

## ZMIENNOŚĆ MINIMALNEJ DOBOWEJ TEMPERATURY POWIETRZA W STREFIE POLSKIEGO WYBRZEŻA BAŁTYKU\*

*Czesław Koźmiński<sup>1</sup>, Bożena Michalska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Zakład Klimatologii i Meteorologii Morskiej, Uniwersytet Szczeciński  
ul. Wąska 13, 71-415 Szczecin

<sup>2</sup>Katedra Meteorologii i Klimatologii, Akademia Rolnicza w Szczecinie  
ul. Papieża Pawła VI/3, 71-434 Szczecin  
e-mail: [bmichalska@agro.ar.szczecin.pl](mailto:bmichalska@agro.ar.szczecin.pl)

**Streszczenie.** Wykorzystując wyniki pomiarów najniższej minimalnej temperatury powietrza w danym miesiącu z 9 stacji meteorologicznych IMGW za lata 1956-2005, opracowano czasową i przestrzenną zmienność tego elementu na polskim wybrzeżu Bałtyku. Absolutnie najniższe dobowe minimalne temperatury powietrza wyniosły od około 2°C w sierpniu do około -30°C w lutym i w styczniu. Posługując się metodą regresji liniowej analizowano kierunek i wielkość zmian minimalnej temperatury w całym 50-leciu, wykazując największy wzrost temperatury w lutym i w styczniu od 2,3°C do 6,7°C na 50 lat. Klasyfikację termiczną według poszczególnych miesięcy przeprowadzono metodą kwantylową, co dało podstawę do opracowania kalendarza zmian minimalnej dobowej temperatury powietrza. Począwszy od 1988 roku zaznacza się na wybrzeżu bardzo wyraźny wzrost temperatury, zwłaszcza zimą i wczesną wiosną, a od 1997 roku – także w miesiącach letnich. W pracy analizowano zależności minimalnej dobowej temperatury ze średnią miesięczną temperaturą powietrza uzyskując istotne statystycznie związki, szczególnie zimą. Dużą zależność ze średnią miesięczną temperaturą wykazuje również amplituda temperatury (różnica między najwyższą maksymalną i najniższą minimalną dobową temperaturą w danym miesiącu) przyjmując istotny statystycznie kierunek zmian – zimą ujemny, a latem dodatni.

**Słowa kluczowe:** minimalna temperatura, zmienność, trendy, klasyfikacja termiczna

### WSTĘP

W klimatologii, przy ocenie zakresu warunków termicznych danego obszaru lub miejscowości, często stosuje się skrajne (maksymalne i minimalne) dobowe temperatury powietrza. W Polsce, wielkość anomalnych i ekstremalnych tem-

---

\*Praca wykonana w ramach projektu badawczego PBZ-KBN-086/PO4/2003

peratur powietrza zależy w zimie, głównie od odległości od Oceanu Atlantyckiego i Bałtyku, w lecie szerokości geograficznej, a w całym roku od cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju napływających mas powietrza, a także warunków fizjograficznych. W miarę postępujących zmian klimatu, zmienia się również częstość i zakres występowania minimalnej i maksymalnej temperatury powietrza, oddziałujących na dynamikę procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych w środowisku przyrodniczym.

U współczesnego człowieka próg pobudliwości meteorologicznej jest znacznie obniżony w stosunku do człowieka żyjącego w ubiegłych wiekach. Szczególnie uciążliwe dla człowieka są temperatury powietrza bardzo wysokie ( $>25^{\circ}$  i  $>30^{\circ}\text{C}$ ) i bardzo niskie ( $<-10^{\circ}\text{C}$ ) oraz duże amplitudy i międzydobowe zmienności temperatury powietrza (Błażejczyk 2004).

Literatura klimatologiczna i bioklimatyczna dotycząca polskiego wybrzeża Bałtyku jest obszerna. Najbardziej kompleksowe informacje o warunkach termicznych wybrzeża można znaleźć w rozprawie (Filipiaka 2004 oraz w Atlasie zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza 2004, w pracach Miętusa i in. 2004, a także w monografii Kozłowskiej-Szczęsnej i in. 2002) dotyczącej bioklimatu uzdrowisk polskich, w tym: Świnoujście, Kołobrzegu, Ustki i Sopotu. Wiadomości na temat zmian dobowych ekstremalnych temperatur powietrza znajdują się w pracach: Cebulak i Limanówka (2007), Jędrys i Leśny (2007), Koźmiński i Michalska (2008), Owczarek (2005) oraz Panfil (2007). O rozkładzie temperatury na wybrzeżu zimą w zależności od kształtowania się warunków termicznych północnego Atlantyku pisał (Marsz 2001). Ogólnej oceny warunków termicznych w Polsce, za dłuższe okresy pomiarów dokonały Kuziemska (1983) i Trepieńska (2005), a w skali centralnej Europy Brazdil i in. (1995).

#### MATERIAŁY I METODY

W pracy posłużono się wynikami pomiarów najniższej minimalnej dobowej temperatury powietrza, jaką notowano w danym miesiącu na 9 stacjach meteorologicznych IMGW (Świnoujście, Kołobrzeg, Koszalin, Darłowo, Ustka, Łeba, Hel, Gdańsk-Świbno, Elbląg) za lata 1956-2005 (rys. 1). W odniesieniu do Darłowa i Gdańska-Świbna rozpatrywano okres krótszy: 1956-2000. Analizowano rozkład czasowy i przestrzenny wzdłuż wybrzeża oraz wartości średnie, najwyższe, najniższe i odchylenia standardowe minimalnej dobowej temperatury powietrza w układzie miesięcy, sezonów i roku. Posługując się metodą regresji liniowej analizowano również trendy zmian minimalnej temperatury, co umożliwiło ocenę kierunku i wielkości zmian tego elementu w badanym 50-leciu. Istotność statystyczną współczynników korelacji oszacowano na poziomie:  $\alpha = 0,05$  i  $\alpha = 0,01$ .



**Rys. 1.** Rozkład stacji meteorologicznych IMGW w strefie polskiego wybrzeża Bałtyku  
**Fig. 1.** Distribution of IMGW meteorological stations on the Polish Baltic Coast

Badano także częstość występowania minimalnej dobowej temperatury w przedziałach 5-cio stopniowych. Mimo postępującego ocieplenia klimatu stwierdzono nieregularne występowanie ochłódzeń, co wykazano badając tę temperaturę w okresach 25-cio letnich (1956-1980 i 1981-2005) oraz w kolejnych 10-cio leciach. W celu określenia zmienności tego elementu klimatu posłużono się metodą kwantyli, w której dokonano oceny pełnego zakresu zmienności minimalnej dobowej temperatury na danej stacji według 11 przedziałów kwantylowych od ekstremalnie niskiej (kwantyl 5%) do ekstremalnie wysokiej (kwantyl 95%):

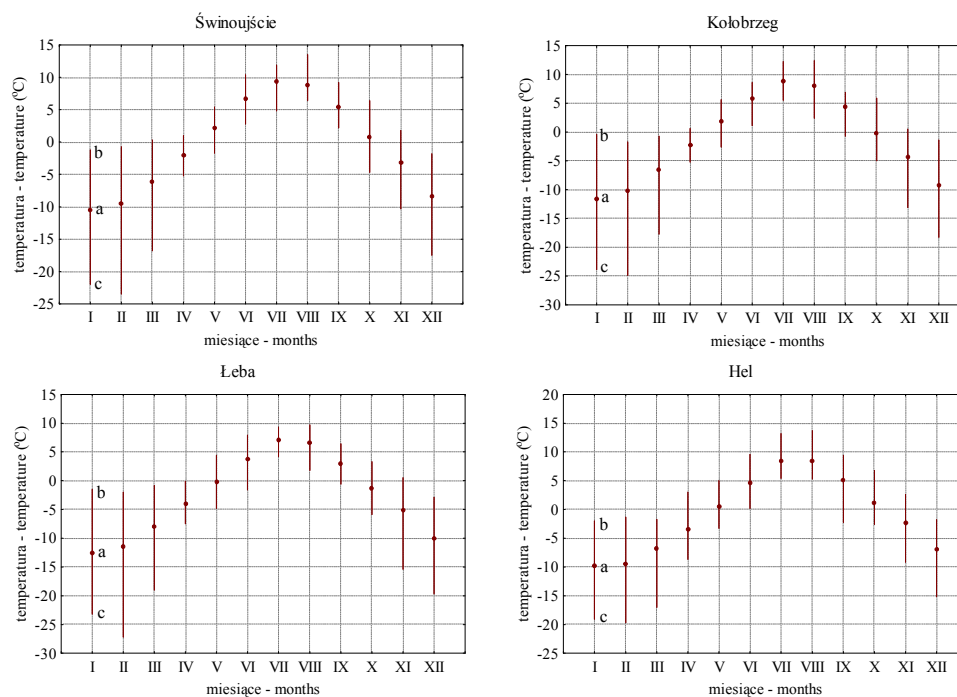
Rząd kwantyli (%)	Charakter termiczny miesiąca	Klasa
>95	ekstremalnie wysoka	11
90,01-95	anomalnie wysoka	10
80,01-90	bardzo wysoka	9
70,01-80	wysoka	8
60,01-70	umiarkowanie wysoka	7
40,01-60	NORMALNA	6
30,01-40	umiarkowanie niska	5
20,01-30	niska	4
10,01-20	bardzo niska	3
5,01-10	anomalnie niska	2
<5	ekstremalnie niska	1

Na podstawie wyżej opisanej klasyfikacji temperatury opracowano dla stacji w Kołobrzegu kalendarz zmian minimalnej dobowej temperatury według miesięcy i lat z okresu 1956-2005. Zmienność ekstremalnej temperatury powietrza dobrze określa ich amplituda, którą w niniejszej pracy obliczono jako różnicę pomiędzy najwyższą mak-

symalną i najniższą minimalną dobową temperaturą w danym miesiącu. Wartości temperatury maksymalnej zaczerpnięto z pracy Koźmińskiego i Michalskiej (2008). Badano trendy zmian amplitudy w poszczególnych miesiącach oraz jej zależność od średniej miesięcznej temperatury powietrza.

#### ANALIZA WYNIKÓW

W strefie wybrzeża występuje bardzo duże czasowe i przestrzenne zróżnicowanie minimalnej dobowej temperatury powietrza, szczególnie od grudnia do marca, kiedy to wartości odchylenia standardowego kształtują się od  $3,3^{\circ}\text{C}$  na Helu w grudniu do  $6,9^{\circ}\text{C}$  w Elblągu w styczniu. Najmniejszą zmiennością odznacza się lipiec od  $1,2^{\circ}\text{C}$  w Łebie, Świbnie i Elblągu do  $1,8^{\circ}\text{C}$  w Koszalinie i na Helu (tab. 1). W analizowanym 50-leciu ujemne dobowe minimalne temperatury powietrza występowały od września do maja, a w Koszalinie i Łebie także w czerwcu. Jedynie w lipcu i sierpniu nie zanotowano na wysokości 200 cm n.p.g. ujemnych temperatur. Bardzo duże przestrzenne zróżnicowanie wartości omawianej temperatury zaznacza się w grudniu i w styczniu, wynosząc w przypadku wartości średnich ponad  $5^{\circ}\text{C}$  (Hel i Gdańsk-Świbno), a w odniesieniu do wartości absolutnie najniższych nawet  $11,0^{\circ}\text{C}$  w styczniu między Helem i Elblągiem. W miarę przemieszczania się z zachodu na wschód, wzrasta (poza Helem) ekstremalność minimalnej dobowej temperatury powietrza od  $-22,0^{\circ}\text{C}$  w Świnoujściu do  $-27,4^{\circ}\text{C}$  w Świbnie i  $-30,1^{\circ}\text{C}$  w Elblągu, na co także wskazywał w swej pracy Filipiak (2004). W okresie od grudnia do marca mogą występować ujemne temperatury poniżej  $-15,0^{\circ}\text{C}$ , a w styczniu i lutym poniżej  $-20,0^{\circ}\text{C}$  (tab. 1). Stwierdza się również, iż zimą następuje wzrost wielkości różnicy pomiędzy najwyższymi i najniższymi wartościami minimalnej dobowej temperatury powietrza w miarę przemieszczania się z zachodu na wschód (rys. 2). Wielkość różnicy między omawianymi wartościami minimalnej temperatury jest od 3 do 5 razy większa zimą niż latem w wyniku zmieniającej się cyrkulacji atmosferycznej i napływu różnych mas powietrza. Powyższe stwierdzenia znajdują uzasadnienie w danych zawartych w tabeli 2 przedstawiającej częstość (%) minimalnej dobowej temperatury powietrza w przedziałach 5-stopniowych. W miesiącach zimowych procentowy rozkład częstości minimalnej temperatury jest w miarę wyrównany i występuje w 4 lub 5 przedziałach, w przeciwieństwie do miesięcy letnich, w których temperatura występuje w 2-3 przedziałach ze zdecydowaną przewagą częstości w jednym z nich. Przykładowo w Ustce zimą najwyższą częstość w styczniu i lutym (36%) zaznacza się w przedziale od  $-10,0^{\circ}\text{C}$  do  $-14,9^{\circ}\text{C}$ , a w lipcu i sierpniu – odpowiednio 82 i 88% w przedziale  $5,1-10,0^{\circ}\text{C}$ . Podobny rozkład minimalnej temperatury w Krakowie, ale w niższych wartościach zimą opisał Michniewski (2007).



**Rys. 2.** Średnia wieloletnia (a) oraz zakres między najwyższą (b) i najniższą (c) minimalną dobową temperaturą powietrza. Lata 1956-2005

**Rys. 2.** Average long-term value (a) and range between highest (b) and lowest (c) minimum daily air temperature. Years 1956-2005

Analiza wieloletniego materiału dała podstawę do oceny trendów minimalnej temperatury powietrza, co obrazują tabela 3 i rys. 3. Spośród 12 miesięcy najściślejszy dodatni związek tej temperatury z latami badań występuje w lutym, kiedy to w 7 na 9 opisywanych stacji jest on istotny statystycznie, zwłaszcza w Kołobrzegu i Ustce. Wnioskując z obliczonych wielkości współczynników kierunkowych trendu liniowego, największy przyrost minimalnej temperatury na 50 lat ma miejsce w Darłowie ( $6,7^{\circ}\text{C}$ ) i na Helu ( $4,7^{\circ}\text{C}$ ), przy średniej wielkości dla całego wybrzeża wynoszącej w lutym  $4,8^{\circ}\text{C}$  na 50 lat. Nieco mniejszy wzrost minimalnej dobowej temperatury powietrza dla wybrzeża, ale nieistotny statystycznie występuje w styczniu i w marcu, odpowiednio  $3,9^{\circ}\text{C}$ ,  $2,8^{\circ}\text{C}$  na 50 lat. Z kolei w lipcu i sierpniu wartości współczynników korelacji minimalnej temperatury z latami badań są wysoce istotne i istotne dla wybrzeża, ale przy stosunkowo małym wzroście tej temperatury na 50 lat – odpowiednio  $1,5^{\circ}\text{C}$  i  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Dużym wzrostem temperatury w tych miesiącach wyróżniają się stacje Kołobrzeg i Hel od  $3,3^{\circ}\text{C}$  do

**Tabela 1.** Minimalna dobowa temperatura powietrza, średnia (a), najwyższa (b), najniższa (c) i odchylenie standardowe (d). Lata 1956-2005  
**Table 1.** Minimum daily air temperature, average (a), highest (b), lowest (c) and standard deviations (d). Years 1956-2005

Stacja /miesiąc Station /month		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year	XII- II	III-V	VI- VIII	IX- XI
Świnoujście	a	-10,5	-9,5	-6,1	-2,0	2,2	6,6	9,4	8,9	5,4	0,8	-3,2	-8,3	-0,5	-9,4	-2,0	8,3	1,0
	b	-1,2	-0,7	0,3	1,0	5,4	10,4	11,9	13,5	9,2	6,4	1,8	-1,8	1,6	-3,8	0,5	11,1	4,1
	c	-22,0	-23,5	-16,8	-5,2	-1,7	2,8	4,8	6,4	2,2	-4,7	-10,3	-17,5	-3,7	-18,6	-6,5	6,7	-2,6
	d	5,1	5,1	3,9	1,5	1,6	1,6	1,4	1,3	1,7	2,2	2,6	4,2	1,1	3,7	1,6	0,9	1,3
Kołobrzeg	a	-11,6	-10,2	-6,6	-2,2	1,9	5,8	8,9	8,0	4,3	-0,2	-4,4	-9,3	-1,3	-10,4	-2,3	7,6	-0,1
	b	-0,4	-1,7	-0,7	0,6	5,6	8,6	12,2	12,4	6,9	5,9	0,5	-1,4	1,6	-3,6	0,6	10,5	2,4
	c	-23,9	-24,9	-17,7	-5,2	-2,6	1,1	5,5	2,4	-0,7	-5,0	-13,1	-18,3	-4,4	-20,0	-8,0	5,3	-3,5
	d	5,2	5,3	3,9	1,4	1,8	1,7	1,5	1,6	1,8	2,2	2,8	4,5	1,3	3,9	1,8	1,1	1,4
Koszalin	a	-12,8	-11,2	-7,6	-3,0	0,5	4,2	7,8	7,1	3,3	-0,5	-4,6	-10,2	-2,2	-11,4	-3,4	6,4	-0,6
	b	-1,0	-1,4	-0,8	3,0	5,1	9,0	11,6	10,1	7,8	6,1	1,0	-2,1	0,3	-3,9	-0,4	9,0	3,3
	c	-26,7	-26,3	-16,4	-10,1	-3,9	-1,0	1,0	0,0	-2,0	-5,4	-14,0	-19,7	-5,0	-20,9	-6,8	2,0	-5,7
	d	5,7	5,5	3,7	1,9	1,7	2,2	1,8	2,0	2,1	2,2	3,3	4,6	1,2	-4,0	1,5	1,3	1,7
Darłowo*	a	-12,2	-10,9	-7,3	-2,7	1,0	5,0	8,0	7,4	3,7	-0,3	-4,4	-10,1	-1,9	-11,1	-3,0	6,8	-0,3
	b	-0,9	-0,5	-0,6	0,4	4,0	8,1	10,5	9,9	6,3	5,8	0,6	-2,7	0,9	-4,0	-0,4	8,3	3,1
	c	-25,7	-27,1	-17,3	-6,0	-3,8	0,2	5,8	3,4	-0,1	-5,5	-13,0	-20,1	-4,9	-20,5	-8,2	4,4	-3,4
	d	5,9	5,8	4,3	1,5	1,8	1,6	1,3	1,5	1,7	2,3	3,1	4,5	1,3	4,3	1,7	1,0	1,5
Ustka	a	-11,5	-10,1	-6,7	-2,3	1,6	5,6	8,7	8,3	4,5	0,0	-4,2	-9,1	-1,3	-10,2	-2,5	7,5	0,0
	b	-0,9	-0,6	-0,9	0,7	5,5	9,0	12,0	13,0	7,4	7,0	1,6	-2,3	1,6	-3,9	0,4	11,0	4,2
	c	-23,1	-26,2	-15,7	-5,0	-2,8	1,0	5,5	4,4	-0,5	-10,6	-12,8	-18,9	-4,8	-19,3	-6,9	4,3	-5,2
	d	5,3	4,9	4,1	1,3	1,9	1,9	1,5	1,6	1,7	2,6	3,1	4,2	1,3	3,9	1,7	1,2	1,7

Łeba	a	-12,5	-11,5	-8,0	-4,1	-0,2	3,8	7,1	6,6	2,9	-1,2	-5,2	-10,1	-2,7	-11,4	-4,1	5,8	-1,2
	b	-1,5	-2,0	-0,8	-0,1	4,4	7,9	9,3	9,7	6,4	3,3	0,5	-2,9	-0,4	-4,1	1,4	8,2	1,0
	c	-23,2	-27,2	-19,0	-7,5	-4,8	-1,6	4,2	1,8	-0,6	-5,9	-15,4	-19,7	-5,3	-20,4	-8,9	2,5	-3,8
	d	5,5	5,6	4,4	1,4	2,0	2,0	1,2	1,7	1,7	2,0	3,1	4,0	1,2	4,0	1,6	1,1	1,3
Hel	a	-9,8	-9,4	6,8	-3,5	0,5	4,6	8,5	8,4	5,1	1,2	-2,4	-6,9	-0,9	-8,7	-3,3	7,2	1,3
	b	-2,0	-1,3	-1,7	3,0	5,0	9,6	13,2	13,7	9,4	6,8	2,6	-1,8	2,0	-3,7	1,5	11,8	4,3
	c	-19,1	-19,7	-17,0	-8,7	-3,3	0,2	5,4	5,3	-2,3	-2,6	-9,2	-15,2	-3,6	-16,0	-6,7	4,2	-1,9
	d	4,3	4,5	3,6	2,0	1,7	2,1	1,8	1,7	2,2	2,1	2,3	3,3	1,3	3,3	1,8	1,3	1,2
Gdańsk – Świbno*	a	-15,3	-13,0	-8,5	-3,0	1,5	5,3	8,0	7,4	3,3	-1,1	-6,0	-12,0	-2,8	-13,5	-3,3	6,9	-1,2
	b	-4,2	-2,3	-2,2	0,5	5,7	8,1	11,3	10,6	6,3	3,2	0,9	-2,3	0,0	-5,3	-0,2	9,3	2,3
	c	-27,4	-27,7	-22,8	-5,9	-1,4	1,3	5,9	3,3	-1,6	-6,6	-16,8	-23,3	-6,2	-22,2	-8,8	4,6	-4,3
	d	6,3	6,0	5,1	1,5	1,8	1,5	1,2	1,3	1,7	1,8	4,0	5,1	1,5	4,1	2,0	0,9	1,5
Elbląg	a	-15,2	-13,5	-8,7	-3,2	1,0	4,9	7,7	6,9	2,9	-1,4	-6,0	-11,8	-3,0	-13,5	-3,6	6,5	-1,5
	b	-3,1	-3,0	-2,2	1,5	5,4	8,3	9,8	10,1	6,6	3,5	0,5	-3,6	-0,2	-5,7	-0,4	9,1	1,9
	c	-30,1	-29,8	-21,6	-5,8	-5,0	0,2	4,7	3,4	-1,7	-8,5	-15,3	-23,3	-6,6	-24,3	-8,2	4,6	-5,8
	d	6,9	5,7	4,7	1,5	2,1	1,9	1,2	1,3	1,8	2,3	3,7	5,1	1,3	4,5	1,8	0,9	1,6

\* Okres 1956-2000 – Period 1956-2000.







**Tabela 3.** Współczynniki korelacji (a) i współczynniki kierunkowe trendu liniowego °C na rok (b), oraz zmiany minimalnej dobowej temperatury powietrza °C/50 lat (c). Lata 1956-2005. \*Okres 1956-2000

**Table 3.** Correlation coefficients (a) and direction coefficients of the linear trend of °C per year (b) and changes of minimum daily air temperature in °C/50 years (c). Years 1956-2005. \*Period 1956-2000

Stacja Station		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Świnoujście	a	0,202	0,299*	0,237	-0,017	0,187	0,138	0,232	0,263	0,120	-0,034	0,020	0,041	0,374**
	b	0,070	0,104	0,064	-0,002	0,020	0,015	0,022	0,023	0,014	-0,005	0,004	0,012	0,029
	c	3,5	5,2	3,2	-0,1	1,0	0,8	1,1	1,2	0,7	-0,3	0,2	0,6	1,5
Kołobrzeg	a	0,283*	0,336*	0,236	0,292*	0,307*	0,389**	0,576**	0,449**	0,220	-0,015	-0,063	0,118	0,520**
	b	0,100	0,121	0,064	0,028	0,037	0,047	0,060	0,050	0,026	-0,002	-0,012	0,037	0,046
	c	5,0	6,1	3,2	1,4	1,9	2,4	3,0	2,5	1,3	-0,1	-0,6	1,9	2,3
Koszalin	a	0,265	0,286*	0,129	-0,034	0,155	0,132	0,309*	0,236	0,130	-0,020	0,005	0,189	0,425**
	b	0,103	0,108	0,033	-0,004	0,019	0,020	0,038	0,032	0,019	-0,003	0,001	0,059	0,036
	c	5,2	5,4	1,7	-0,2	0,9	1,0	1,9	1,6	1,0	-0,2	0,1	2,9	1,8
Darłowo*	a	0,254	0,303*	0,220	0,308*	0,221	0,310*	0,224	0,213	0,132	0,025	-0,015	0,083	0,421**
	b	0,114	0,133	0,071	0,035	0,032	0,038	0,023	0,024	0,017	0,004	-0,003	0,028	0,043
	c	5,7	6,7	3,6	1,8	1,6	1,9	1,2	1,2	0,9	0,2	-0,2	1,4	2,2
Ustka	a	0,259	0,324*	0,249	0,178	0,172	0,244	0,484**	0,318*	0,195	-0,057	0,071	0,234	0,514**
	b	0,094	0,120	0,069	0,016	0,022	0,032	0,049	0,036	0,023	-0,011	0,015	0,067	0,047
	c	4,7	6,0	3,5	0,8	1,1	1,6	2,5	1,8	1,2	-0,6	0,8	3,4	2,4
Łeba	a	0,208	0,298*	0,156	-0,116	-0,037	0,022	-0,045	0,093	-0,010	-0,104	0,046	0,074	0,252
	b	0,079	0,115	0,047	-0,012	-0,005	0,003	-0,004	0,011	-0,001	-0,015	0,010	0,020	0,021
	c	4,0	5,8	2,4	-0,6	-0,3	0,2	-0,2	0,6	-0,1	-0,8	0,5	1,0	1,1
Hel	a	0,286*	0,307*	0,251	0,425**	0,332*	0,333*	0,491**	0,547**	0,274	0,149	0,037	0,138	0,586**
	b	0,085	0,094	0,062	0,059	0,037	0,049	0,061	0,063	0,042	0,022	0,006	0,034	0,051
	c	4,2	4,7	3,1	2,9	1,8	2,5	3,1	3,2	2,1	1,1	0,3	1,7	2,6
Gdańsk – Świbno*	a	0,229	0,208	0,306*	0,145	0,103	0,192	0,255	0,161	0,283*	0,059	-0,062	0,043	0,340*
	b	0,109	0,095	0,118	0,016	0,015	0,022	0,024	0,016	0,037	0,008	-0,019	0,017	0,038
	c	5,5	4,8	5,9	0,8	0,8	1,1	1,2	0,8	1,9	0,4	-0,9	0,8	1,9
Elbląg	a	0,157	0,119	0,294*	-0,018	-0,047	0,035	0,223	0,084	-0,060	0,032	-0,036	0,041	0,245
	b	0,074	0,047	0,096	-0,002	-0,007	0,005	0,018	0,008	-0,007	0,005	-0,009	0,015	0,021
	c	3,7	2,3	4,8	-0,1	-0,3	0,3	0,9	0,4	-0,3	0,3	-0,5	0,7	1,1
Strefa wybrzeża (9 stacji) Coastal area (9 stations)	a	0,249	0,291*	0,239	0,142	0,181	0,240	0,473**	0,374**	0,192	0,005	0,016	0,132	0,441**
	b	0,091	0,103	0,065	0,011	0,019	0,025	0,036	0,033	0,019	0,001	0,003	0,037	0,038
	c	4,6	5,2	3,3	0,6	1,0	1,3	1,8	1,7	1,0	0,1	0,2	1,8	1,9

3,9°C. Natomiast jesienią na większości stacji występuje tendencja ujemna, chociaż nieistotna statystycznie, co wskazywałoby na niewielki spadek minimalnej dobowej temperatury powietrza (tab. 3, rys. 3). Oceniając zmiany średniej rocznej temperatury stwierdza się jej wzrost, wynoszący w zależności od stacji od 0,7°C w Łebie i Elblągu do 2,3°C na 50 lat na Helu. Również (Filipiak 2004) uzyskał dla minimalnej rocznej temperatury na stacjach na wybrzeżu istotny statystycznie dodatni trend, a spośród sezonów – głównie wiosną. W świetle danych zawartych w tabeli 3, wybrzeże charakteryzuje się coraz łagodniejszymi dobowymi minimalnymi temperaturami powietrza w poszczególnych miesiącach, za wyjątkiem października i listopada, a na niektórych stacjach także grudnia i kwietnia.

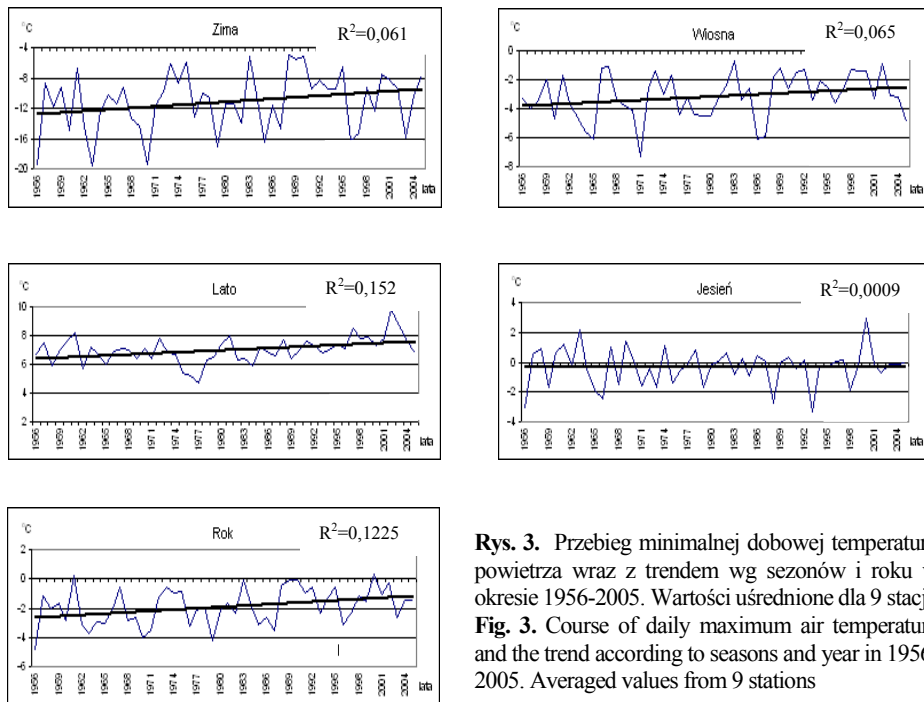
Analiza odchyłeń minimalnej dobowej temperatury powietrza w kolejnych 10-letniach okresu 1956-2005 od wielkości przeciętnych wskazuje, że najniższe wartości tej temperatury notowano w trzech pierwszych 10-letniach, a zwłaszcza w dekadzie 1956-1965, a najwyższe w ostatnich dwóch dekadach szczególnie w latach 1986-1995 (tab. 4). Bardzo dużymi odchyleniami, zarówno ujemnymi jak i dodatnimi wyróżniają się miesiące styczeń i luty, a najmniejszymi wrzesień i październik. W poszczególnych latach odchylenia temperatury od wartości przeciętnej przyjmowały zarówno dodatnie, jak i ujemne znaki i różne wielkości w kolejnych miesiącach lub porach roku. Postępujące zmiany klimatu mają odzwierciedlenie we wzroście częstości pojawiania się minimalnej temperatury w 25-leciu 1981-2005, w porównaniu z okresem 1956-1980, w przedziałach od -5,0°C do 0°C i od 0,1 do 5,0°C oraz zmniejszeniem częstości tej temperatury od -10,0°C do -15,0°C co ilustrują diagramy dla 3 stacji na rysunku 4.

Przy założonej wartości kwantyla 5% (tab. 5) minimalna dobowa temperatura powietrza w styczniu kształtuje się od -18,9°C w Świnoujściu do -26,5°C w Elblągu, wykazując wyraźny spadek temperatury z zachodu na wschód oraz w miarę oddalania się od wybrzeża w głąb kontynentu, czego przykładem są dane ze stacji Kołobrzeg i Koszalin (różnica 2,0°C). Nietypową jest stacja na Helu, otoczona z trzech stron wodami Bałtyku i Zatoki Gdańskiej, w wyniku czego notowane tam temperatury wyraźnie odbiegają od wartości temperatury rejestrowanej na pozostałych stacjach wybrzeża. Przy analizowanej wielkości kwantyla 5%, jedynie latem (VI-VIII) minimalna dobowa temperatura na badanych stacjach nie przyjmuje ujemnych wartości. Na stacjach brzegowych w okresie letnim wartości kwantyla 95% wynoszą od 8,1°C na Helu do 11,7°C w Świnoujściu, a w okresie zimowym (XII-II) od -1,1°C w Świnoujściu do -3,5°C w Łebie. Wiosną zaznacza się wyraźny wpływ wychłodzonych wód Bałtyku na obniżenie temperatury powietrza w strefie brzegowej na co wskazywała również (Owczarek 2005) analizując rozkład kwantyli średniej dobowej temperatury powietrza na Wybrzeżu i Pomorzu.

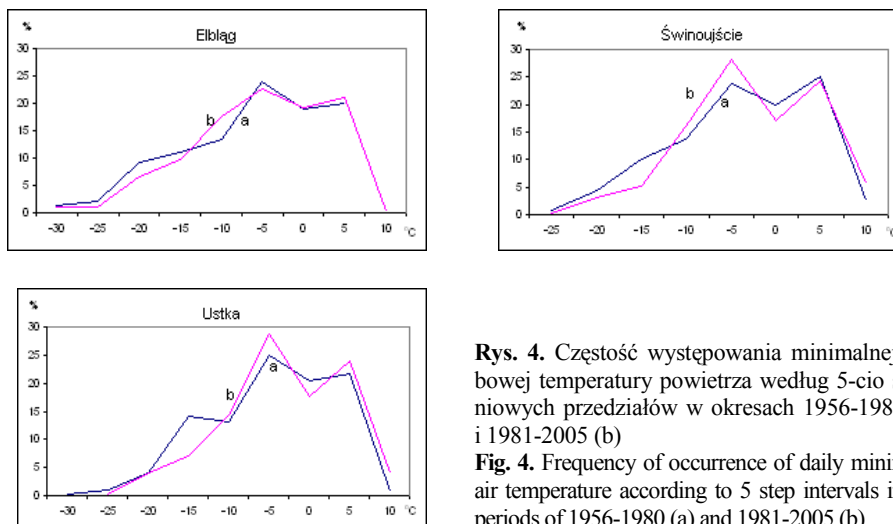
**Tabela 4.** Odchylenia minimalnej dobowej temperatury powietrza w kolejnych 10-leciach od wartosci przecietnej z lat 1956-2005  
**Table 4.** Deviations of minimum daily air temperature in consecutive decades from average values of the years 1956-2005

Stacje Station	10-lecia Deca- des	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Swinoujscie	56-65	-1,5	-2,8	-2,0	-0,2	-0,3	0,1	-0,5	-0,5	-0,4	0,5	-0,3	-0,9
	66-75	-0,8	0,4	-0,4	0,4	0,0	-0,2	0,3	0,1	0,1	-0,5	-0,4	1,3
	76-85	-0,2	-0,7	1,0	-0,1	-0,6	-0,6	-0,5	-0,2	0,1	0,2	0,8	-0,9
	86-95	2,0	1,8	0,5	0,4	0,4	-0,1	-0,5	0,2	0,1	-0,8	-0,4	1,1
	96-05	0,7	1,2	0,9	-0,5	0,6	0,8	1,1	0,5	0,2	0,4	0,3	-0,6
Kolobrzeg	56-65	-2,7	-2,9	-1,9	-0,7	-1,0	-1,4	-1,8	-0,6	-0,7	0,2	-0,2	-1,2
	66-75	-0,9	-0,8	-0,5	-0,2	0,1	-0,2	-0,1	-1,1	0,1	-0,1	-0,4	1,3
	76-85	0,4	0,1	0,7	0,0	-0,6	0,4	0,5	0,0	0,1	0,5	1,4	-1,6
	86-95	2,9	3,1	0,9	0,7	0,9	0,7	0,2	0,5	0,4	-1,0	-0,2	1,6
	96-05	0,2	0,4	0,8	0,1	0,6	0,5	1,2	1,2	0,2	0,5	-0,5	-0,1
Koszalin	56-65	-3,3	-2,4	-1,7	0,2	-0,4	0,0	-1,1	-0,2	0,1	0,3	0,2	-1,3
	66-75	-0,1	-0,8	0,4	-0,1	0,0	-0,4	0,2	-0,7	-0,3	-0,2	-1,3	0,0
	76-85	0,4	-0,3	0,8	-0,2	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	0,2	0,9	-1,3
	86-95	2,6	3,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,5	0,4	0,0	-0,8	-0,1	2,4
	96-05	0,4	0,3	0,1	-0,3	0,4	0,8	1,0	1,0	0,7	0,4	0,2	0,1
Ustka	56-65	-2,4	-2,4	-1,9	-0,2	-0,6	0,1	-0,8	0,3	0,1	0,5	-0,3	-1,1
	66-75	-0,9	-0,7	-0,4	-0,2	0,4	-0,7	-0,3	-0,8	-0,4	0,2	-0,9	0,0
	76-85	0,4	-1,0	0,4	-0,1	-0,7	-0,4	-0,4	-1,0	-0,3	0,1	0,9	-1,3
	86-95	2,5	3,2	1,0	0,2	0,0	-0,2	-0,1	-0,1	0,2	-1,7	0,0	1,6
	96-05	0,4	0,8	0,9	0,3	1,0	1,2	1,6	1,6	0,5	0,9	0,4	0,8

Leba	56-65	-2,0	-2,3	-1,4	0,5	0,1	0,8	0,0	0,5	0,1	0,6	-0,6	-0,7
	66-75	-0,6	-0,3	-0,4	0,4	0,6	-0,7	0,3	-0,5	0,2	-0,1	-0,5	1,0
	76-85	0,2	-1,5	0,4	-0,8	-0,9	-0,7	-0,2	-1,0	-0,2	0,1	1,2	-1,6
	86-95	2,2	3,7	1,1	0,0	-0,4	0,2	-0,2	0,2	0,3	-0,8	-0,3	1,9
	96-05	0,3	0,5	0,2	-0,1	0,6	0,5	0,1	0,6	-0,4	0,2	0,2	-0,5
Hel	56-65	-2,0	-1,8	-1,9	-1,1	-0,8	-0,7	-1,3	-0,7	-0,1	-0,3	-0,3	-1,0
	66-75	-0,5	-0,3	0,3	-0,3	0,1	-0,7	0,1	-0,7	-0,2	0,0	-0,5	0,7
	76-85	0,1	-0,9	0,3	-0,5	-0,7	0,1	-0,7	-0,9	-1,2	-0,1	0,8	-0,6
	86-95	1,8	2,1	0,1	0,5	0,3	0,2	0,0	0,1	0,2	-0,6	0,1	0,9
	96-05	0,5	0,9	1,1	1,4	1,0	1,2	1,8	2,1	1,3	0,9	-0,1	0,0
Elblag	56-65	-2,2	-1,2	-3,7	0,2	-0,1	0,2	-0,2	0,1	0,4	0,3	0,8	-1,6
	66-75	0,0	0,6	1,0	0,2	0,9	-0,2	0,0	0,1	0,2	-0,2	-1,2	0,7
	76-85	-0,4	-1,3	0,7	0,1	-0,6	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,2	0,7	-0,8
	86-95	3,7	1,1	0,5	-1,4	-0,1	0,6	0,2	-0,1	0,6	-0,7	-0,6	1,6
	96-05	-1,1	0,6	1,4	0,8	0,1	-0,1	0,6	0,6	-0,5	0,7	0,2	-1,9



**Rys. 3.** Przebieg minimalnej dobowej temperatury powietrza wraz z trendem wg sezonów i roku w okresie 1956-2005. Wartości uśrednione dla 9 stacji  
**Fig. 3.** Course of daily maximum air temperature and the trend according to seasons and year in 1956-2005. Averaged values from 9 stations



**Rys. 4.** Częstość występowania minimalnej dobowej temperatury powietrza według 5-cio stopniowych przedziałów w okresach 1956-1980 (a) i 1981-2005 (b)  
**Fig. 4.** Frequency of occurrence of daily minimum air temperature according to 5 step intervals in the periods of 1956-1980 (a) and 1981-2005 (b)

Posługując się klasyfikacją minimalnej dobowej temperatury powietrza według 11 przedziałów kwantylowych opracowanych dla stacji w Kołobrzegu (rys. 5) wykazano, iż począwszy od 1988 roku następuje wyraźny wzrost tej temperatury od stycznia do marca, a od roku 1997 także od czerwca do sierpnia. We wcześniejszych latach anomalnie i ekstremalnie wysoka minimalna dobowa temperatura powietrza występowała sporadycznie, a znacznie częściej notowano anomalnie i ekstremalnie niską temperaturę - niezależnie od pory roku.

Jak wynika z tabeli 6, wielkość minimalnej dobowej temperatury powietrza jest istotnie dodatnio skorelowana ze średnią miesięczną temperaturą powietrza, zwłaszcza w okresie zimy. Jedynie w lipcu i sierpniu na niektórych stacjach: Darłowo, Łeba, Hel opisywane związki są nieistotne statystycznie, gdyż przy stosunkowo niewysokiej średniej miesięcznej temperaturze mogą wystąpić zarówno wysokie, jak i niskie dobowe temperatury minimalne.

Kolejnym etapem pracy było określenie wielkości amplitudy temperatury powietrza obliczonej z różnicy pomiędzy najwyższą dobową maksymalną, a najniższą dobową minimalną w miesiącu, a następnie obliczenie wielkości amplitudy na 50 lat w kolejnych miesiącach i roku (tab. 7). Począwszy od grudnia wielkość dobowej amplitudy wzrasta aż do maja wynosząc, w zależności od stacji od 14,9° do 22,4°C na Helu i od 18,3° do 25,5°C w Łebie. Wysokie amplitudy w kwietniu i w maju są uwarunkowane niską minimalną i wysoką maksymalną temperaturą. Od czerwca, w wyniku znacznego wzrostu temperatury minimalnej i niewielkiego maksymalnej zaznacza się już zmniejszenie wielkości średniej amplitudy powietrza, które trwa aż do listopada (tab. 7). Spośród opisywanych miesięcy największy na wybrzeżu, poza Helem, przyrost amplitudy występuje w kwietniu wynosząc na 50 lat od 1,8° w Elblągu do 5,6° w Łebie. Tak duży wzrost amplitudy powodowany jest głównie bardzo wysokim wzrostem maksymalnej dobowej temperatury powietrza w tym miesiącu (Koźmiński i Michalska 2008). Od września do marca na większości stacji występuje ujemny trend średniej amplitudy temperatury, szczególnie wyraźny we wrześniu – spowodowany zmniejszeniem temperatury maksymalnej oraz w lutym – większym wzrostem minimalnej niż maksymalnej dobowej temperatury powietrza.

Amplituda temperatury powietrza ( $t_{max}-t_{min}$ ) jest istotnie ujemnie skorelowana ze średnią miesięczną temperaturą ujemnie skorelowana ze średnią miesięczną temperaturą od listopada do marca, a dodatnio od kwietnia do października. Statystycznie istotną zależność tych zmiennych stwierdzono w większości miesięcy roku, poza marcem, czerwcem, i październikiem, co przykładowo przedstawiono dla wybranych miesięcy na stacji w Łebie (rys. 6).

**Tabela 5.** Wartości kwantyli: 5 i 95% minimalnej dobowej temperatury powietrza. Lata 1956-2005**Table 5.** Values of 5 and 95% quantiles of minimum daily air temperature. Years 1956-2005

Stacja Station	%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Świnoujście	95	-2,1	-1,1	0,3	0,5	4,8	9,2	11,7	11,0	8,2	4,4	1,1	-1,4	1,3
	5	-18,9	-17,9	-12,5	-4,5	-0,4	4,0	7,1	6,8	2,6	-2,8	-7,5	-15,2	-2,3
Kołobrzeg	95	-3,0	-1,4	-0,2	0,1	4,9	8,6	11,4	10,6	7,3	3,4	0,2	-1,9	0,8
	5	-20,2	-18,9	-13,0	-4,5	-1,1	3,0	6,4	5,4	1,3	-3,8	-9,0	-16,7	-3,4
Koszalin	95	-3,4	-2,2	-1,5	0,1	3,3	7,8	9,4	10,4	6,8	3,1	0,8	-2,6	-0,2
	5	-22,2	-20,2	-13,7	-6,1	-2,3	0,6	6,2	3,8	-0,2	-4,1	-10,0	-17,7	-4,2
Ustka	95	-2,8	-2,0	0,04	-0,2	4,7	8,7	11,2	10,9	7,3	4,2	0,9	-2,2	0,7
	5	-20,2	-18,2	-13,4	-4,4	-1,5	2,5	6,2	5,7	1,7	-4,3	-9,3	-16,0	-3,3
Łeba	95	-3,5	-2,3	-0,7	-1,8	3,1	7,1	9,1	9,4	5,7	2,1	-0,1	-3,5	-0,7
	5	-21,5	-20,7	-15,3	-6,4	-3,5	0,5	5,1	3,8	0,1	-4,5	-10,3	-16,7	-4,7
Hel	95	-2,7	-2,0	-0,9	-0,2	3,3	8,1	11,5	11,2	8,7	4,7	1,4	-1,5	1,2
	5	-16,9	-16,8	-12,7	-6,8	-2,3	1,1	5,5	5,6	1,5	-2,2	-6,2	-12,3	-3,0
Elbląg	95	-3,9	-4,1	-1,0	-0,7	4,5	8,0	9,7	9,0	5,9	2,4	0,1	-3,4	-0,9
	5	-26,5	-22,9	-16,4	-5,7	-2,5	1,8	5,7	4,8	-0,1	-5,2	-12,1	-20,2	-5,1



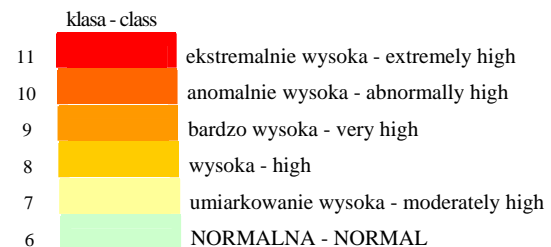
**Tabela 6.** Wartości współczynników korelacji (r) pomiędzy średnią miesięczną a minimalną dobową temperaturą powietrza. Lata 1956-2005  
**Table 6.** Values of correlation coefficients (r) between the average monthly and minimum daily air temperature. Years 1956-2005

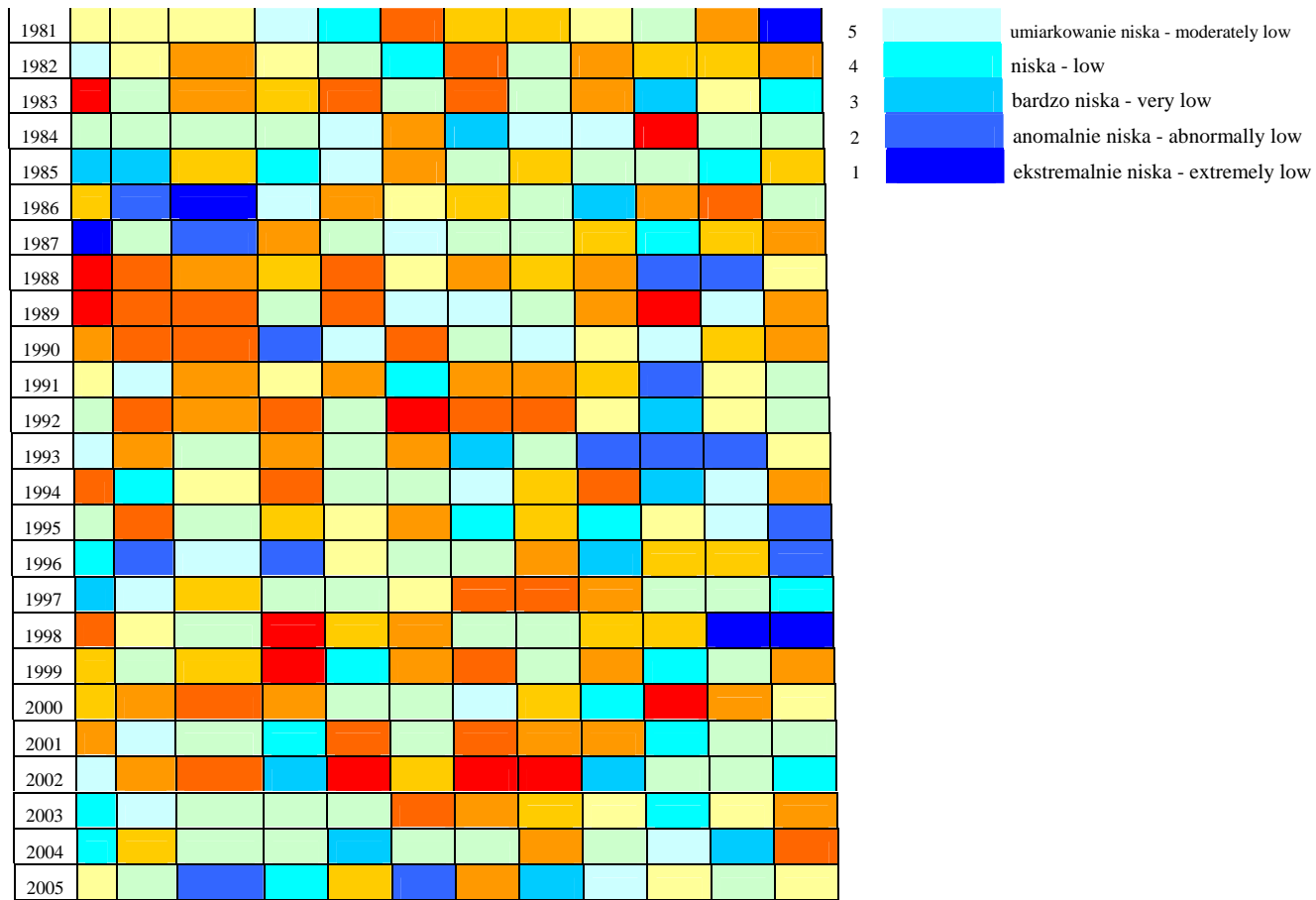
Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Swinoujście	0,772	0,871	0,698	0,383	0,441	0,479	0,201	0,428	0,467	0,433	0,797	0,797
Kolobrzeg	0,731	0,811	0,672	0,370	0,281	0,328	0,135	0,329	0,538	0,320	0,748	0,817
Koszalin	0,695	0,820	0,676	0,224	0,522	0,348	0,276	0,357	0,510	0,488	0,760	0,726
Darłowo*	0,835	0,877	0,781	0,488	0,306	0,490	0,237	0,200	0,595	0,544	0,836	0,863
Ustka	0,807	0,896	0,778	0,373	0,379	0,484	0,537	0,435	0,685	0,481	0,813	0,859
Leba	0,751	0,838	0,736	0,340	0,409	0,433	0,133	0,172	0,575	0,429	0,706	0,852
Hel	0,748	0,844	0,760	0,490	0,429	0,344	0,194	0,244	0,555	0,401	0,769	0,831
Gdańsk-Swibno*	0,816	0,904	0,791	0,579	0,465	0,524	0,394	0,455	0,627	0,524	0,805	0,840
Elbląg	0,750	0,867	0,808	0,232	0,382	0,318	0,349	0,313	0,488	0,494	0,760	0,844

\* Okres – Period 1956-2000.

**Kołobrzeg**

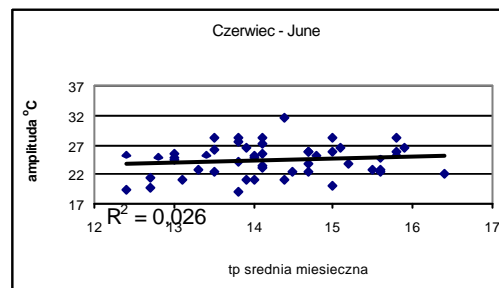
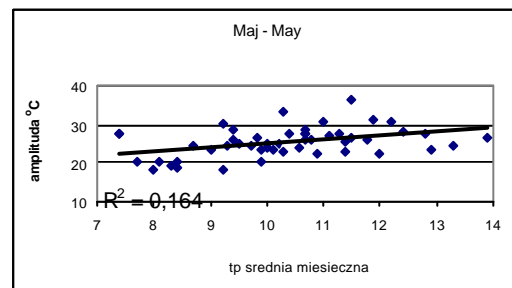
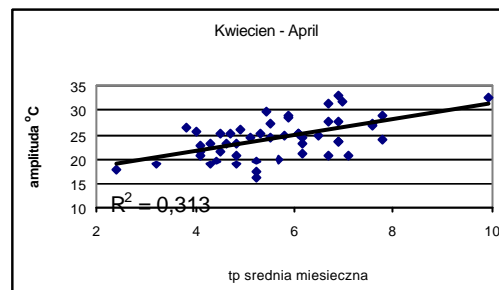
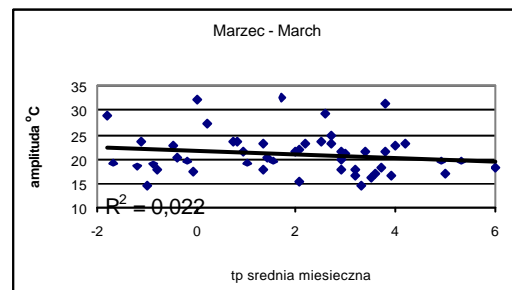
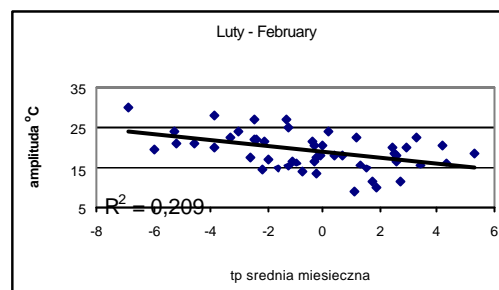
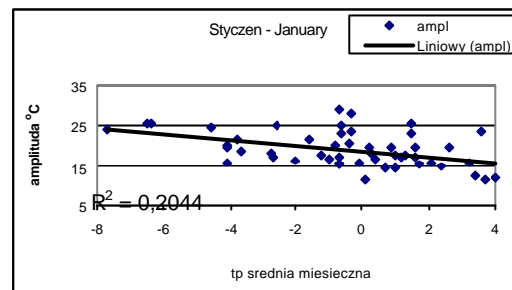
Lata Year	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1956	Blue	Blue	Light Green	Blue	Light Green	Yellow	Blue	Cyan	Light Green	Blue	Cyan	Light Green
1957	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Light Green	Cyan	Yellow	Blue	Orange	Light Green	Light Green
1958	Yellow	Cyan	Light Green	Blue	Yellow	Blue	Cyan	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow
1959	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Cyan	Blue	Blue	Light Green	Blue	Blue	Cyan	Cyan
1960	Blue	Cyan	Blue	Blue	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Light Green	Yellow	Yellow	Red
1961	Light Green	Orange	Orange	Light Green	Light Green	Orange	Blue	Orange	Light Green	Red	Cyan	Blue
1962	Cyan	Light Green	Light Green	Red	Blue	Blue	Blue	Blue	Cyan	Cyan	Yellow	Blue
1963	Blue	Blue	Blue	Blue	Light Green	Blue	Blue	Yellow	Yellow	Orange	Red	Light Green
1964	Light Green	Light Green	Blue	Yellow	Light Green	Light Green	Light Green	Blue	Blue	Light Green	Yellow	Light Green
1965	Yellow	Light Green	Blue	Light Green	Blue	Blue	Light Green	Blue	Orange	Light Green	Blue	Yellow
1966	Light Green	Cyan	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Blue	Light Green	Orange
1967	Light Green	Yellow	Orange	Light Green	Blue	Light Green	Cyan	Light Green	Orange	Yellow	Light Green	Light Green
1968	Cyan	Cyan	Blue	Light Green	Light Green	Orange	Blue	Cyan	Light Green	Light Green	Blue	Light Green
1969	Cyan	Blue	Blue	Blue	Yellow	Blue	Light Green	Cyan	Orange	Orange	Yellow	Blue
1970	Blue	Blue	Blue	Light Green	Light Green	Blue	Yellow	Cyan	Blue	Yellow	Orange	Yellow
1971	Light Green	Light Green	Blue	Blue	Blue	Yellow	Cyan	Blue	Light Green	Blue	Blue	Orange
1972	Blue	Light Green	Cyan	Yellow	Orange	Cyan	Yellow	Yellow	Yellow	Cyan	Yellow	Light Green
1973	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Light Green	Cyan	Yellow
1974	Yellow	Orange	Orange	Blue	Cyan	Light Green	Yellow	Yellow	Light Green	Yellow	Orange	Orange
1975	Red	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Blue	Light Green	Light Green	Orange	Light Green	Blue	Yellow
1976	Light Green	Cyan	Cyan	Yellow	Light Green	Light Green	Yellow	Blue	Light Green	Light Green	Orange	Blue
1977	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Yellow	Cyan	Blue	Light Green	Orange	Yellow
1978	Yellow	Cyan	Light Green	Yellow	Blue	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Blue
1979	Blue	Light Green	Light Green	Light Green	Blue	Yellow	Cyan	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Light Green
1980	Light Green	Yellow	Light Green	Orange	Light Green	Yellow	Light Green	Yellow	Orange	Orange	Light Green	Cyan

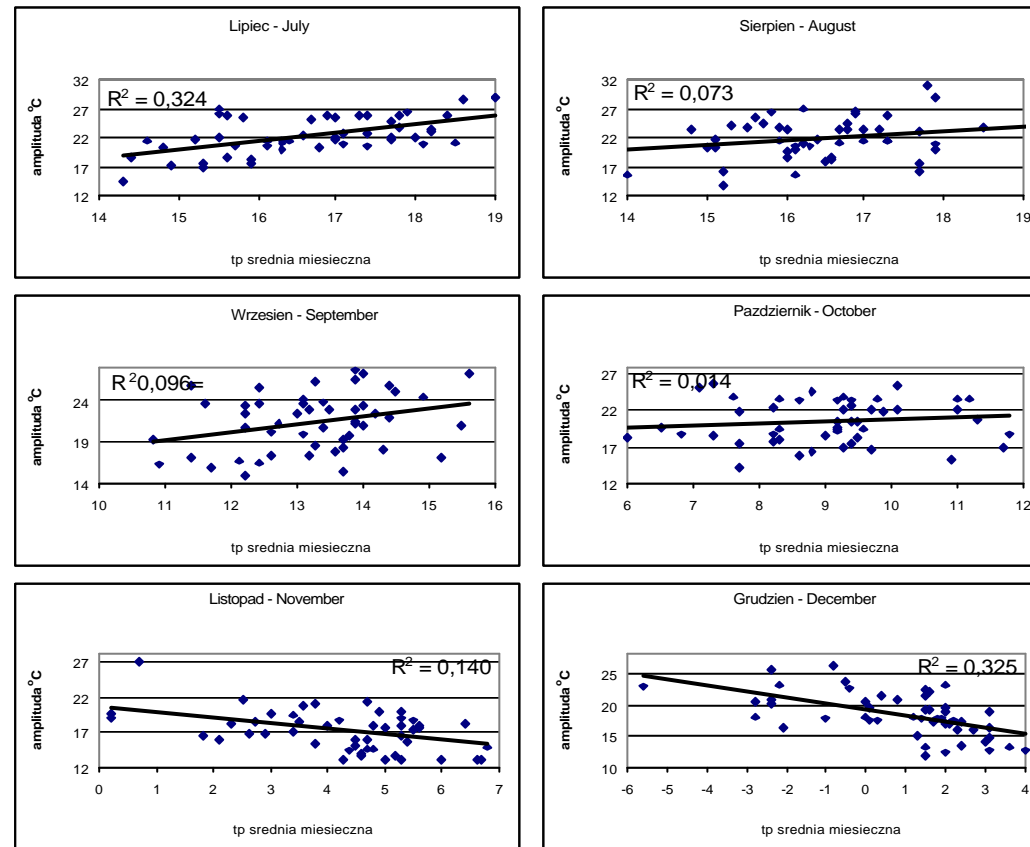




**Rys. 5.** Klasyfikacja minimalnej dobowej temperatury powietrza na podstawie przedziałów kwantylowych. Lata 1956-2005  
**Fig. 5.** Classification of daily minimum air temperature according to quantile intervals. Years 1956-2005

Leba





**Rys. 6.** Zależność dobowej amplitudy temperatury powietrza ( $t_{\max}$  i  $t_{\min}$ ) od średniej miesięcznej temperatury powietrza. Lata 1956-200  
**Fig. 6.** Relation between daily air temperature amplitude ( $t_{\max}$  and  $t_{\min}$ ) and mean monthly air temperature. Years 1956-2005

**Tabela 7.** Średnia amplituda temperatury powietrza (a), oraz zmiany wartości amplitudy w °C na 50 lat (b).  
**Table 7.** Average air temperature amplitude (a) and changes in the values of the amplitude in °C per 50 years (b)

Stacja Staton		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Świnoujście	a	18,3	18,7	20,9	22,8	23,7	22,1	19,8	20,6	19,2	18,9	15,6	17,9	44,6
	b	-0,7	-1,6	0,01	4,4*	2,6	1,1	1,1	2,1	-2,3	-0,3	-1,6	-0,3	-0,32
Kołobrzeg	a	19,3	19,1	21,1	22,7	24,2	22,4	20,6	21,0	20,2	20,1	16,9	18,6	45,8
	b	-1,5	-2,9	-0,5	4,4*	1,4	0,1	-1,6	0,7	-2,8	-0,5	-0,4	-1,3	-1,40
Koszalin	a	20,1	19,8	22,3	24,0	25,8	24,8	21,9	22,1	21,3	20,4	17,0	19,2	47,4
	b	-1,3	-2,0	1,8	3,6	0,9	-0,7	-2,2	1,7	-3,2	-0,2	-0,7	-2,1	-1,62
Darłowo*	a	18,8	18,5	20,6	22,4	24,4	23,2	20,9	21,4	20,5	19,8	16,5	18,7	46,3
	b	-2,1	-2,3	-1,0	5,4**	1,03	-0,3	-1,6	1,5	-3,1*	-0,6	-0,9	0,4	-0,97
Ustka	a	18,7	18,5	20,7	22,9	24,1	22,9	21,0	20,9	20,4	19,8	16,6	18,0	45,9
	b	-1,1	-2,6	-0,6	4,4*	0,8	-2,0	-3,0*	0,6	-3,6*	0,4	-1,7	-3,3	-2,23
Łeba	a	19,2	19,1	21,2	24,3	25,5	24,4	22,2	21,7	21,3	20,6	17,4	18,3	46,5
	b	-1,5	-2,6	0,3	5,6**	2,6	0,2	0,3	0,6	-2,6	0,0	-2,0	-1,3	-1,86
Hel	a	15,9	15,6	18,3	21,1	22,4	21,3	19,2	18,8	17,8	16,5	13,7	14,9	40,6
	b	-1,5	-2,9	-1,8	-0,1	1,4	-2,3	-3,4*	-3,3*	-3,9**	-1,8	-0,9	-1,5	-3,99
Gdańsk – Świbno*	a	21,9	20,1	22,4	23,6	23,7	22,7	21,5	21,7	21,0	20,7	17,9	20,6	48,8
	b	-1,3	-2,2	0,2	3,1*	2,5	0,7	-1,1	2,4	-5,1**	1,7	0,6	2,0	-1,24
Elbląg	a	21,7	20,9	22,9	24,6	25,3	24,0	22,0	22,4	22,0	21,1	18,0	19,7	49,4
	b	-0,3	0,9	-0,8	1,8	2,2	-0,7	-0,5	2,7*	-1,0	0,1	0,2	-0,2	0,73

## WNIOSKI

1. Spośród czterech pór roku, największą zmienność i ekstremalność minimalnej dobowej temperatury, wykazującą wzrost w kierunku wschodnim, notowano w okresie zimy kiedy to, w porównaniu z okresem letnim zmienność ta jest 3-4-krotnie większa.

2. W strefie polskiego wybrzeża Bałtyku minimalna dobową temperaturę powietrza jesienią była przeciętnie o 2,8°C wyższa w porównaniu z wiosną.

3. Absolutnie najniższe dobowe minimalne temperatury powietrza wyniosły od około 2°C w sierpniu do około -30°C w lutym i styczniu.

4. W badanych okresach: 1956-1980 i 1981-2005 minimalna dobową temperaturę powietrza występowała w ciągu roku ze zwiększoną częstością w dwóch przedziałach temperatury: od -5° do 0° i od 5 do 10°C, przy czym w okresie 1981-2005 nastąpił wyraźny wzrost częstości w przedziale -5° do 0°C, przy jej zmniejszeniu w zakresie od -10° do -20°C.

5. Na wybrzeżu w analizowanym wieloleciu 1956-2005 wystąpił największy wzrost minimalnej dobowej temperatury powietrza w lutym i w styczniu (w zależności od stacji od 2,3°C do 6,7°C na 50 lat), a mniejszy w lipcu i w sierpniu natomiast w październiku i w listopadzie zaznaczyła się tendencja ujemna tej temperatury.

6. Mimo postępującego wzrostu temperatury minimalnej należy się również liczyć z występowaniem w poszczególnych latach wartości anomalnie i ekstremalnie niskich.

7. Najściślejsze związki najniższej dobowej minimalnej temperatury w danym miesiącu ze średnią miesięczną temperaturą powietrza zachodzą zimą, a znacznie słabsze latem.

8. Amplituda temperatury powietrza ( $t_{max} - t_{min}$ ) wykazuje ujemny związek ze średnią temperaturą powietrza zimą, a dodatni latem, w obydwu okresach istotny statystycznie. Natomiast w czerwcu oraz w miesiącach przejściowych tj. w marcu i w październiku nie stwierdzono zależności między badanymi zmiennymi.

## PIŚMIENNICTWO

- Atlas zasobów i zagrożeń klimatycznych Pomorza. 2004, pod red. C. Koźmińskiego i B. Michalskiej. AR Szczecin, 69.
- Błażejczyk K., 2004. Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce. Prace Geogr., nr 192 IGiPZ, PAN Warszawa.
- Brazdil R., Budikova M., Bohm R., Cegnar T., Fasko P., Gajic Capka M., Lapin M., Niedzwiedz T., Szalai S., Ustrnul Z., Weber R.O., Zaninović K., 1995. Trends of maximum and minimum daily temperature in Central Europe, w: Proceedings of the International Conference on Past, Present and Future Climate. Helsinki 22-25.08, Finland, 451-462.
- Cebulak E., Limanówka D., 2007. Dni z ekstremalnymi temperaturami powietrza w Polsce. w: Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych IGiP UJ. Kraków, 185-194.

- Filipiak J., 2004. Zmienność temperatury powietrza na wybrzeżu i Pojezierzu Pomorskim w drugiej połowie XX w. IMGW, Warszawa, 216.
- Jędrys K., Leśny J., 2007. Analiza zmienności temperatury powietrza w Poznaniu w latach 1973-2003. Woda, Środowisko, Obszary wiejskie, IMiUZ Falenty, 137-145.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997. Bioklimatologia człowieka. Monografie, 1. IGiPZ. PAN Warszawa.
- Kuziemska D., 1983. O zakresie zmienności temperatury powietrza w Polsce. Przegl. Geofiz. R. XXVIII, z. 3-4, 329-347.
- Marsz A., 2001. Stan termiczny Północnego Atlantyku a reżim termiczny zim na polskim wybrzeżu Bałtyku. WSM. Gdynia, s. 107.
- Michniewski A., 2007. Charakterystyka miesięcznych ekstremów temperatury powietrza w Krakowie i ich związek z warunkami cyrkulacyjnymi. W: Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Inst. Geogr. i Gosp. Przestrz. UJ, Kraków, 253-261.
- Miętus M., Filipiak J., Owczarek M., 2004: Klimat wybrzeża południowego Bałtyku. Stan obecny i perspektywy zmian. Środowisko polskiej strefy południowego Bałtyku. Gdańskie Tow. Nauk., Gdańsk, 11-44.
- Owczarek M., 2005. Ekstremalne warunki termiczne na Wybrzeżu i Pomorzu według przedziałów kwantylowych średniej dobowej temperatury powietrza. Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne. PTG, IMGW Warszawa, 70-80.
- Panfil M., 2007. Duże zmiany międzydobowe temperatur ekstremalnych w drugiej połowie XX wieku. Acta Agrophysica, 10(3), 649-658.
- Trepińska J., 2005. Termiczne skrajności w „umiarkowanym” klimacie Polski. Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne. PTG, IMGW, Warszawa, 55-63.

## VARIABILITY OF DAILY (24HRS) MINIMUM AIR TEMPERATURE IN THE ZONE OF THE POLISH COAST OF THE BALTIC SEA

*Czesław Koźmiński<sup>1</sup>, Bożena Michalska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Climatology and Marine Meteorology, University of Szczecin, ul. Wąska 13, 71-415 Szczecin

<sup>2</sup>Department of Meteorology and Climatology, University of Agriculture in Szczecin  
ul. Papieża Pawła VI/3, 71-434 Szczecin, e-mail: bmichalska@agro.ar.szczecin.pl

**Abstract.** On the basis of measurement results of the lowest minimum temperature of air in given months, gathered from 9 IMGW meteorological stations over the period of 1956-2005, the time and spatial variability of this element on the Polish coast of the Baltic Sea was worked out. Absolutely the lowest daily air temperatures varied from about 2°C in August to about -30°C in February and January. Using the method of linear regression, the direction and the range of variability of minimum temperature throughout the whole country over the entire period of 50 years was analysed, showing the largest increase in temperature in February and in January which ranged from 2.3°C to 6.7°C per 50 years. The thermal classification according to individual months was carried out using the quantile method and that gave the grounds for the preparation of a calendar of changes of minimum daily air temperature. Since 1988 a distinct increase in temperature has been observed on the coast, particularly in winter and in early spring, and since 1997 – also in summer months. In the study the relationships between minimum daily temperature and mean monthly air temperature were analysed, obtaining statistically significant compounds, particularly in winter. A strong relationship was also observed between the mean monthly air temperature and the temperature amplitude (the difference between the highest maximum and the lowest minimum daily temperature in a given month), showing a statistically significant direction of changes – negative in winter and positive in summer.

**Keywords:** minimum temperature, variability, trends, thermal classification