

Małgorzata Kirschenstein

Dariusz Baranowski

Akademia Pomorska

Słupsk

**WAHANIA ROCZNE I TENDENCJE
ZMIAN TEMPERATURY POWIETRZA W KOSZALINIE
ANNUAL FLUCTUATIONS AND TRENDS
OF THEIR CHANGES AIR TEMPERATURE IN KOSZALIN**

Zarys treści: Przedstawiono podstawowe cechy rocznego przebiegu temperatury powietrza (zróznicowanie między poszczególnymi miesiącami i porami roku). Określono wahania temperatury powietrza w wieloleciu 1950-2007 i trendy zmian. Sprawdzono zależność temperatury powietrza od Oscylacji Północnoatlantyckiej (North Atlantic Oscillation – NAO).

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, zmienność, wskaźnik NAO, Koszalin

Key words: air temperature, changeability, NAO index, Koszalin

Wstęp

W ostatnich latach szeroko omawiany jest problem tempa zmian i wahań poszczególnych elementów meteorologicznych, w tym temperatury powietrza. Rozważa się go w różnych skalach czasowych i przestrzennych. Prowadzone badania są próbą oceny potencjalnych skutków zmian w środowisku przyrodniczym oraz wyjaśnienia przyczyn tych zmian, z uwzględnieniem zarówno czynników antropogenicznych, jak i naturalnych. W raporcie Międzyrządowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu (IPCC) z 2007 roku stwierdzono, że większość zmian temperatury obserwowanych w ostatnich 50 latach należy przypisać działalności człowieka. W wieloleciu 1900-2004 obserwowane zmiany temperatury na powierzchni Ziemi wyniosły około 0,4-0,8°C. W Polsce w drugiej połowie XX wieku stwierdzono wzrost średniej temperatury powietrza o ok. 0,9°C. Przeważająca część tego ocieplenia przypada na lata 80. i 90. (Fortuniak i in. 2001). Również Filipiak (2004) potwierdza występowanie silnego dodatniego trendu temperatury powietrza w skali roku oraz sezonów wiosennego i zimowego na obszarze Wybrzeża i Pomorza w drugiej połowie XX w.

Według Boryczki i Stopy-Boryczki (2007) w Europie występuje duża zależność pola temperatury powietrza od Oscylacji Północnoatlantyckiej (NAO) w miesiącach

zimowych. Autorzy stwierdzili, że w latach 1825-2000 temperatura powietrza w Europie była na ogół skorelowana dodatnio ze zmianami NAO.

Celem niniejszej pracy będzie analiza zmienności warunków termicznych w Koszalinie, z uwzględnieniem tempa zmian, określonego za pomocą współczynnika trendu liniowego, oraz zbadanie zależności temperatury powietrza od Oscylacji Północnoatlantyckiej. Podstawą opracowania temperatury powietrza w Koszalinie są miesięczne dane pomiarowe z okresu 1950-1970 i dobowe z okresu 1971-2007.

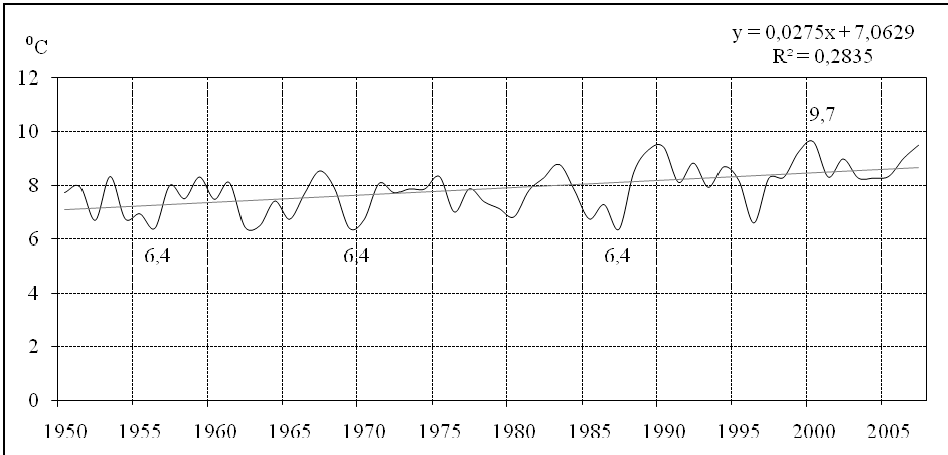
Wybrany do analizy Koszalin położony jest w pasie Pobrzeży Południowobałtyckich, w odległości ok. 10 km od wybrzeża. Jednym z najważniejszych elementów wyróżniających obszar pobrzeży jest klimat, który niewątpliwie odróżnia je od innych regionów kraju. Według klasyfikacji Okołowicza (1978) Koszalin leży w regionie, którego klimat kształtuje się pod wpływem Morza Bałtyckiego. Na obszarze tym ścierają się wpływy mas powietrza napływających z oceanu, kontynentu i morza. Następstwem tego jest duża zmienność warunków pogodowych. Klimat tego obszaru ma cechy charakterystyczne dla klimatu morskiego (wyższa niż na pozostałych obszarach Polski temperatura zimy oraz stosunkowo niższa temperatura lata, jesień cieplejsza od wiosny, wysokie sumy opadów w okresie jesienno-zimowym). Wilgotność względna i prężność pary wodnej w większości miesięcy należy do jednych z największych w Polsce. Również średnie roczne zachmurzenie w Koszalinie według Kirschenstein (2003) jest duże i wynosi 71%. Największym zachmurzeniem charakteryzuje się okres jesienno-zimowy, z maksimum w grudniu (81%). Ponadto występują tutaj wiatry o większej prędkości. Ważnym czynnikiem jest również położenie pobrzeży w zasięgu częstych wędrowek ośrodków cyklonalnych, przemieszczających się z północnego Atlantyku w kierunku północno-wschodniej Europy, co decyduje o dużym udziale mas powietrza oceanicznego w ogólnej cyrkulacji atmosfery.

Przebieg roczny temperatury powietrza

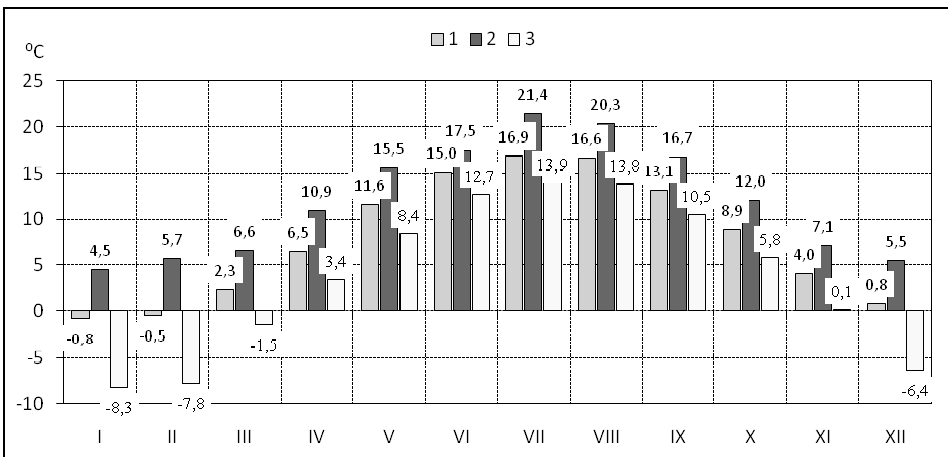
Średnia roczna temperatura powietrza w Koszalinie wynosi $7,9^{\circ}\text{C}$ i w okresie 1950-2007 ulegała wahaniom, od $6,4^{\circ}\text{C}$ (w latach: 1956, 1969, 1987) do $9,7^{\circ}\text{C}$ (w 2000 r.; ryc. 1).

Najcieplejszym miesiącem był lipiec ($16,9^{\circ}\text{C}$; ryc. 2). W poszczególnych latach maksimum temperatury występowało również w sierpniu (32,8% lat) i czerwcu (10,3%), a w roku 1993 w maju ($15,5^{\circ}\text{C}$). Najchłodniejszym miesiącem był styczeń ($-0,8^{\circ}\text{C}$). Średnie miesięczne minimum pojawiało się również w lutym (36,2% lat), grudniu (22,4%), marcu (1,7%) i listopadzie (1,7%). W badanym okresie, w 11 latach we wszystkich miesiącach jesiennych i zimowych średnia miesięczna temperatura powietrza była dodatnia.

Częste występowanie maksimum temperatury w sierpniu i minimum w lutym świadczy o tym, że w poszczególnych latach zdarza się przesunięcie występowania maksimum i minimum temperatury o miesiąc. Jest to cecha typowa dla obszarów położonych w niewielkiej odległości od wybrzeża Bałtyku, którą stwierdzili Paszyński i Niedźwiedz (1991). Podobną prawidłowość ustaliła Kirschenstein (2004) w przy-



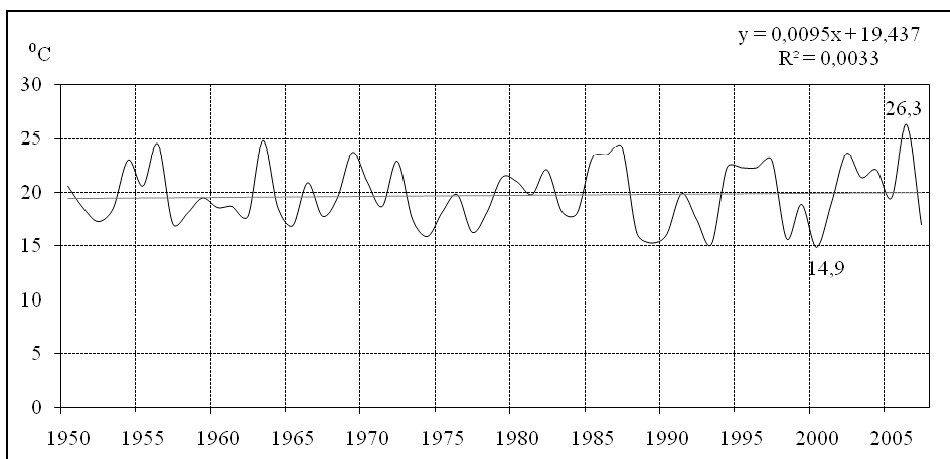
Ryc. 1. Średnia roczna temperatura powietrza (1950-2007)
 Fig. 1. Average annual air temperature (1950-2007)



Ryc. 2. Średnia miesięczna temperatura powietrza – 1, najcieplejszy miesiąc – 2, najchłodniejszy miesiąc – 3 (1950-2007)
 Fig. 2. Average monthly air temperature – 1, the warmest month – 2, the coldest month – 3 (1950-2007)

padku opadów atmosferycznych – na wielu stacjach położonych na Pobrzeżu Południowobałtyckim bardzo często maksimum sum opadów było przesunięte na sierpień lub częściej występowało w sierpniu niż w lipcu. Przesunięcie to związane jest z wpływem Morza Bałtyckiego, powodującego zmiany nie tylko w rocznym przebiegu temperatury powietrza, opadów atmosferycznych, ale również innych elementów meteorologicznych.

Ważną cechą rocznego przebiegu temperatury powietrza jest amplituda. Informuje ona przede wszystkim o zakresie zmian średnich miesięcznych temperatur.



Ryc. 3. Amplituda średniej miesięcznej temperatury powietrza (1950-2007)
 Fig. 3. Amplitude of average monthly air temperature (1950-2007)

Amplituda roczna, czyli różnica średniej miesięcznej temperatury najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca, wynosiła 19,7°C i wahała się od 14,9°C (w 2000 r.) do 26,3°C (w 2006 r.; ryc. 3). Paszyński i Niedźwiedź (1991) stwierdzili, że na Pobrzeżu Południowobałtyckim występują mniejsze roczne amplitudy w porównaniu z niziną częścią Polski, gdzie amplitudy rosną z zachodu ku wschodowi od ok. 20°C do 23°C. Wyjątkowo niskie amplitudy były także w górach.

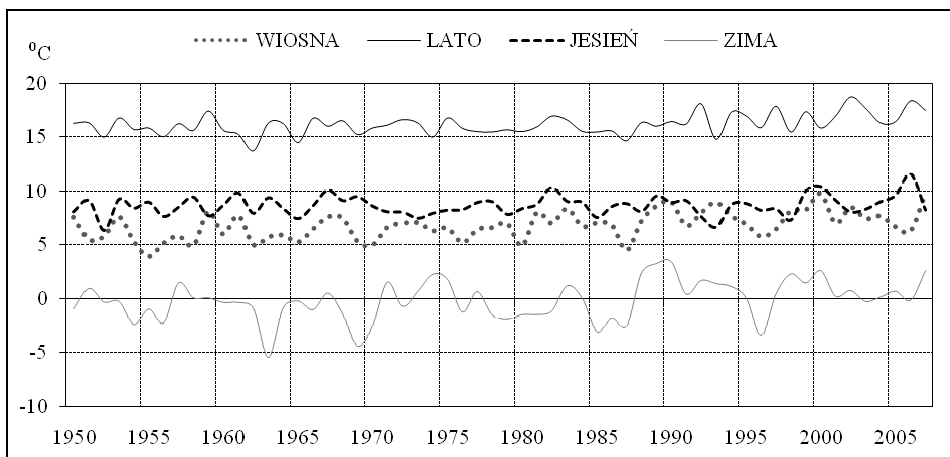
Niższe amplitudy temperatury powietrza na pobrażach wynikają z wpływu Morza Bałtyckiego. Jego ochładzający wpływ latem (szczególnie na początku lata) oraz ocieplający zimą łagodzi kontrasty termiczne pomiędzy skrajnymi porami roku. W przejściowych porach roku Bałtyk zwiększa zróżnicowanie termiczne między wiosną i jesienią, powodując, że wiosna jest chłodniejsza, a jesień cieplejsza.

Interesujące jest porównanie różnic średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w poszczególnych miesiącach (por. ryc. 2). W latach 1950-2007 największe wahania pomiędzy wartościami najcieplejszą i najchłodniejszą widoczne są w miesiącach zimowych: w styczniu ta różnica wynosiła 12,8°C, w lutym – 13,5°C, w grudniu – 11,9°C. Najmniejsze wahania wystąpiły w czerwcu (4,8°C).

W latach 1971-2007 (dla tego okresu zestawiono średnie dobowe temperatury powietrza) absolutne maksimum temperatury wynosiło 37,1°C (10.08.1992 r.), absolutne minimum -25,4°C (11.01.1987 r.).

Analiza temperatury powietrza w porach roku (ryc. 4) wykazała, że w latach 1950-2007 charakteryzowała się ona dużą zmiennością. Lato było chłodne, tylko w trzech latach (1990, 2000, 2007) średnie temperatury przekroczyły 18°C. Najcieplejsze lato (18,7°C) wystąpiło w 2002 roku, najchłodniejsze (13,7°C) w 1962 roku.

Charakterystyczną cechą były ciepłe zimy w okresie 1988-2007, tylko w trzech latach: 1996, 2003 i 2006 średnia temperatura była ujemna. Ciepłe zimy wystąpiły również w latach: 1951, 1957-1959, 1967, 1973-1975, 1977 i 1983-1984. Łącznie w 48,3% lat średnia temperatura zimą była dodatnia. Najmroźniejsza zima, z tempe-



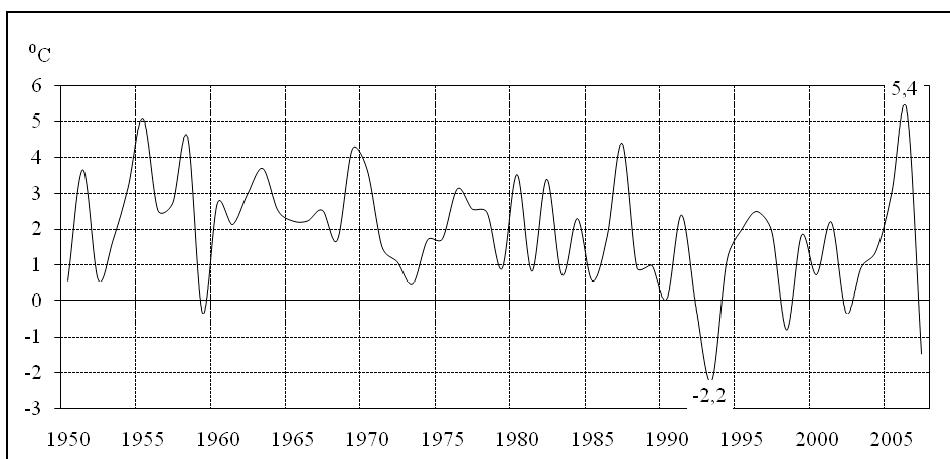
Ryc. 4. Średnia temperatura powietrza w porach roku (1950-2007)

Fig. 4. Average air temperature in seasons (1950-2007)

raturą $-5,4^{\circ}\text{C}$, wystąpiła w 1963 roku, najcieplejsza – z temperaturą $3,4^{\circ}\text{C}$ w 1990 roku (ryc. 4).

Bardzo ciepła była jesień – w 89,7% lat temperatura była wyższa niż wiosną. Najcieplejsza jesień ($11,7^{\circ}\text{C}$) wystąpiła w 2006 roku, najchłodniejsza ($6,4^{\circ}\text{C}$) w 1952 roku. Najcieplejsza wiosna ($9,8^{\circ}\text{C}$) była w 2007 roku a najchłodniejsza ($3,9^{\circ}\text{C}$) w 1955 roku (ryc. 4).

Ważną cechą rocznego przebiegu temperatury powietrza jest analiza różnicy temperatury jesieni i wiosny (ryc. 5). W Koszalinie średnia wieloletnia różnica wynosi $1,9^{\circ}\text{C}$ i wahała się od $-2,2^{\circ}\text{C}$ (1993 r.) do $5,4^{\circ}\text{C}$ (2006 r.). Tylko w 6 latach wiosną temperatura powietrza była wyższa niż jesienią. Oznacza to, że bezpośredni



Ryc. 5. Różnice temperatury powietrza jesieni (IX-XI) i wiosny (III-V)

Fig. 5. Differences of air temperature in autumn (IX-XI) and spring (III-V)

ocieplający wpływ Bałtyku jesienią i ochładzający wiosną jest znaczny. Według Pa-szyńskiego i Niedźwiedzia (1991) w Polsce środkowej i południowej różnica tempe-ratury pomiędzy jesienią i wiosną wyraźnie zmniejsza się i wynosi ok. 1°C.

Aby zbadać, czy w wieloleciu 1950-2007 zmieniła się temperatura powietrza, obliczono wartości współczynnika trendu liniowego (tab. 1). Wskazują one na wzrost temperatury powietrza we wszystkich porach roku, głównie wiosną 0,0393°C rok⁻¹ i zimą 0,0360°C rok⁻¹. Otrzymane wartości trendów oznaczają, iż w rozważa-nym 58-leciu w Koszalinie wystąpił duży przyrost temperatury powietrza – o około 2,3°C wiosną i 2,1°C zimą.

Tabela 1
Współczynniki trendu liniowego i wielkość przyrostu
temperatury powietrza (1950-2007)

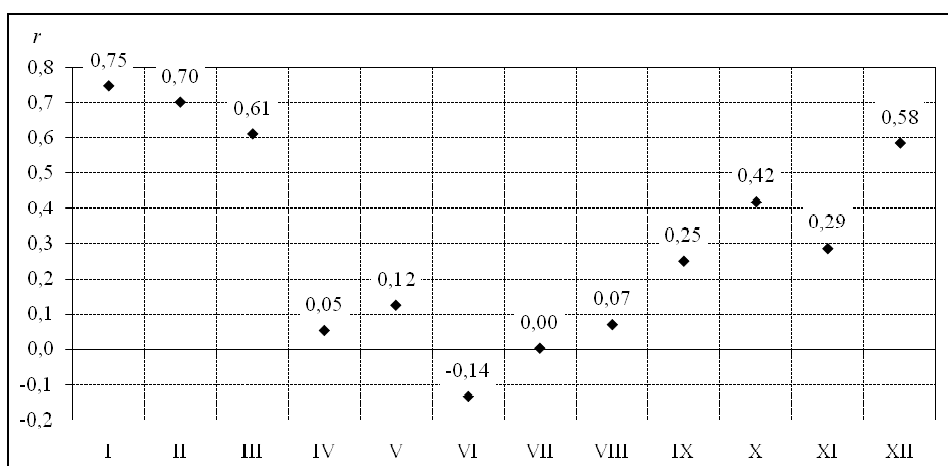
Table 1
Line trend factors and volume of air temperature increase (1950-2007)

Okresy roku	Trend	Przyrost temperatury w 58-leciu
I	0,0395	2,3
II	0,0487	2,8
III	0,0382	2,2
IV	0,0395	2,3
V	0,0403	2,3
VI	0,0085	0,5
VII	0,0330	1,9
VIII	0,0317	1,8
IX	0,0140	0,8
X	0,0105	0,6
XI	0,0059	0,3
XII	0,0198	1,1
WIOSNA	0,0393	2,3
LATO	0,0244	1,4
JESIEŃ	0,0101	0,6
ZIMA	0,0360	2,1
ROK	0,0275	1,6

Znacznie niższy wzrost temperatury wystąpił latem ($0,0244^{\circ}\text{C rok}^{-1}$) i jesienią ($0,0101^{\circ}\text{C rok}^{-1}$). Wysoki przyrost temperatury zimą jest spowodowany dużym jej wzrostem w styczniu $-0,0395^{\circ}\text{C rok}^{-1}$ i w lutym $-0,0487^{\circ}\text{C rok}^{-1}$. Tendencja do wzrostu temperatury wystąpiła także we wszystkich wiosennych miesiącach, największa w maju ($0,0403^{\circ}\text{C rok}^{-1}$). Najmniejszy trend wzrostu wystąpił w listopadzie ($0,0059^{\circ}\text{C rok}^{-1}$), następnie w czerwcu, październiku i we wrześniu (tab. 1). Z powyższej analizy wynika, że w Koszalinie w latach 1950-2007 wystąpiły bardzo wysokie wzrosty temperatury powietrza. Miesiącem o najwyższym przyroście średniej temperatury był luty, porami roku – wiosna i zima. Natomiast miesiącami o najniższym przyroście temperatury były listopad i czerwiec, porą roku – jesień. W badanym okresie 1950-2007 wartość współczynnika trendu liniowego wynosi $0,0275^{\circ}\text{C rok}^{-1}$, oznacza to przyrost średniej rocznej temperatury powietrza w Koszalinie o około $1,6^{\circ}\text{C}$ (tab. 1).

Oscylacja Północnoatlantycka a temperatura powietrza

Cyrkulacja atmosferyczna jest jednym z głównych czynników wpływających na zmianę elementów meteorologicznych, w tym temperatury powietrza. Na obszarze północno-zachodniej Polski o zmienności temperatury powietrza decyduje cyrkulacja atmosferyczna znad Morza Bałtyckiego i Oceanu Atlantyckiego. Jedną z metod oceny wpływu cyrkulacji na warunki pogodowe jest wskaźnik Oscylacji Północnoatlantyckiej (NAO – North Atlantic Oscillation). Jest to różnica ciśnienia atmosferycznego, mierzonego na poziomie morza pomiędzy dwoma stacjami, znajdującymi się w pobliżu centrów Nizu Islandzkiego i Wyżu Azorskiego. Cyrkulacja NAO oddziałuje głównie w zimie i ma dwie fazy, które powodują różne warunki pogodowe. Zimą w czasie dodatniej (pozytywnej) fazy NAO wzrostowi ciśnienia w Wyżu Azorskim towarzyszy spadek ciśnienia w Nizu Islandzkim. Zimy w Europie są



Ryc. 6. Współczynnik korelacji (r) temperatury powietrza i wskaźnika NAO (1950-2007)
 Fig. 6. Coefficients of correlation (r) of air temperature and NAO index (1950-2007)

wówczas ciepłe i wilgotne, ponieważ powietrze znad Atlantyku przemieszcza się z zachodu na wschód nad obszar Europy i Polski. Natomiast podczas ujemnej (negatywnej) fazy NAO występuje słaby Wyż Azorski i płytki Niż Islandzki. Zmniejszenie gradientu ciśnienia prowadzi do osłabienia równoleżnikowego przepływu powietrza i do spadku temperatury w Europie (zimy są suche i mroźne).

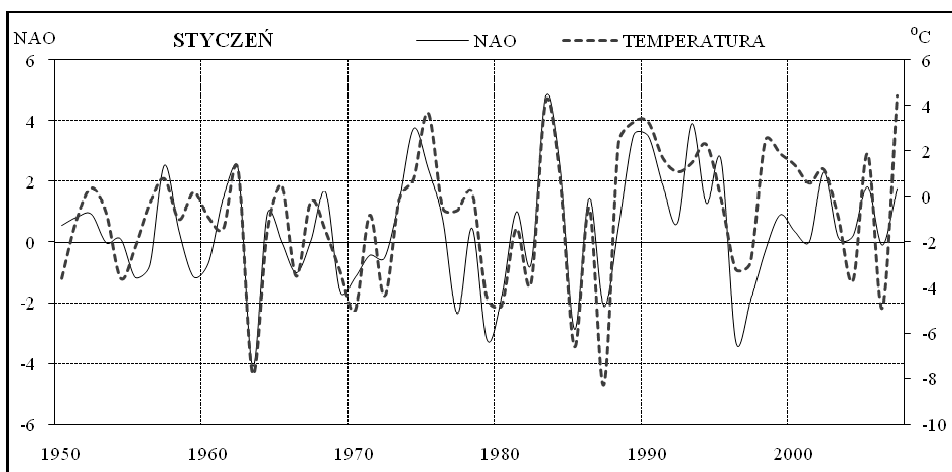
W pracy podjęto próbę oceny związków między zmianami cyrkulacyjnymi NAO obserwowanymi w wieloleciu 1950-2007 a temperaturami powietrza. Do badań wybrano miesięczne oraz sezonowe wartości wskaźnika NAO (National Weather Service 2008). Z analizy wynika, że występuje duża zależność temperatury powietrza od Oscylacji Północnoatlantyckiej w miesiącach zimowych (XII-II) oraz w marcu; świadczą o tym duże wartości współczynnika korelacji (ryc. 6). Niska korelacja ze wskaźnikiem NAO wystąpiła od kwietnia do września, zaś ujemna – w czerwcu. W ujęciu sezonowym korelacja zimą wynosiła aż 0,78, jesienią – 0,28, wiosną – 0,12, natomiast latem była ujemna (-0,19).

Duże wartości współczynnika korelacji zimą świadczą o tym, że występuje ścisła zależność pomiędzy temperaturą powietrza w Koszalinie a wskaźnikiem NAO. Ponadto w chłodnym okresie roku im większy jest gradient południkowy ciśnienia pomiędzy Niżem Islandzkim i Wyżem Azorskim, tym więcej ciepła zmagazynowanego w wodach Atlantyku przekazywane jest atmosferze, w efekcie zimy są cieplejsze.

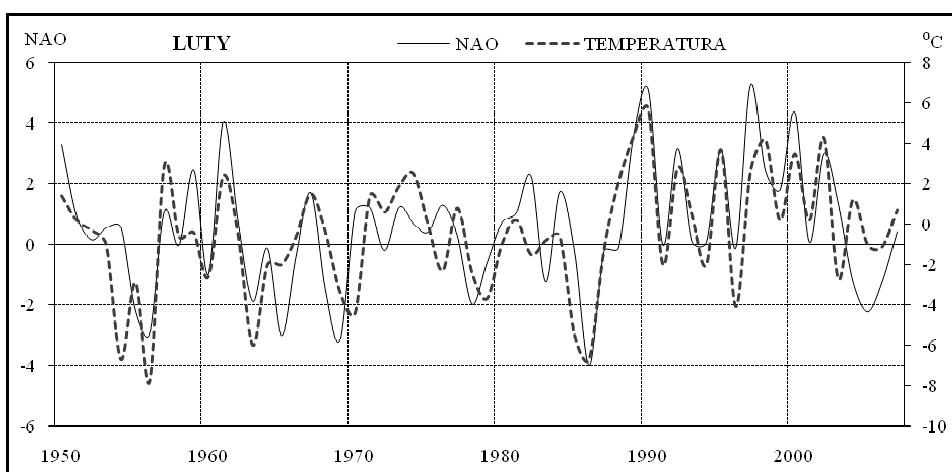
Wzajemną zależność wysokości temperatury powietrza od wartości wskaźnika NAO potwierdza nie tylko wartość współczynnika korelacji, ale także wykresy przedstawiające zmiany średniej miesięcznej temperatury powietrza i wskaźnika NAO w wieloleciu 1950-2007 (ryc. 7a-d). Z wykresów wynika, że rozkłady obu elementów są do siebie bardzo podobne, szczególnie w styczniu i lutym (ryc. 7a-b). W wyróżnionych miesiącach (XII-III) występuje bardzo duża zgodność fazowa (pozytywnej fazie NAO odpowiada wzrost średniej miesięcznej temperatury, zaś negatywnej fazie NAO – spadek średniej miesięcznej temperatury). W styczniu zgodność wynosi 86,2%, w lutym – 89,6%, w marcu – 74,1% i w grudniu 72,4%. Zaobserwowano także, że występuje bardzo duża zgodność faz ujemnych w styczniu (90,5%) i lutym (82,6%) oraz dodatnich w marcu (94,6%) i grudniu (96,5%). Z analizy wynika również, iż pojawienie się najcieplejszych i najchłodniejszych miesięcy było ściśle związane z odpowiednią fazą NAO, np. przy maksymalnej wartości wskaźnika NAO w styczniu (4,82) średnia miesięczna temperatura powietrza osiągnęła 4,2°C (1983 r.), natomiast przy minimalnej (-4,09) temperatura wyniosła -7,8°C (1963 r.). Najcieplejszy styczeń (4,5°C – 2007 r.) wystąpił jednak przy niższym wskaźniku NAO 1,77, podobnie najchłodniejszy styczeń (-8,3°C – 1987 r.) – przy wskaźniku -2,12 (ryc. 7a).

Podobne były prawidłowości w pozostałych miesiącach (lutym, marcu i grudniu). Uwzględniając skrajne wartości wskaźnika NAO, otrzymano następujące zależności:

- w lutym – przy maksymalnym wskaźniku 5,26 średnia miesięczna temperatura osiągnęła 2,6°C (1997 r.), przy minimalnym wskaźniku -4,02 wyniosła -6,7°C (1986 r.), natomiast najcieplejszy luty (5,7°C – 1990 r.) wystąpił przy wskaźniku 5,11, a najchłodniejszy (-7,8°C – 1956 r.) przy wartości wskaźnika -2,96 (ryc. 7b);

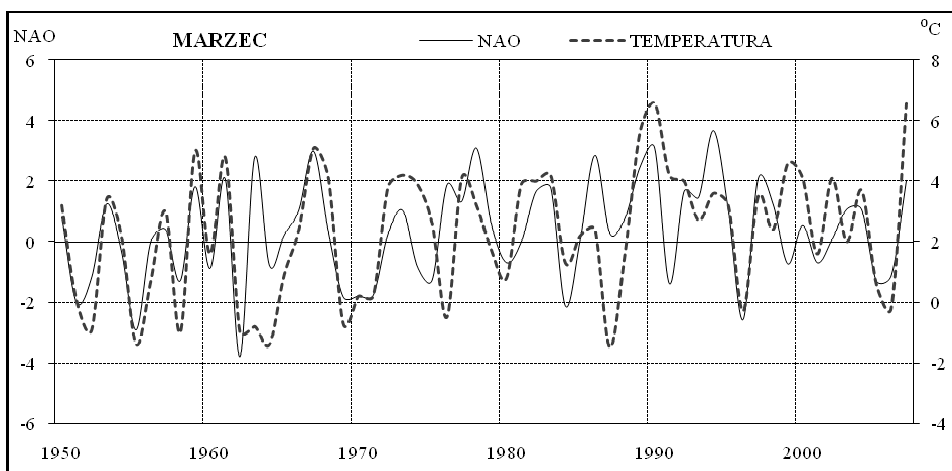


Ryc. 7a. Średnia miesięczna temperatura powietrza i wskaźnik NAO (1950-2007)
 Fig. 7a. Average monthly air temperature and NAO index (1950-2007)

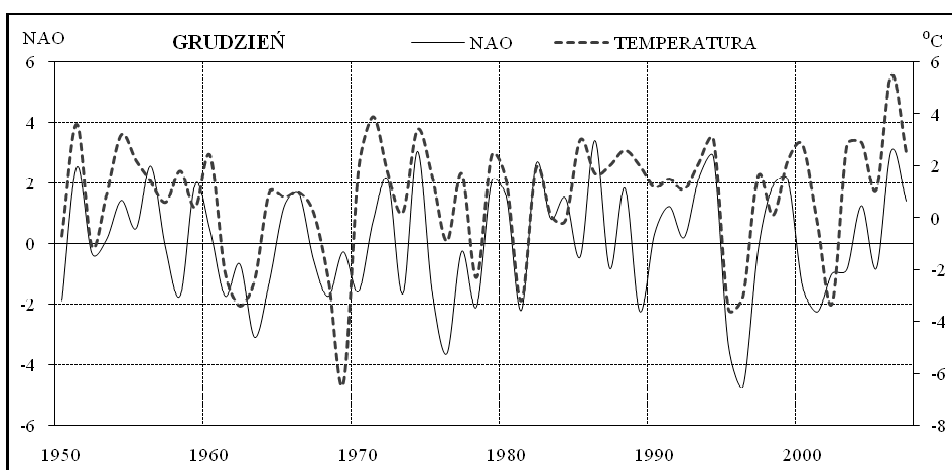


Ryc. 7b. Średnia miesięczna temperatura powietrza i wskaźnik NAO (1950-2007)
 Fig. 7b. Average monthly air temperature and NAO index (1950-2007)

- w marcu – przy maksymalnym wskaźniku 3,68 średnia miesięczna temperatura osiągnęła 3,6°C (1994 r.), przy minimalnym wskaźniku -3,78 wynosiła ona -1,0°C (1962 r.), natomiast najcieplejszy marzec (6,6°C – 2007 r.) wystąpił przy wskaźniku 2,03, a najchłodniejszy (-1,5°C – 1987 r.) przy 0,29 (ryc. 7c);
- w grudniu – przy maksymalnym wskaźniku 3,42 średnia miesięczna temperatura wynosiła 1,7°C (1986 r.), zaś przy minimalnym wskaźniku -4,70 wyniosła -3,0°C (1996 r.), natomiast najcieplejszy grudzień (5,5°C – 2006 r.) był przy wskaźniku 3,08, a najchłodniejszy (-6,4°C – 1969 r.) przy jego wartości -0,26 (ryc. 7d).



Ryc. 7c. Średnia miesięczna temperatura powietrza i wskaźnik NAO (1950-2007)
 Fig. 7c. Average monthly air temperature and NAO index (1950-2007)



Ryc. 7d. Średnia miesięczna temperatura powietrza i wskaźnik NAO (1950-2007)
 Fig. 7d. Average monthly air temperature and NAO index (1950-2007)

Z powyższej analizy wynika, że niewątpliwie cyrkulacja atmosferyczna określona wskaźnikiem NAO bardzo dobrze koreluje z temperaturą powietrza w Koszalinie od grudnia do marca. Wynika to ze wzmożonej działalności ośrodków barycznych, które kształtują się nad Atlantykiem. W cieplejszym okresie roku ten wpływ zmniejsza się, szczególnie w miesiącach letnich. Nie oznacza to, że ocean w tym czasie nie ma wpływu na rozkład temperatury powietrza. W cieplej porze roku napływające z Atlantyku powietrze jest chłodne i charakteryzuje się dużą chwiejnością, często powodując ochłodzenie. Ponadto w tym okresie bardzo ważną rolę odgrywają uwarunkowania lokalne. W przypadku Pobrzeży Południowobałtyckich taką rolę w kształ-

towaniu temperatury powietrza odgrywa także Morze Bałtyckie, którego wpływ z różnym nasileniem widoczny jest we wszystkich porach roku. W chłodnym okresie powoduje podwyższenie temperatury, w ciepłym – obniżenie. W ten sposób łagodzi kontrasty termiczne pomiędzy porami roku.

Wnioski

Złożoność oddziaływań czynników na rozkład temperatury powietrza w Koszalinie powoduje, że jej cechą jest bardzo duża zmienność zarówno w przebiegu rocznym, jak i wieloletnim. Wynika ona ze zmiennego oddziaływania cyrkulacji znanego Oceanu Atlantyckiego, Morza Bałtyckiego i obszaru kontynentalnego oraz uwarunkowań lokalnych.

Najcieplejszym miesiącem był lipiec, jednak średnie maksimum występowało również często w sierpniu. Najchłodniejszym miesiącem był styczeń, minimum często pojawiało się również w lutym i grudniu. Występowanie maksimum w sierpniu i minimum w lutym świadczy o częstym przesunięciu o miesiąc. Jest to cecha typowa dla obszarów położonych w niewielkiej odległości od wybrzeża Bałtyku.

Analiza temperatury powietrza w porach roku wykazała, że lato było chłodne, tylko w trzech latach (1990, 2000, 2007) średnia temperatura przekroczyła 18°C. Często natomiast występowały ciepłe zimy (łącznie w 48,3% lat średnie temperatury zimą były dodatnie). Bardzo ciepła była jesień – w 89,7% lat temperatura była wyższa niż wiosną.

Analiza współczynników trendu liniowego wykazała, że miesiącem o najwyższym przyroście temperatury był luty, porami roku – wiosna i zima. Miesiącem o najniższym przyroście temperatury był listopad, porą roku – jesień. W badanym 58-leciu przyrost średniej rocznej temperatury powietrza wynosi około 1,6°C.

Z analizy związków między zmianami cyrkulacyjnymi NAO a temperaturą powietrza wynika, że w Koszalinie występuje duża zależność temperatury powietrza od Oscylacji Północnoatlantyckiej w miesiącach zimowych (XII-II) oraz w marcu. Świadczą o tym duże wartości współczynnika korelacji.

Literatura

- Boryczka J., Stopa-Boryczka M., 2007, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, Acta Agrophysica 9(3), s. 555-570
- Filipiak J., 2004, *Zmienność temperatury powietrza na Wybrzeżu i Pomorzu w drugiej połowie XX wieku*, ser. Monografie IMGW, Warszawa
- Fortuniak K., Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001, *Trendy i okresowość zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku*, Przegląd Geofizyczny 46, 4, s. 283-303
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Reports, 2007
- Kirschenstein M., 2003, *Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na kształtowanie zachmurzenia w Koszalinie*, Słupskie Prace Geograficzne, 1, s. 107-119
- Kirschenstein M., 2004, *Rola cyrkulacji atmosferycznej w kształtowaniu opadów w północno-zachodniej Polsce*, Słupsk

Okołowicz W., 1978, *Mapa regionów klimatycznych*. W: *Narodowy atlas Polski*, Wrocław
Paszyński J., Niedźwiedź T., 1991, *Klimat*. W: red. L.Starkel, *Geografia Polski, Środowisko przyrodnicze*, Warszawa
NWC. National Weather Service. 2008, www.cgd.vcar.edu/nao.stat.ann.html

Summary

The present paper provides characteristics of the basic features of annual course of air temperature. After analyzing the collected data the author discovered, that annual course of air temperature in Koszalin was characterized by high variability. It results from variable effects of circulation from the Atlantic Ocean, the Baltic Sea, continental areas and finally local considerations. July was the warmest month, and January – the coldest one. An analysis of air temperature in seasons indicated, that summer seasons in Koszalin are cool. However winters tend to be warm (positive average temperatures were recorded in winter seasons in 48.3% of the analyzed years). Autumn seasons tend to be very warm – temperature was higher in autumn than in spring in 89.7% of the analyzed years.

An analysis of line trend factors indicated, that February was characterized by the highest temperature increase, the mentioned tendency also concerns spring and winter. November was characterized by the lowest temperature increase, and autumn is the season characterized by the mentioned tendency. The analyzed period of 58 years was characterized by average annual air temperature increase of about 1.6°C.

After analyzing the relations between the circulation changes of the NAO and air temperature the author confirms that high dependence of air temperature on North Atlantic Oscillation in winter months and March was recorded in the city of Koszalin. Moreover high volume of correlation factor confirms the results of the research.