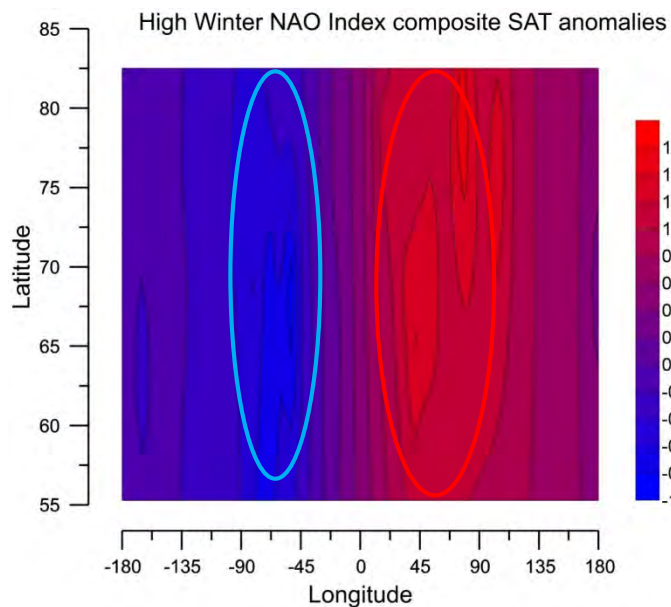
- **NAO+** zimy **1986-1994 (9 lat)**
- **NAO-** zimy **1961-1969 (9 lat)**



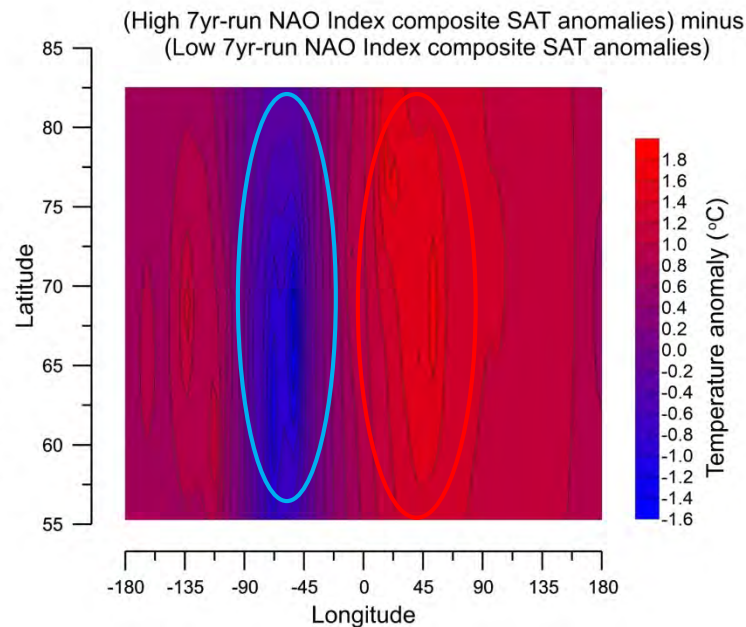
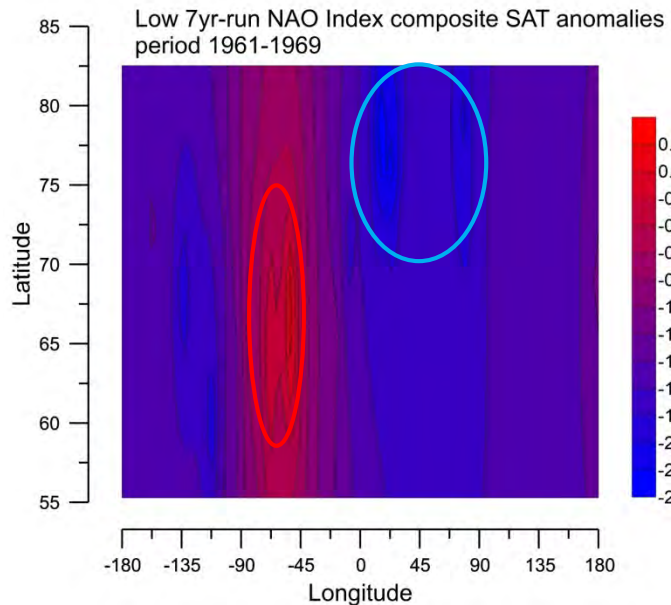
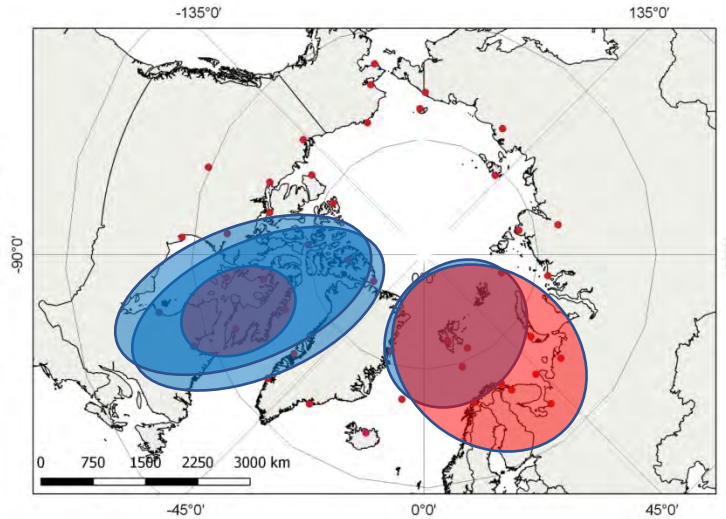
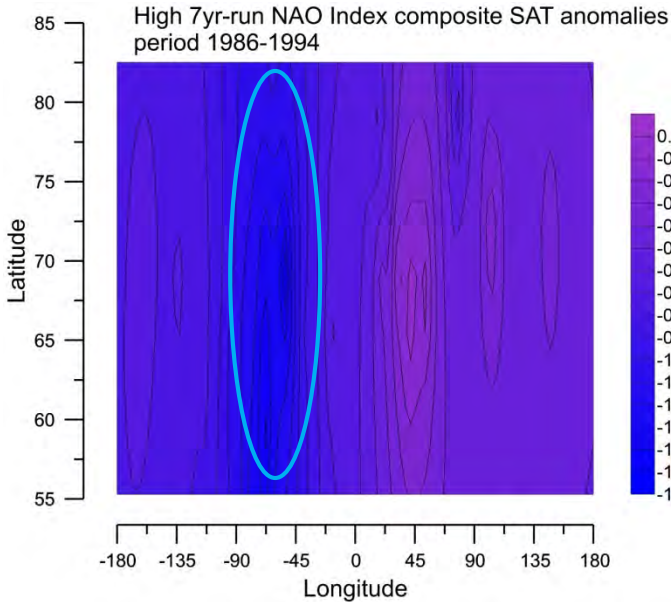
WYNIKI



Analiza kompozytowa rozkładu przestrzennego SAT_{2m} (°C) miesięcy zimowych dla lat z ekstremalnymi **NAO+** i **NAO-** oraz różnic między nimi. **Indeksy miesięczne** (grudzień, styczeń, luty, marzec).



Analiza kompozytowa rozkładu przestrzennego $\text{SAT}_{2\text{m}}$ ($^{\circ}\text{C}$) zimy dla lat z ekstremalnymi **NAO+** i **NAO-** oraz różnic między nimi. **Indeksy zimowe** (grudzień-marzec).



Analiza rozkładu przestrzennego SAT_{2m} (°C) w zimie w latach z ekstremalnymi **NAO+** i **NAO-** oraz różnic między nimi wybranych na podstawie **7-letnich średnich ruchomych**.

Indeksy zimowe (grudzień-marzec).

Sekwencje 9 lat:

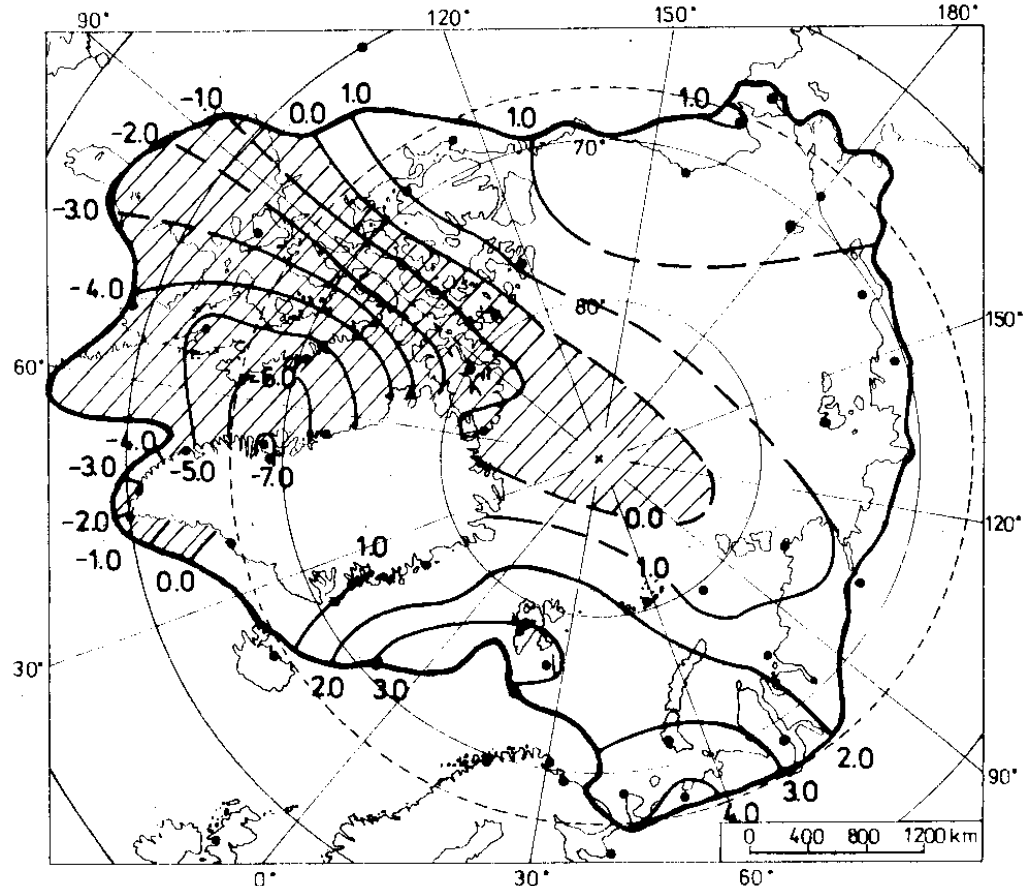
- **NAO+** zimy 1986-1994
- **NAO-** zimy 1961-1969

Differences of air temperature (in °C) between the most extreme 7-year run of **NAO+** winters (December–February **1989–1995**) and **NAO-** winters (December–February **1963–1969**). The NAO+ and NAO- winters were taken after Dickson et al. (1997).

Negative differences are hatched.

Key: dashed contours over the Arctic Ocean indicate that the data are extrapolated from the coastal stations

Przybylak 2000

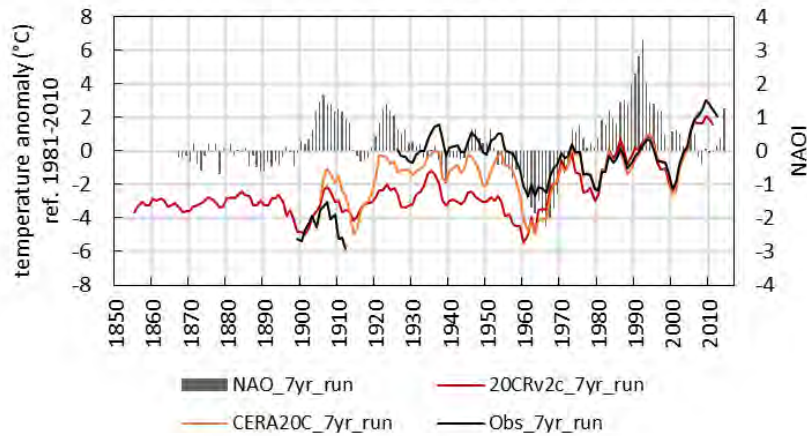


Anomalie 9-letnie temperatury powietrza (°C) w okresach wyznaczonych za pomocą 7-letnich ruchomych zimowych **NAO+** (grudzień-marzec **1986–1994**) oraz **NAO-** (grudzień-marzec **1961–1969**) oraz różnice między tymi dwoma okresami.

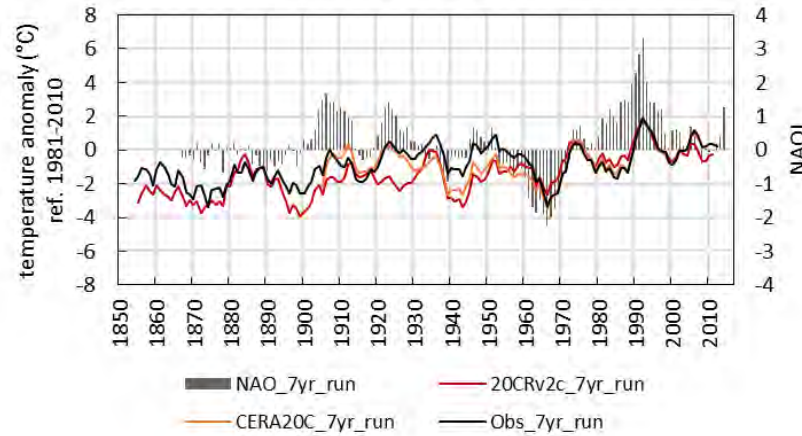
Region	Anomaly of SAT (°C) in DJFM_7yr_run NAO+	Anomaly of SAT (°C) in DJFM_7yr_run NAO-	Differences of SAT (°C) in DJFM_7yr_run NAO+ minus NAO-
Atlantycki	-0.5	-2.3	1.8
Morza Baffina	-1.8	1.1	-2.9
Kanadyjski	-1.1	-1.1	0.0
Pacyficzny	-0.5	-1.3	0.8
Syberyjski	-0.3	-1.6	1.2
Sub-Arktyka	0.1	-1.5	1.6

Wpływ NAO na zmiany temperatury powietrza w Arktyce w okresie instrumentalnym. Region Atlantycki

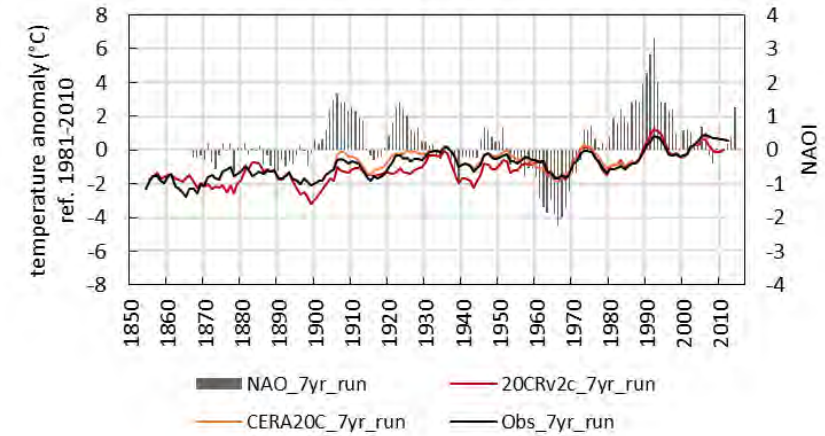
Malye Karmakuly_DJFM



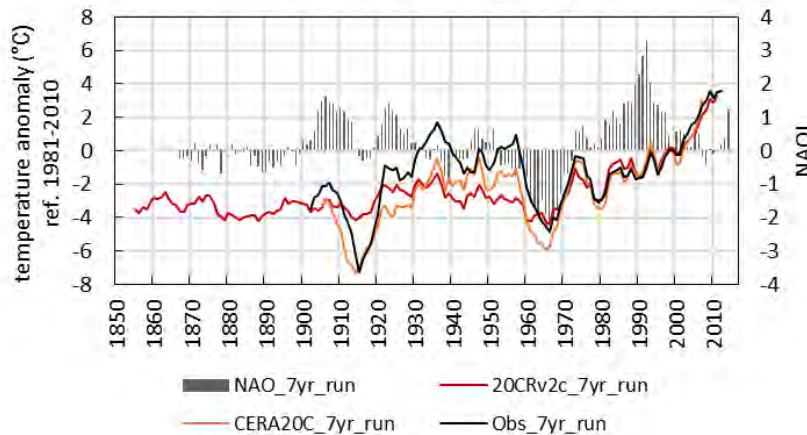
Archangelsk_DJFM



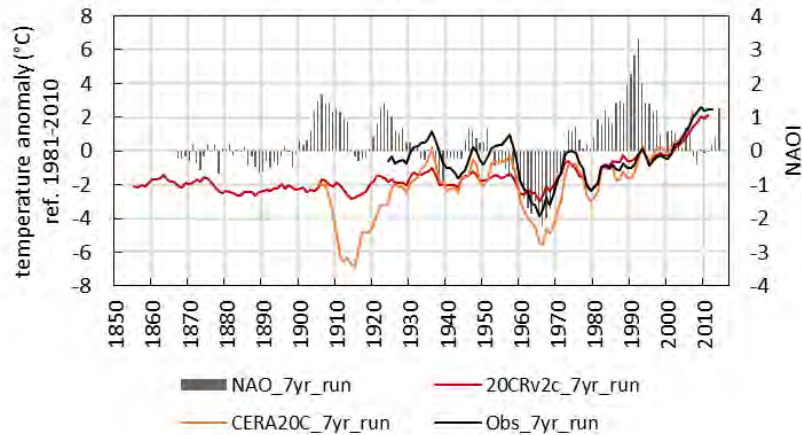
Vardø_DJFM



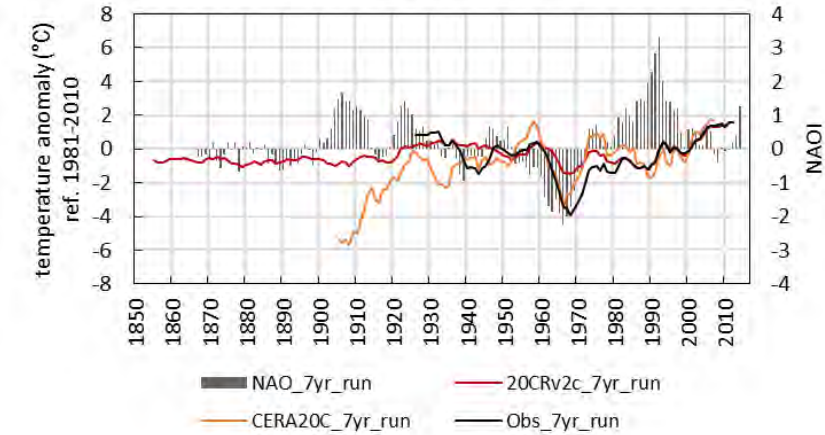
Svalbard Lufthavn_DJFM



Bjørnøya_DJFM



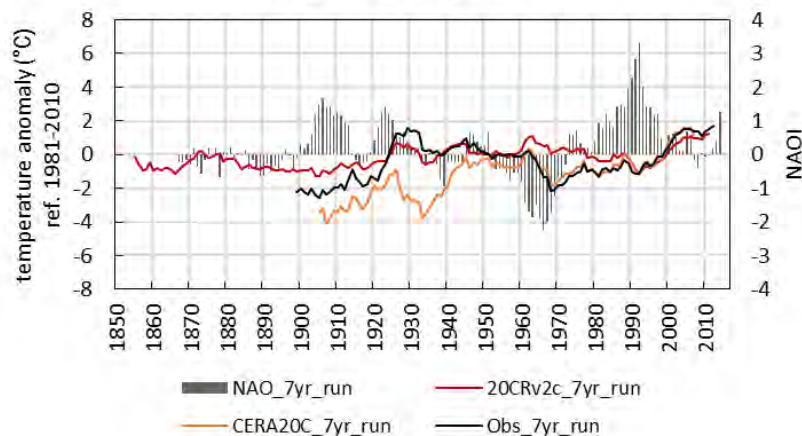
Jan Mayen_DJFM



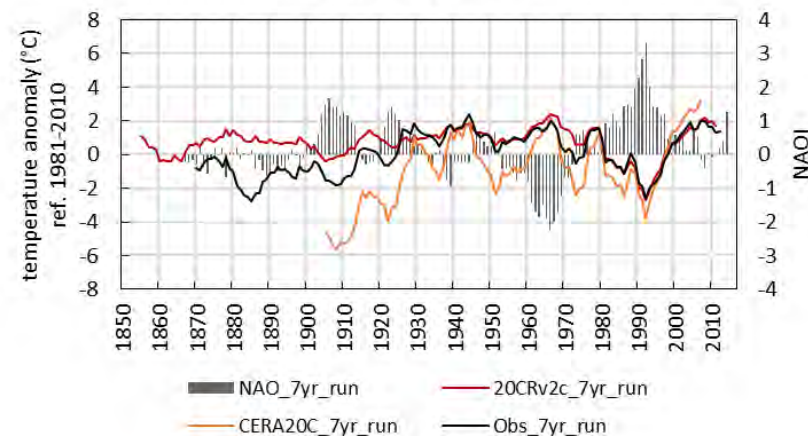
7-letni średni ruchomy indeks zimowy (grudzień-marzec) NAO porównano z 7-letnimi średnimi ruchomymi anomaliami temperatury powietrza w sezonie zimowym (grudzień-marzec)

Wpływ NAO na zmiany temperatury powietrza w Arktyce w okresie instrumentalnym. Regiony Grenlandzki, Morza Baffina i Pacyficzny

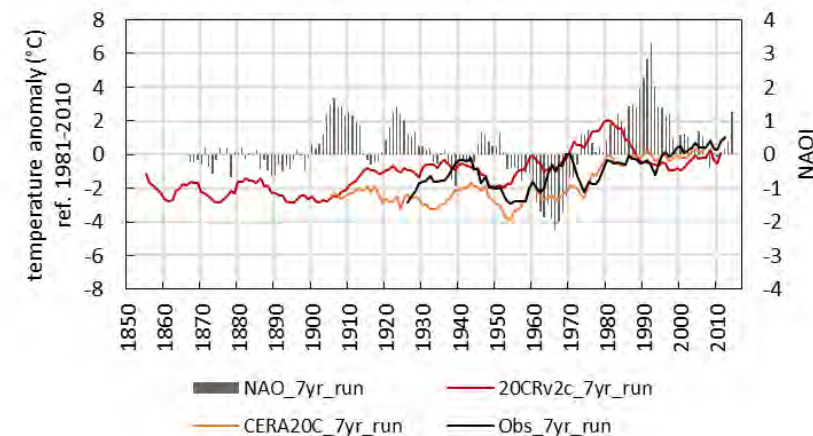
Angmagssalik_DJFM



Godthåb_DJFM



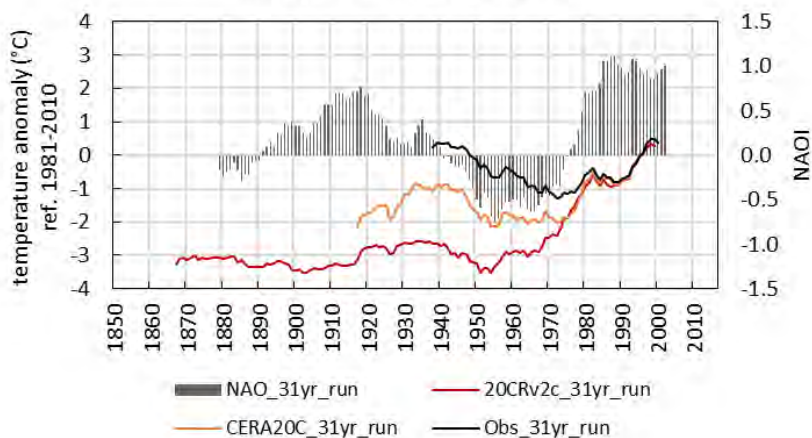
Point Barrow_DJFM



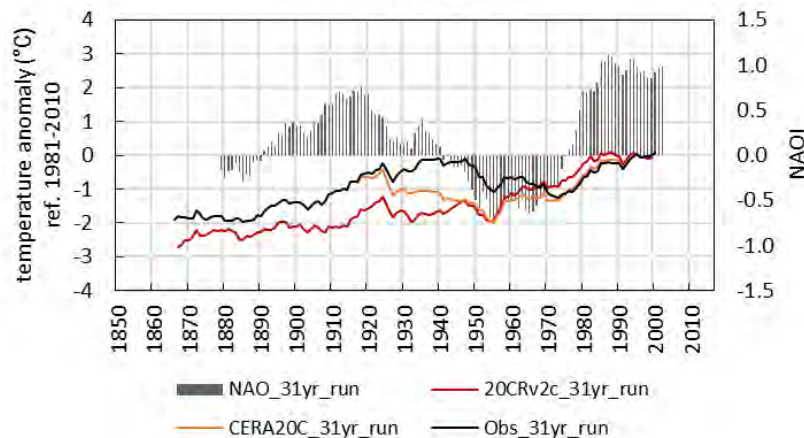
7-letni średni ruchomy indeks zimowy (grudzień-marzec) NAO porównano z **7-letnimi** średnimi ruchomymi anomaliami temperatury powietrza w sezonie zimowym (grudzień-marzec)

Wpływ NAO na zmiany temperatury powietrza w Arktyce w okresie instrumentalnym. Region Atlantycki

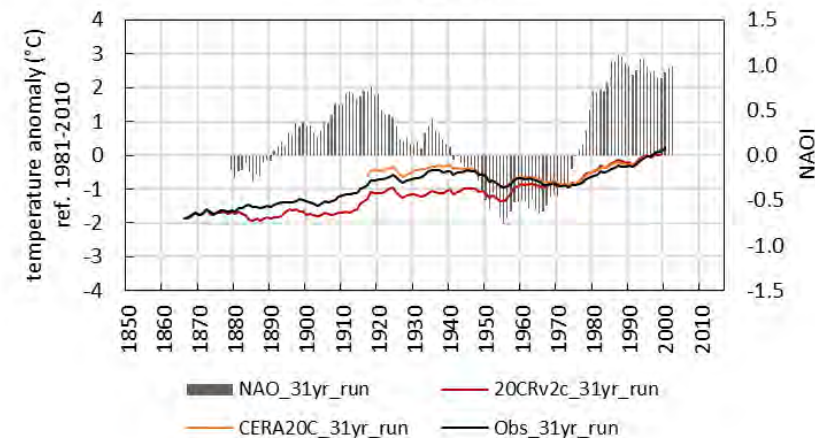
Malye Karmakuly_DJFM



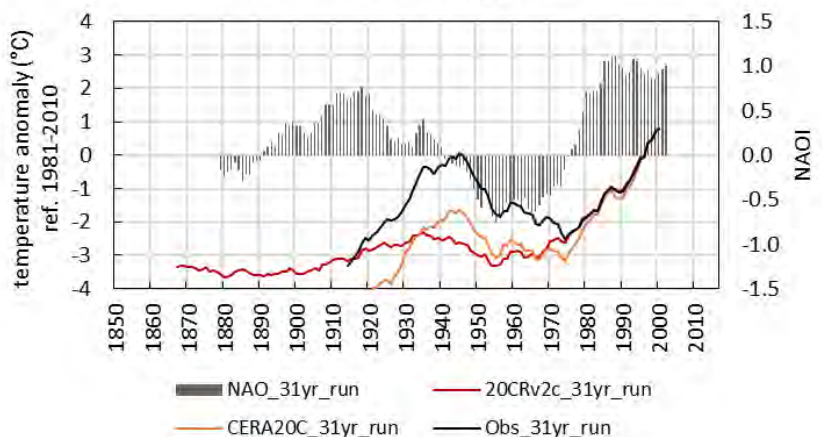
Archangelsk_DJFM



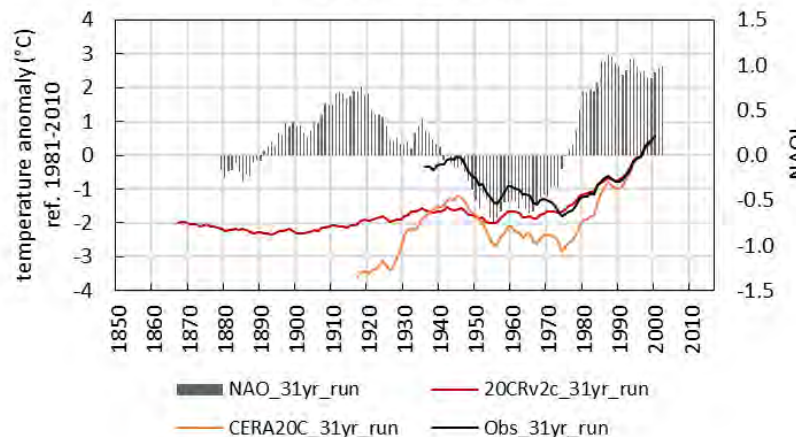
Vardø_DJFM



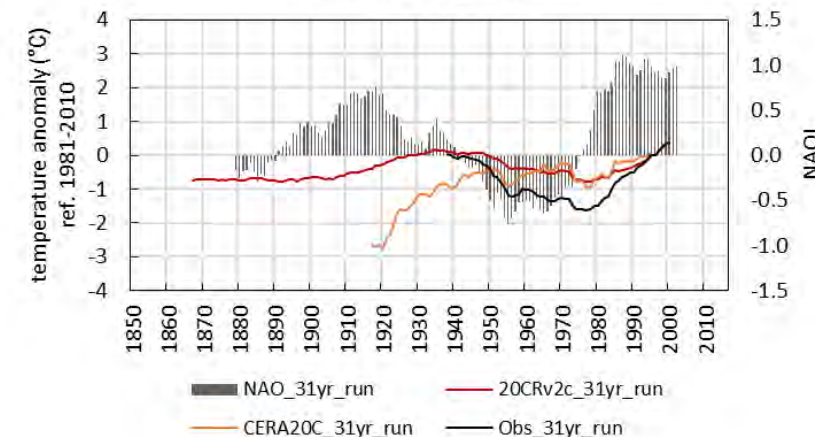
Svalbard Lufthavn_DJFM



Bjørnøya_DJFM

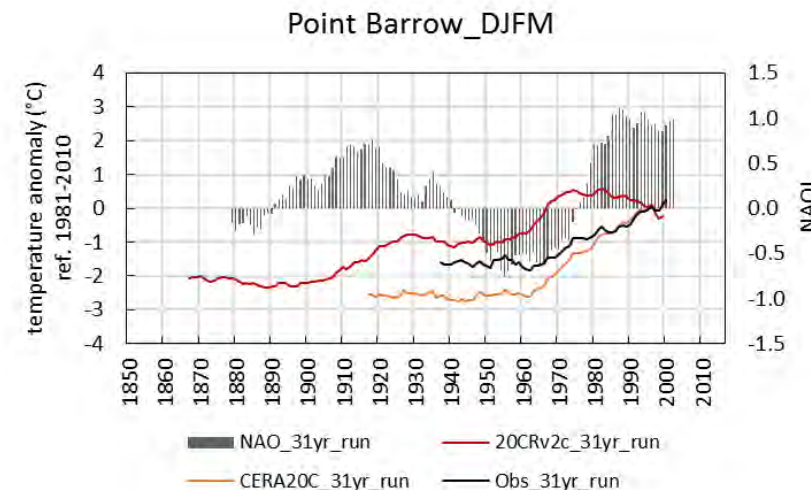
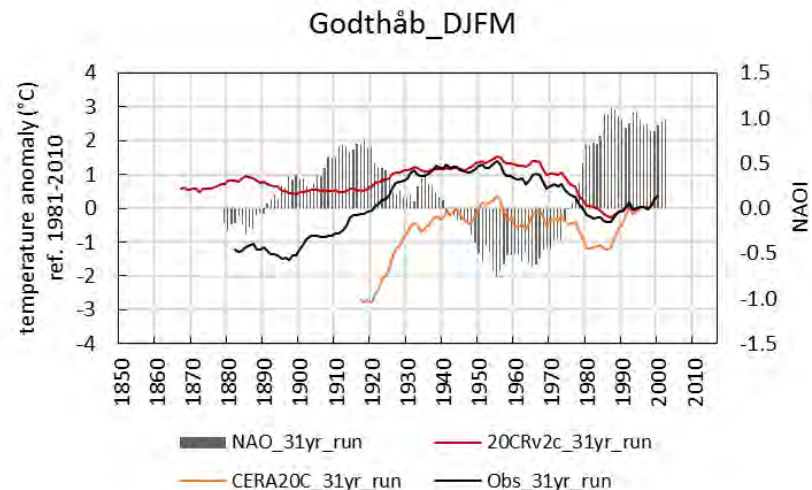
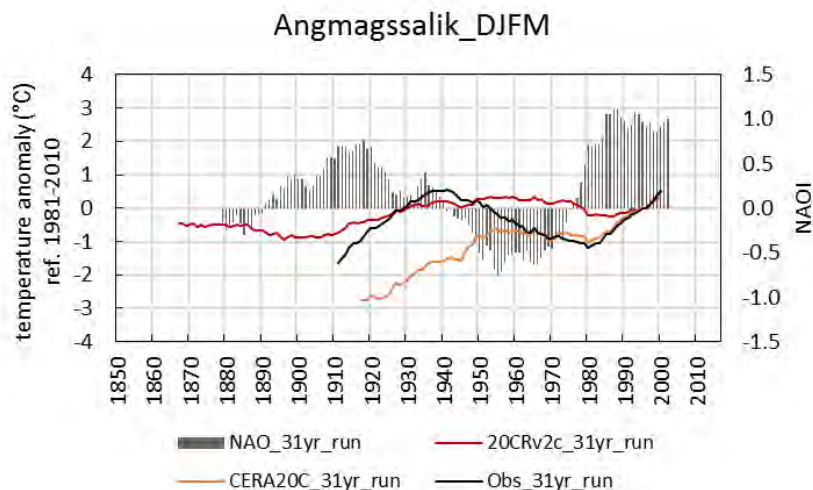


Jan Mayen_DJFM



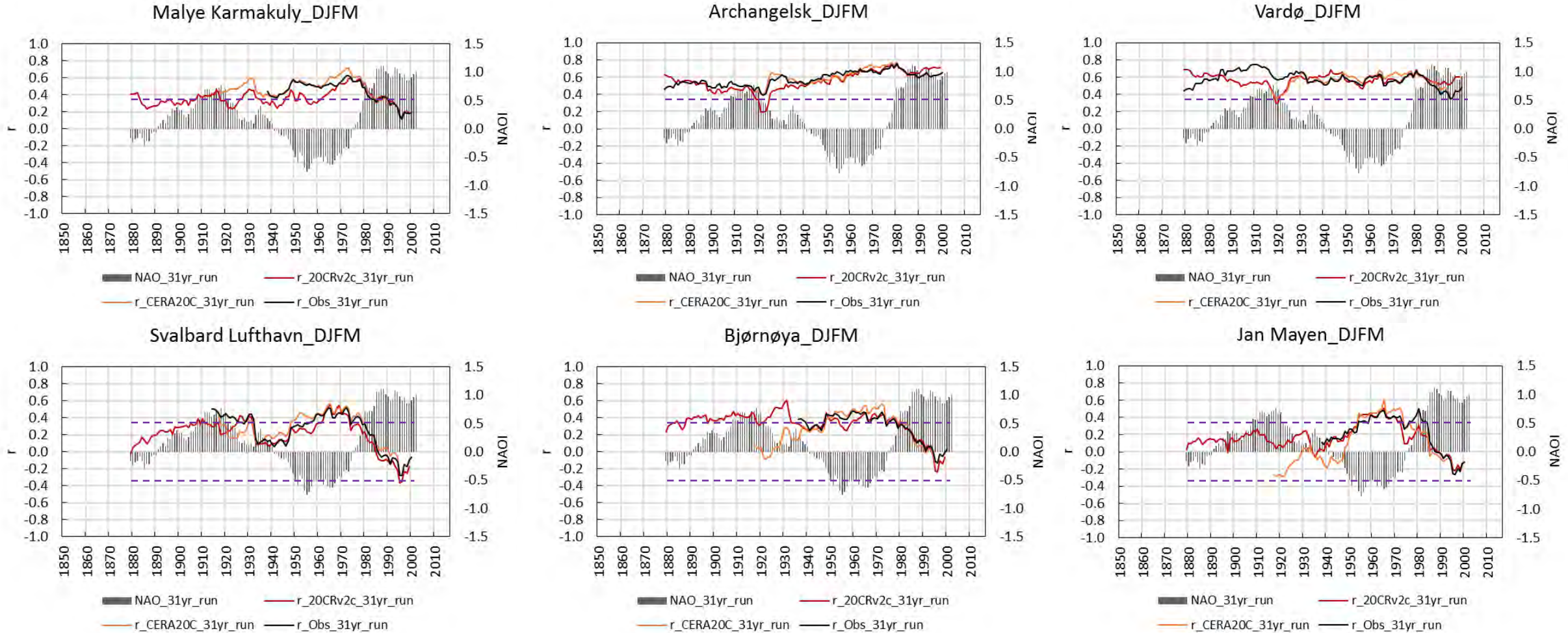
31-letni średni ruchomy indeks zimowy (grudzień-marzec) NAO porównano z 31-letnimi średnimi ruchomymi anomaliami temperatury Powietrza w sezonie zimowym (grudzień-marzec)

Wpływ NAO na zmiany temperatury powietrza w Arktyce w okresie instrumentalnym. Regiony Grenlandzki, Morza Baffina i Pacyficzny



31-letni średni ruchomy indeks zimowy (grudzień-marzec) NAO porównano z **31-letnimi** średnimi ruchomymi anomaliami temperatury powietrza w sezonie zimowym (grudzień-marzec)

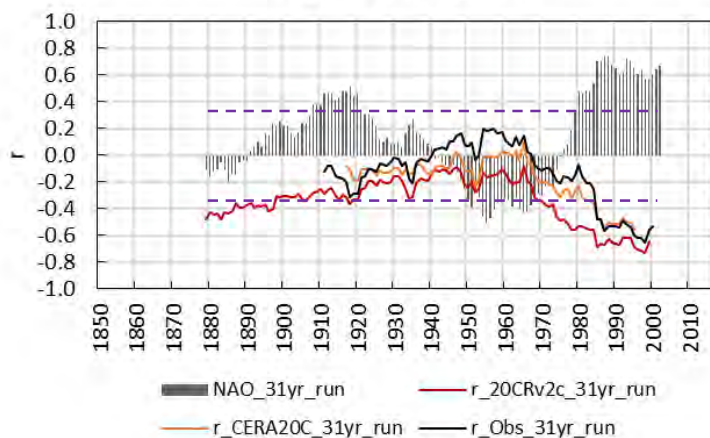
Wpływ NAO na zmiany temperatury powietrza w Arktyce w okresie instrumentalnym. Region Atlantycki



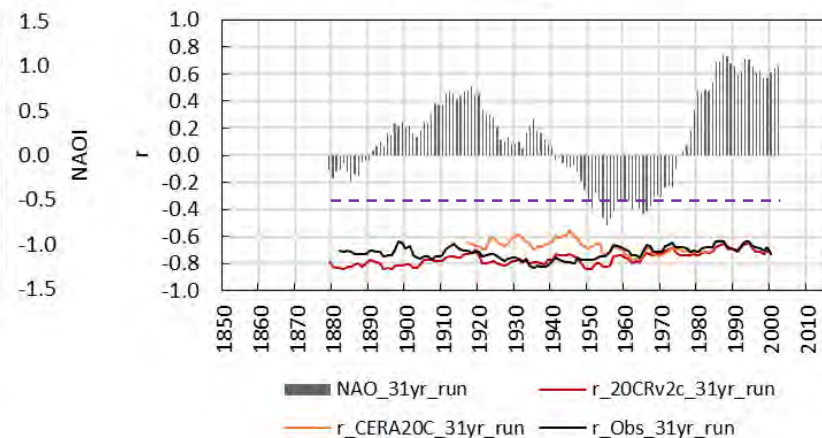
31-letnie ruchome wartości współczynników korelacji między indeksem zimowym (grudzień-marzec) NAO i anomaliami temperatury powietrza w sezonie zimowym (grudzień-marzec). Pozioma linia przerywana oznacza poziom istotności 0,05

Wpływ NAO na zmiany temperatury powietrza w Arktyce w okresie instrumentalnym. Regiony Grenlandzki, Morza Baffina i Pacyficzny

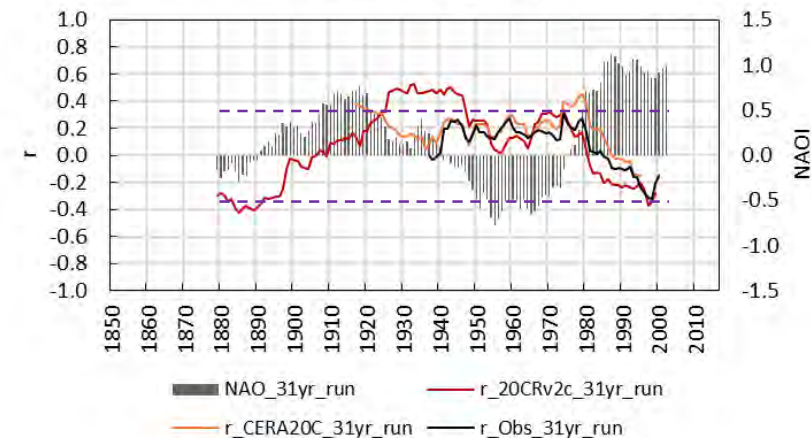
Angmagssalik_DJFM



Godthåb_DJFM



Point Barrow_DJFM



31-letnie ruchome wartości współczynników korelacji między indeksem zimowym (grudzień-marzec) NAO i anomiami temperatury powietrza w sezonie zimowym (grudzień-marzec). Pozioma linia przerywana oznacza poziom istotności 0,05



WNIOSKI



1. Dodanie 20 lat, 1996-2015, do analizy wpływu NAO na temperaturę w Arktyce nie przyniosło żadnych istotnych zmian w sile związku i w jego rozkładzie przestrzennym.
2. W okresie 1951-2015 daje się zauważyć silniejszy związek między 7-letnimi indeksami NAO i 7-letnimi temperaturami zimy w porównaniu do okresu wcześniejszego. W pierwszym okresie zbieżność badanych serii jest znacznie większa w Arktyce Atlantyckiej w przypadku fazy ujemnej NAO. Na wschodnim wybrzeżu Grenlandii zgodnie z oczekiwaniem ujemnej fazy NAO towarzyszy wzrost temperatury i vice versa. Na Alasce brak wyraźnych związków.



3. Stosując średnie 31-letnie zauważyć można wzrost skorelowania badanych szeregów czasowych. Daje się wyróżnić w przebiegu NAO ok. 70-80-letnią cykliczność. Temperatura powietrza wykazuje ok. 20-letnie opóźnienie w stosunku do zmian indeksu NAO.

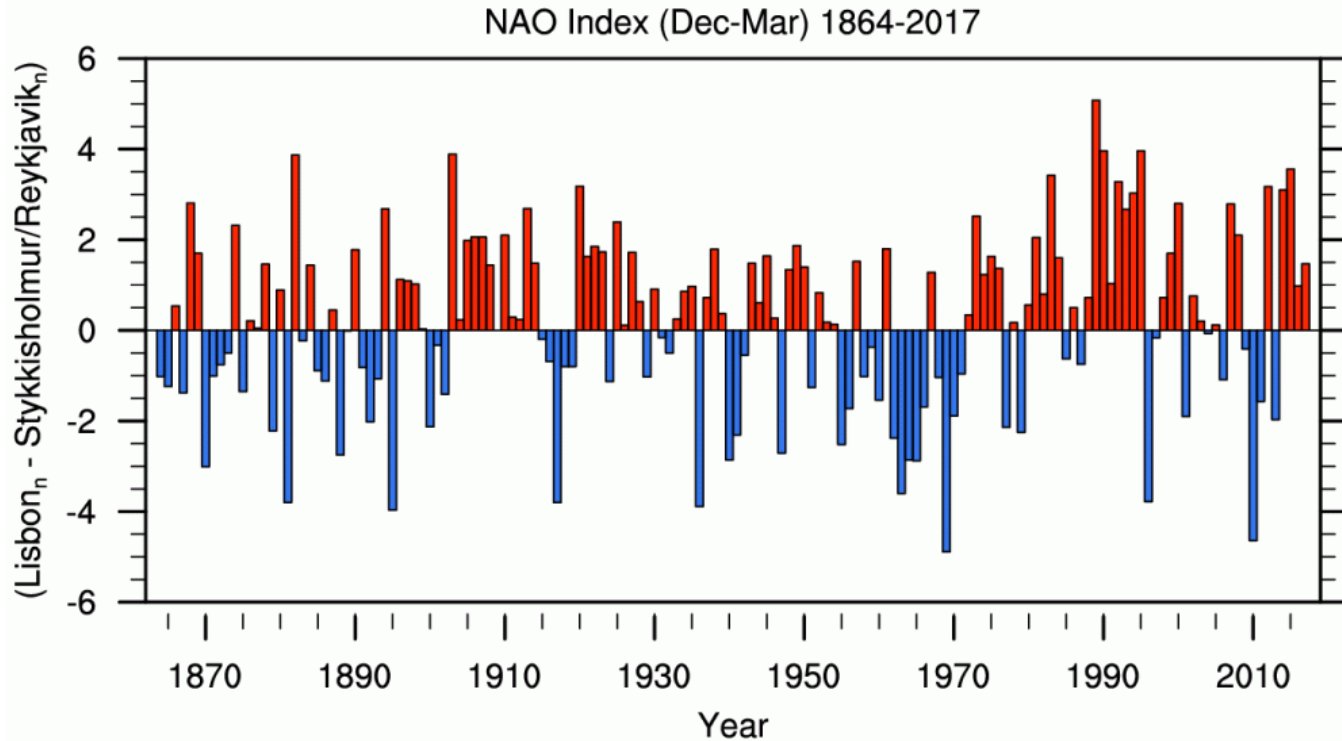
4. W Subarktyce stwierdzono występowanie stabilnej i istotnej statystycznie dodatniej korelacji między NAO a temperaturą powietrza. W Arktyce Atlantyckiej jest ona dodatnia, ale tylko w nielicznych 31-letnich okresach jest statystycznie istotna. Od 1990 r. korelacja stała się ujemna. Podobnie na Alasce.

Na wschodnim wybrzeżu Grenlandii jest ona w całym okresie stabilna i silna ($r = -0,6$ do $-0,8$) i zgodnie z oczekiwaniem ujemna.



NICOLAUS COPERNICUS
UNIVERSITY
IN TORUŃ
Faculty of Earth Sciences

Konferencja naukowa
NAO – jej istota, przyczyny i konsekwencje
Wrocław, 8 - 10 marca 2018

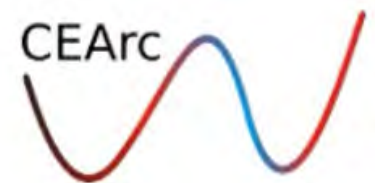


Źródło ryciny:
Hurrell, 2017

DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ !

Rajmund Przybylak & Przemysław Wyszyński

*Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Katedra Meteorologii i Klimatologii,
Toruń, E-mail: rp11@umk.pl, Przemyslaw.Wyszynski@umk.pl*



Projekt Nr 2015/19/B/ST10/02933