

Urszula KOSSOWSKA-CEZAK  
Zakład Klimatologii UW  
Sebastian PEŁECH, Robert TWARDOSZ  
Zakład Klimatologii UJ

## NIEZWYKLE ZIMNE MIESIĄCE ZIMOWE W EUROPIE (1951-2010)

### EXCEPTIONALLY COLD WINTER MONTHS IN EUROPE (1951-2010)

Duże spadki temperatury powietrza w zimie, niejednokrotnie do bardzo niskich wartości ujemnych, pojawiające się niekiedy w Europie, można uznać za jedną z cech charakterystycznych jej klimatu. Klimat ten jest bowiem kształtowany przez zmienną w czasie cyrkulację atmosferyczną; w zimie nasilenie cyrkulacji zachodniej (dodatnia faza Oscylacji Północnoatlantyckiej) przynosi napływ względnie ciepłego powietrza znad Atlantyku, a przewaga cyrkulacji południkowej (ujemna faza NAO) sprowadza nad niektóre części Europy adwekcję powietrza ze wschodu lub północy (Hirschi, Sinha, 2007; Cattiaux i in., 2010; Wang i in., 2010; Ouzeau i in., 2011; Buchan i in., 2014). Ponieważ adwekcja taka często zachodzi w obrębie antycyklonu, doprowadza to do bardzo silnego spadku temperatury powietrza uwarunkowanego już nie tylko adwekcyjnie, ale też wspomaganego przez silne wypromieniowanie ciepła z podłoża podczas długiej nocy zimowej przy bezchmurnej pogodzie wyżowej (np. Kossowska-Cezak, 1997; Jaagus, 2006; Bardin, 2007; Isayev, Sherstyukov, 2008; Sidorenkov, Orlov, 2008; Ugryumov, Khar'kova, 2008, Van den Besselaar i in., 2010).

Niezwykłe mroźne okresy, niekiedy całe zimy, były opisywane przez historyków już kilkaset lat temu (*Wyjątki...*, 1965). Możemy się od nich dowiedzieć o zamrzniętym Bałtyku, o rzekach zamarzniętych aż do dna i drzewach pękających od

mrozu. Już w bliższych nam czasach do historii przeszły niezwykle mroźna zima 1928/29 (Gumiński, 1931), która w Polsce poczyniła wielkie szkody, a także seria 3 ostrych zim od 1939/40 do 1941/42, która wpłynęła na losy II wojny światowej (Brönnimann, 2005).

Bardzo duże spadki temperatury obejmują okresy różnej długości – w niektórych latach mogą objąć całą zimę, od grudnia do lutego (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c), a nawet i do marca, np. niezwykle mroźna zima 1928/29 w Polsce (Gumiński, 1931), ale znacznie częściej bardzo zimne (mroźne) bywają tylko pojedyncze miesiące zimowe (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c). Występowanie takich miesięcy jest – podobnie jak zim – zjawiskiem bardzo niekorzystnym dla samopoczucia i zdrowia człowieka oraz jego gospodarki, prowadzi bowiem do nasilenia niektórych objawów chorobowych, odmrożeń i śmierci z wychłodzenia, utrudnia transport drogowy i kolejowy, zwiększa zużycie energii dla celów grzewczych i stwarza wiele innych problemów przyrodniczych (Błażejczyk, McGregor, 2007; Maignan i in., 2008).

Aczkolwiek obecnie obserwujemy ocieplanie się klimatu, od lat 1990. szczególnie zaznaczające się w zwiększonej częstości niezwykle gorących okresów letnich (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2013a,b, 2015b), to jednak na niektórych obszarach Europy pojawiają się nadal niezwykle zimne pojedyncze miesiące zimowe. Dlatego celem tego opracowania jest określenie częstości, czasu wystąpienia i zasięgu przestrzennego niezwykle zimnych miesięcy zimowych w Europie od połowy XX wieku do roku 2010. Opracowanie stanowi kontynuację podobnego opracowania dotyczącego niezwykle zimnych i niezwykle łagodnych zim (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c). Badania z tego zakresu prowadziło wielu autorów (np. Baur, 1954; Graham i in., 2006; Hirschi, Sinham 2007; Hirschi, 2008; Cattiaux i in., 2010; Wang i in., 2010; Ouzeau i in., 2011; Buchan i in., 2014), dotyczyły one jednak różnych obszarów Europy i różnych okresów.

## Materiały i metody opracowania

Podstawą opracowania są wartości średnie miesięczne temperatury powietrza z miesięcy zimowych – od grudnia do lutego – z lat 1951-2010 z 60 stacji meteorologicznych z kontynentu europejskiego i Wysp Brytyjskich. Zdecydowana większość stacji (57) znajduje się na terenach nizinnych, tj. poniżej 300 m n.p.m. (Astrachan w depresji -23 m); wyżej leży tylko Zurych – 569 m, Sofia – 596 m i Madryt – 667 m n.p.m. Stacje ponumerowano z zachodu na wschód w 8 pasach 5-stopniowych szerokości geograficznej z południa na północ (tab. 1).

Podobnie jak w przypadku wcześniejszych opracowań autorów (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2013a,b; 2015a,b,c) dane do badań uzyskano z dostępnej bezpośrednio bazy *European Climate Assessment & Dataset* (ECA&D, [www.eca.knmi.nl](http://www.eca.knmi.nl)) (Klein Tank i in., 2002). Dane zamieszczone w tej bazie cechuje bardzo duża

rozdzielczość przestrzenna, jak i duża liczba kompletnych serii o dobrej jakości, które podlegają weryfikacji pod kątem jednorodności (Wijngaard i in., 2003). Wielu innych badaczy także korzystało z tej bazy danych (np. Cony i in., 2008; Van den Besselaar i in., 2010).

Tabela 1. Średnia wieloletnia temperatura w miesiącach zimowych i liczba niezwykle zimnych miesięcy zimowych (NZM) w Europie (1951-2010)

Table 1. Long-term average temperatures in winter months and the numbers of exceptionally cold winter months (ECMs) in Europe (1951-2010)

Stacja		T <sub>sr.</sub> (°C)			Liczba NZM	Stacja		T <sub>sr.</sub> (°C)			Liczba NZM
Nr	Nazwa	XII	I	II		Nr	Nazwa	XII	I	II	
$\varphi < 40^{\circ}\text{N}$					31	De Bilt	3,4	2,5	2,8	11	
1	Lizbona	12,0	11,3	12,2	3	32	Berlin	1,3	0,1	0,8	7
2	Almeria	13,4	12,4	13,0	4	33	Warszawa	-0,7	-2,6	-1,8	8
3	Crotone	10,5	9,3	9,5	5	34	Mińsk	-3,7	-6,0	-5,3	6
4	Ateny	12,0	10,3	10,6	5	35	Kijów	-2,3	-4,6	-3,8	8
$\varphi = 40-45^{\circ}\text{N}$					36	Kursk	-5,1	-7,6	-7,4	7	
5	La Coruña	11,1	10,4	10,6	3	37	Saratów	-6,6	-9,3	-9,3	6
6	Madryt	6,5	6,0	7,5	6	38	Orenburg	-9,8	-13,1	-12,9	6
7	Bordeaux	6,5	5,8	6,7	7	$\varphi = 55-60^{\circ}\text{N}$					
8	Barcelona	9,8	9,0	9,7	3	39	Edynburg	4,1	3,6	3,8	7
9	Marsylia	7,7	6,7	7,7	7	40	Oslo	-2,5	-3,7	-3,7	5
10	Rzym	8,6	7,5	8,3	5	41	Kopenhaga	2,4	0,8	0,6	6
11	Split	9,2	7,8	8,2	7	42	Sztokholm	-0,5	-2,3	-2,7	7
12	Belgrad	2,7	0,9	2,9	7	43	Lipawa	0,1	-2,0	-2,6	9
13	Sofia	0,5	-1,2	0,8	6	44	St. Petersburg	-4,1	-6,6	-6,7	7
14	Konstanca	3,2	0,9	1,8	8	45	Moskwa	-5,7	-8,1	-7,6	8
15	Stambuł	8,3	6,1	6,3	6	46	Wołogda	-8,6	-11,5	-10,7	3
16	Symferopol	2,3	-0,1	0,5	9	47	Kazań	-9,0	-12,0	-11,4	7
17	Soczi	8,2	6,2	6,3	3	48	Jekaterynburg	-11,3	-13,7	-12,3	7
18	Machaczkała	2,8	0,6	0,8	7	$\varphi = 60-65^{\circ}\text{N}$					
$\varphi = 45-50^{\circ}\text{N}$					49	Bergen	2,7	2,0	1,8	8	
19	Brest	7,2	6,4	6,4	7	50	Trondheim	-1,4	-2,6	-2,3	6
20	Paryż	5,2	4,4	5,3	11	51	Vaasa	-4,6	-6,6	-7,3	7
21	Zurych	1,0	0,0	1,2	8	52	Kajaani	-8,5	-11,1	-11,1	7
22	Würzburg	1,2	0,1	1,2	9	53	Archangielsk	-9,6	-13,0	-12,0	7
23	Wiedeń	1,3	-0,1	1,7	7	54	Syktiwkar	-11,9	-15,0	-13,4	4

24	Debreczyn	0,2	-1,8	0,3	9	55	Iwdel	-16,0	-18,8	-16,6	6
25	Czerniowce	-1,8	-3,9	-2,4	7	$\varphi = 65-70^{\circ}\text{N}$					
26	Zaporoże	-1,4	-3,8	-3,1	9	56	Bodö	-0,6	-1,6	-1,9	4
27	Rostów n. Donem	-1,4	-3,9	-3,4	5	57	Sodankyla	-11,9	-13,9	-13,2	4
28	Astrachan	-2,1	-4,9	-4,6	7	58	Narjan-Mar	-13,8	-17,6	-17,3	6
$\varphi = 50-55^{\circ}\text{N}$						59	Peczora	-15,7	-18,9	-17,5	7
29	Valentia	7,8	6,9	6,8	6	$\varphi > 70^{\circ}\text{N}$					
30	Londyn	5,3	4,5	4,5	7	60	Vardö	-3,2	-4,5	-5,0	3
$\Sigma$											387

Za miesiące zimowe uznano grudzień, styczeń i luty. Jako niezwykle zimne zakwalifikowano te, w których średnia temperatura powietrza na danej stacji była niższa od odpowiedniej średniej wieloletniej (1951-2010) przynajmniej o 2 odchylenia standardowe. Na tej podstawie wyróżniono niezwykle zimne miesiące (NZM) –  $t \leq t_{sr} - 2\sigma$  oraz analogicznie, dla celów porównawczych, miesiące niezwykle łagodne (NŁM) –  $t \geq t_{sr} + 2\sigma$ .

Posługując się przedstawioną metodą, zastosowaną już we wcześniejszych opracowaniach autorów (Kossowska-Cezak, Twardosz, 2012a,b, 2013; Twardosz, Kossowska-Cezak, 2013a,b; 2015a,b,c), stwierdzono liczbę NZM i NŁM na każdej stacji (tab. 1) oraz sumę wszystkich przypadków w ciągu 60 lat. Wyłonione przypadki NZM i NŁM zestawiono w kalendarze oraz określono lokalizację tych anomalnych pod względem termicznym miesięcy zimowych.

### Częstość niezwykle zimnych i niezwykle łagodnych miesięcy zimowych w Europie

Rozpatrując zagadnienie pojawiania się na obszarze Europy niezwykle zimnych zim, jak też niezwykle łagodnych, należy pamiętać, że jest to obszar o znacznym zróżnicowaniu temperatury powietrza (tab. 1). W zimie średnia temperatura obniża się z południa na północ, jak i z zachodu na wschód: na południe od  $45^{\circ}\text{N}$  przeciętna temperatura w miesiącach zimowych jest dodatnia, ok.  $50^{\circ}\text{N}$  pozostaje taka na zachodzie do ok.  $20^{\circ}\text{E}$ , a na zachodnich krańcach Europy jeszcze ok.  $60^{\circ}\text{N}$ . W części północno-wschodniej w zimie temperatura jest już wszędzie ujemna, a na samych krańcach północno-wschodnich wynosi poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$ , a nawet poniżej  $-15^{\circ}\text{C}$ . Oznacza to, że średnia temperatura podczas niezwykle zimnego miesiąca w różnych częściach Europy przybiera zupełnie różne wartości, np. w najzimniejszym styczniu w Lizbonie średnia temperatura wyniosła  $9,3^{\circ}\text{C}$  (NZM), a w Peczorze  $-27,5^{\circ}\text{C}$  i nie był to miesiąc kategorii NZM. Warto

dodać, że w najcieplejszym styczniu w Peczorze temperatura średnia osiągnęła  $-8,7^{\circ}\text{C}$  (NŁM) i była to wartość wyższa od średniej wieloletniej (anomalia  $\Delta t$ ) o  $10,2^{\circ}\text{C}$ . Należy tu zatem podkreślić, że przyjęte kryterium wyróżniania NZM (jak też i NŁM) jest kryterium względnym, nawiązującym do warunków przeciętnych, typowych dla danego obszaru, do jakich jest przystosowana miejscowa ludność, jej tryb życia i gospodarka, a także – a może przede wszystkim – warunki przyrodnicze.

W latach 1951-2010 stwierdzono na 60 stacjach w Europie 387 przypadków NZM, które wystąpiły w 67 miesiącach 60-lecia (tab. 2). Przypadki te wystąpiły z podobną częstością w kolejnych miesiącach zimowych: w grudniu 131, w styczniu 129 i w lutym 126, natomiast liczba lat z NZM malała z miesiąca na miesiąc: grudzień był NZM w 29 latach 60-lecia, styczeń w 21 i luty tylko 17 latach (tab. 3). Oznacza to, że NZM grudzień zdarzał się częściej, ale na mniejszej liczbie stacji (średnio 4,5), podczas gdy NZM luty zdarzał się rzadziej, ale obejmował większe obszary (średnio 7,4 stacji); średnio NZM zimowy obejmował prawie 6 stacji (5,8).

Niezwykłe łagodne miesiące zimowe (NŁM) występowały znacznie rzadziej niż NZM – było ich 105 przypadków (tab. 4). To potwierdza doniesienia źródeł historycznych (*Wyjątki...*, 1965). Liczba przypadków NŁM była podobna w grudniu (31) i styczniu (30) i wyraźnie zwiększyła się w lutym (42), natomiast liczba lat z NŁM (razem 34) była podobna: grudzień i luty były NŁM w 11 latach 60-lecia, a styczeń w 12 latach. To oznacza, że NŁM grudzień i styczeń występowały średnio na niespełna 3 stacjach (odpowiednio 2,8 i 2,7), a luty na 4 stacjach (3,8). Średnio NŁM zimowy występował na 3,1 stacjach.

To porównanie wyraźnie wykazuje, dlaczego ciepłe zimy i miesiące zimowe nie są przedmiotem równie dużego zainteresowania jak zimy i miesiące zimowe niezwykle mroźne. Nie tylko nie przynoszą równie wielkich uciążliwości i szkód, ale występują o połowę rzadziej (NZM – 67 miesięcy, NŁM – 34 miesiące w ciągu 60 lat) i średnio obejmują o połowę mniejszy obszar (NZM – 6 stacji, NŁM – 3 stacje). Warto też dodać, że jak wykazały badania autorów (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c), w 60-leciu 1951-2010 wystąpiły 103 przypadki niezwykle zimnych zim i 40 zim niezwykle łagodnych. Stosunek liczby NZM do takich zim wynosi zatem 3,75, a NŁM do takich zim tylko 2,62. To oznacza, że liczba NZM przewyższa liczbę odpowiednich zim bardziej, niż ogólna liczba miesięcy przewyższa liczbę pór roku (x3). Ten „nadmiar” NZM wyraża się również w tym, że podczas niezwykle zimnych zim wystąpiły tylko 123 NZM (spośród 387), a pozostałe 264 NZM (68% NZM) wystąpiły pojedynczo, niezależnie od bardzo mroźnych całych okresów zimowych. Takich pojedynczych NŁM zimowych było tylko 75.

Liczba NZM na jednej stacji w ciągu 60 lat wyniosła od 3 do 11; przeważnie 6-7 (tab. 1). Najmniej (po 3-5) ich było na południowych krańcach Europy, zwłaszcza na Półwyspie Pirenejskim, a także na północy Półwyspu Skandynawskiego. Najwięcej NZM (8-11) było w zachodniej i środkowej części kontynentu między  $45$  i  $55^{\circ}\text{N}$ , gdzie rekordową liczbą NZM wyróżniły się Paryż i De Bilt.

Należy jednak podkreślić, że nawet między sąsiednimi stacjami zdarzają się pod tym względem znaczne różnice (np. Barcelona – 3, Marsylia – 7, Wołogda – 3, Moskwa – 8, tab. 1).

Mniej liczne NŁM w ogóle nie wystąpiły na 10 stacjach, a na 15 stacjach tylko jeden raz w 60-leciu, jedynie na południowych krańcach Europy na 5 stacjach było po 4 NŁM i w Barcelonie wyjątkowo 5 NŁM; przeważnie po 2 NŁM na stacji.

Częstość NZM, jak i NŁM ulegała znacznym zmianom w ciągu 60-lecia (tab. 2). Najwięcej NZM było w ciągu pierwszych 20 lat, na które przypadła połowa (33 z 67) NZM i ponad połowa (198 z 387) przypadków. W tych latach wystąpiły 3 spośród 4 NZM obejmujących ponad 20 stacji (tab. 3). Kolejne 10-lecia charakteryzowały się znacznie mniejszą i dość wyrównaną (po 7-9) liczbą NZM, ale dość zróżnicowaną liczbą przypadków, tzn. liczbą stacji, na których te NZM wystąpiły. Najwięcej ich było w latach 1980/81 – 1989/90 (85, w tym 1 miesiąc obejmujący ponad 20 stacji i 2 miesiące po 19 stacji – tab. 3), a zdecydowanie najmniej w następnym 10-leciu (zaledwie 17). W XXI wieku, po kilkunastu latach ponownie zaczęły się pojawiać NZM obejmujące 10 i więcej stacji (tab. 2 i 3).

Tabela 2. Liczba niezwykle zimnych (NZM) i niezwykle łagodnych (NŁM) miesięcy zimowych i liczba stacji, na których wystąpiły w Europie (1951-2010); A – liczba miesięcy, B – liczba stacji

Table 2. Numbers of exceptionally cold winter months (ECMs) and number of stations with ECMs in Europe (1951-2010); A – number of months, B – number of stations

10-lecie	NZM		NŁM	
	A	B	A	B
1951/52*-1959/60	16	99	4	9
1960/61-1969/70	17	99	4	13
1970/71-1979/80	9	42	4	5
1980/81-1989/90	9	85	6	27
1990/91-1999/2000	7	17	6	11
2000/01-2009/10	9	45	10	40
1951/52-2009/10	67	387	34	105

\* Brak danych z zimy 1950/51 / No data from winter 1950/1951

Liczba NŁM od połowy XX wieku stopniowo wzrastała (tab. 2 i 4). Najwięcej ich było już w XXI wieku (10 z 34) i było to jedyne 10-lecie, w którym było więcej NŁM niż NZM.

Ponieważ, jak wspomniano wcześniej, większa część NZM występuje niezależnie od niezwykle zimnych zim, przebieg wieloletni ich częstości okazuje się różny: zdecydowanie najwięcej takich zim było w latach 1960/61 – 1969/70 (6 z 18, a w poprzednim 10-leciu tylko 3, przy prawie takiej samej liczbie NZM 17 i 18).

Najmniej niezwykle zimnych zim było natomiast już w XXI wieku (tylko 1 na 3 stacjach), ale liczba NZM nie była mniejsza niż we wcześniejszych 10-leciach (tab. 2).

Tabela 3. Kalendarz niezwykle zimnych miesięcy zimowych (liczba stacji z NZM) w Europie (1951-2010)

Table 3. Exceptionally cold winter months (no. of stations) in Europe (1951-2010)

Zima	XII	I	II	Σ	Zima	XII	I	II	Σ
1950/51	X	–	1	(1)	1980/81	1	2	–	3
1951/52	–	1	–	1	1981/82	7	–	–	7
1952/53	–	2	1	3					
1953/54	3	11	22	36	1984/85	2	19	19	40
1954/55	–	–	1	1	1985/86	1	–	11	12
1955/56	12	–	36	48	1986/87	–	23	–	23
1956/57	1	3	–	4					
1957/58	1	–	–	1	1990/91	1	–	–	1
1958/59	2	–	1	3	1991/92	6	–	–	6
1959/60	1	–	–	1					
					1995/96	1	–	–	1
1962/63	6	25	7	38					
1963/64	9	6	–	15	1997/98	–	–	3	3
1964/65	–	–	4	4	1998/99	4	1	–	5
1965/66	1	2	11	14	1999/2000	–	1	–	1
1966/67	1	–	–	1					
1967/68	1	4	–	5	2001/02	10	–	–	10
1968/69	2	8	2	12	2002/03	14	–	1	15
1969/70	9	–	2	11					
1970/71	3	–	–	3	2005/06	1	2	–	3
1971/72	–	10	–	10					
					2007/08	–	1	–	1
1975/76	–	1	3	4					
1976/77	1	2	–	3	2009/10	1	2	–	3
1977/78	–	–	1	1	2010/11	13	X	X	(13)
1978/79	16	4	–	20	Liczba stacji	131	130	126	387
					Liczba NZM	29	21	17	67

## Zasięg i charakterystyka termiczna NZM i NŁM

Kalendarz NZM i NŁZ zestawiono w tab. 3 i 4; podano rok wystąpienia miesiąca danej kategorii i liczbę stacji, na których się pojawił. Łatwo można zauważyć, że najczęściej NZM, a tym bardziej NŁM wystąpiło zaledwie na pojedynczych stacjach – odpowiednio 24 (z 67) i 15 (z 34) miesięcy. Na 1-3 stacjach stwierdzono 40 NZM (60%) i 28 NŁM (82%). W dalszej części pracy będą rozpatrywane tylko te NZM i NŁM, które wystąpiły na co najmniej 4 stacjach, tzn. więcej niż 5% wszystkich stacji.

Tabela 4. Kalendarz niezwykle łagodnych miesięcy zimowych (liczba stacji z NŁM) w Europie (1951-2010)

Table 4. Exceptionally mild winter months (no. of stations) in Europe (1951-2010)

Zima	XII	I	II		Zima	XII	I	II	Σ
1953/54	2	–	–	2	1989/90	3	–	19	22
1954/55	–	4	2	6					
					1994/95	–	–	3	3
1958/59	–	–	1	1	1995/96	1	3	–	4
					1996/97	–	–	1	1
1960/61	7	–	–	7	1997/98	–	–	2	2
1962/63	1	–	–	1	1999/2000	–	–	1	1
					2000/01	2	1	–	3
1965/66	–	2	3	5	2001/02	–	2	7	9
1970/71	–	1	–	1	2003/04	–	1	–	1
1974/75	1	–	–	1	2006/07	10	13	–	23
					2007/08	1	–	1	2
1976/77	–	–	2	2					
					2009/10	2	X	X	(2)
1978/79	–	1	–	1					
					Liczba stacji z NŁM	31	32	42	105
1980/81	–	1	–	1	Liczba NŁM	11	12	11	34
1981/82	1	–	–	1					
1982/83	–	1	–	1					



## 1951/52-1959/60

W pierwszym 10-leciu objętym opracowaniem wystąpiły 4 NZM obejmujące znaczne obszary.

**NZM styczeń 1954** objął 11 stacji w południowo-wschodniej Europie, od Splitu i Debreczyna na zachodzie do Saratowa na wschodzie i od Stambułu na południu do Kurska i Saratowa na północy (rys. 1). Anomalia temperatury  $\Delta t$  była najmniejsza w Splicie  $-3,2^{\circ}\text{C}$  i w Stambule  $-4,4^{\circ}\text{C}$  (i tylko na tych stacjach temperatura średnia miesięczna  $t$  była dodatnia), na pozostałych stacjach  $\Delta t$  ok.  $-6$  –  $-8^{\circ}\text{C}$ , największa w Zaporozżu  $-8,7^{\circ}\text{C}$ .

Więcej charakterystyk termicznych z wybranych stacji meteorologicznych zamieszczono w tabelach 5-8.

Tabela 5. Charakterystyki termiczne niezwykle zimnych grudni w Europie (1951-2010)

Table 5. Thermal characteristic of the exceptionally cold months of December in Europe (1951-2010)

Rok	Stacja		Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )				Liczba dni z $T_{\max}$		
	Nr	Nazwa	$T_{\text{sr}}$	$\Delta t$	$T_{\max}$	$T_{\min}$	$<0^{\circ}\text{C}$	$<-10^{\circ}\text{C}$	$<-20^{\circ}\text{C}$
1955	44	St. Petersburg	-13,9*	-9,8	-10,2	-17,4	27	16	3
	48	Jekaterynburg	-22,1*	-10,8	-18,3	-25,7	30	26	17
	60	Vardö	-8,2*	-5,0	-5,8	-11,0	29	5	–
1978	40	Oslo	-8,0	-5,5	-5,9	-10,3	31	4	–
	45	Moskwa	-14,5*	-8,8	-10,8	-18,0	27	12	5
	53	Archangielsk	-21,4*	-11,8	-16,7	-26,6	31	24	10
	59	Peczora	-29,6*	-13,9	-25,2	-33,8	31	29	22
2002	18	Machaczkała	-5,4*	-8,2	-0,9	-9,9	16	1	–
	33	Warszawa	-6,6	-5,9	-3,4	-10,3	26	1	–
	35	Kijów	-8,4*	-6,1	-5,4	-11,4	28	1	–
2010	29	Valentia	<b>4,2*</b>	-3,6	6,8	1,5	–	–	–
	40	Oslo	-9,2*	-6,7	-6,5	-12,1	30	6	–
	42	Sztokholm	-6,6*	-6,1	-4,2	-9,3	27	1	–

\* najniższa wartość temperatury w 60-leciu / The lowest in 60 years; wartość temperatury **pogrubiona** oznacza  $t \leq t_{\text{sr}, -3\sigma}$  / a value in **bold** means that the temperature meets the criterion  $t \leq t_{\text{av}, -3\sigma}$

Tabela 6. Charakterystyki termiczne niezwykle zimnych styczni w Europie (1951-2010)  
 Table 6. Thermal characteristic of the exceptionally cold months of January in Europe (1951-2010)

rok	Stacja		Temperatura (°C)				Liczba dni z $T_{\max}$		
	Nr	Nazwa	$T_{\text{śr.}}$	$\Delta t$	$T_{\max}$	$T_{\min}$	<0°C	<-10°C	<-20°C
1954	15	Stambuł	1,7*	-4,4	4,6	-1,2	3	–	–
	24	Debreczyn	-8,2	-6,4	-5,3	-12,6	19	2	–
	37	Saratów	-17,1	-7,8	-13,3	-20,6	30	24	5
1963	20	Paryż	-1,6*	-6,0	0,7	-3,9	13	–	–
	29	Valentia	<b>2,3*</b>	-4,6	4,9	-0,3	–	–	–
	33	Warszawa	-12,4*	-9,8	-8,3	-16,4	28	10	–
	35	Kijów	-13,8*	-9,2	-10,4	-16,9	29	22	–
	49	Bergen	-2,2	-4,2	0,0	-4,5	15	–	–
1972	28	Astrachań	-15,5*	-10,6	-10,5	-18,9	29	16	1
	48	Jekaterynburg	-24,2	-10,5	-19,7	-27,7	31	28	16
1985	7	Bordeaux	0,8	-5,0	2,2	-2,7	11	–	–
	10	Rzym	4,1*	-3,4	8,1	0,0	3	–	–
	41	Kopenhaga	-4,6	-5,4	-2,3	-7,0	21	–	–
	52	Kajaani	-24,3*	-13,2	-19,3	-29,4	31	22	16
	58	Narjan Mar	-27,3*	-9,7	-22,7	-31,9	29	27	23
1987	33	Warszawa	-12,3	-9,7	-8,2	-17,5	26	12	2
	40	Oslo	-10,5*	-6,8	-7,2	-13,9	28	12	1
	44	St. Petersburg	-17,9*	-11,3	-15,0	-21,0	31	20	10
	45	Moskwa	-17,5*	-9,4	-14,4	-20,9	31	21	9
	50	Trondheim	-9,1*	-6,5	-5,2	-13,4	21	9	1

\* najniższa wartość temperatury w 60-leciu / The lowest in 60 years; wartość temperatury **pogrubiona** oznacza  $t \leq t_{\text{śr.}} - 3\sigma$  / a value in **bold** means that the temperature meets the criterion  $t \leq t_{\text{śr.}} - 3\sigma$

Tabela 7. Charakterystyki termiczne niezwykle zimnych lutych w Europie (1951-2010)

Table 7. Thermal characteristic of the exceptionally cold months of February in Europe (1951-2010)

rok	Stacja		Temperatura (°C)				Liczba dni z $T_{max}$		
	Nr	Nazwa	$T_{sr}$	$\Delta t$	$T_{max}$	$T_{min}$	<0°C	<-10°C	<-20°C
1954	15	Stambuł	2,0*	-4,3	5,4	-1,3	3	–	–
	24	Debreczyn	-6,4	-6,7	-2,2	-11,1	18	–	–
	35	Kijów	-12,9	-9,1	-9,2	-16,6	27	15	–
	47	Kazań	-21,6	-10,2	-17,7	-26,0	28	26	9
1956	1	Lizbona	<b>7,8*</b>	-4,4	11,8	3,9	–	–	–
	7	Bordeaux	-2,6*	-9,3	0,3	-7,2	14	–	–
	20	Paryż	<b>-3,5*</b>	-8,8	0,3	-7,2	14	–	–
	24	Debreczyn	-8,3*	-8,6	-3,6	-12,0	20	–	–
	33	Warszawa	-12,2*	-10,4	-8,3	-17,6	25	10	–
	35	Kijów	-13,1*	-9,3	-8,7	-16,5	24	14	1
	44	St. Petersburg	-14,8*	-8,1	-10,1	-19,3	27	10	5
	45	Moskwa	-18,5*	-10,9	-13,9	-22,8	29	19	5
	48	Jekaterynburg	-20,1*	-7,8	-15,5	-24,1	29	22	8
1966	50	Trondheim	-9,9*	-7,6	-6,0	-14,2	23	9	–
	59	Peczora	-29,8	-12,3	-23,8	-34,9	28	28	18
1985	15	Stambuł	2,0*	-4,3	5,3	-1,3	4	–	–
	33	Warszawa	-9,2	-7,4	-5,5	-13,8	23	5	–
	44	St. Petersburg	-14,8*	-8,1	-11,7	-17,5	28	19	–
	53	Archangielsk	-22,4	-10,4	-17,8	-27,0	28	24	11
1986	29	Valentia	3,0*	-3,8	5,0	1,0	–	–	–
	33	Warszawa	-9,6	-7,4	-5,9	-14,1	27	2	–

\* najniższa wartość temperatury w 60-leciu / The lowest in 60 years; wartość temperatury **pogrubiona** oznacza  $t \leq t_{sr} - 3\sigma$  / a value in **bold** means that the temperature meets the criterion  $t \leq t_{av} - 3\sigma$

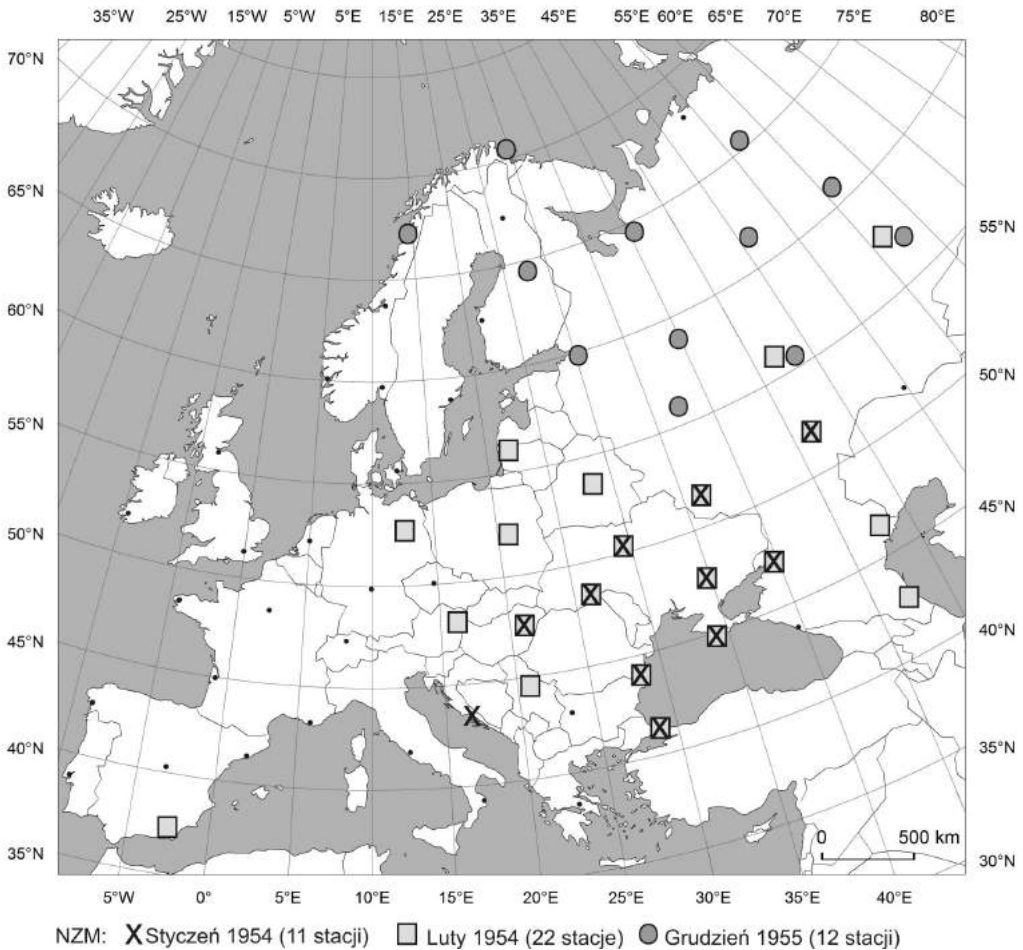
Tabela 8. Charakterystyki termiczne niezwykle łagodnych miesięcy zimowych (NŁM) w Europie (1951-2010)

Table 8. Thermal characteristic of the exceptionally mild winter months (EMMs) in Europe (1951-2010)

Rok, miesiąc	Stacja		Temperatura (°C)				Liczba dni z $T_{\max}$		
	Nr	Nazwa	$T_{\text{śr.}}$	$\Delta t$	$T_{\max}$	$T_{\min}$	<0°C	<-10°C	<-20°C
1960, grudzień	24	Debreczyn	4,8*	4,6	7,6	2,1	-	-	-
	35	Kijów	2,9*	5,2	5,2	1,1	-	-	-
1990, luty	40	Oslo	3,4*	7,1	5,7	1,6	2	-	-
	45	Moskwa	0,4*	8,0	1,9	-1,2	7	-	-
	53	Archangielsk	-1,5*	10,5	0,5	-3,6	9	-	-
	60	Vardö	-0,3*	4,7	1,2	-1,9	6	-	-
2002, luty	37	Saratów	-0,6*	8,7	1,8	-2,7	3	-	-
	48	Jekaterynburg	-4,5*	7,8	-1,2	-7,4	16	2	-
2006, grudzień	41	Kopenhaga	6,5*	4,1	8,7	5,5	-	-	-
	44	St. Petersburg	3,0*	7,1	4,8	1,2	4	-	-
	50	Trondheim	4,5*	5,9	7,2	1,4	-	-	-
2007, styczeń	28	Astrachań	2,5*	7,4	5,9	0,2	-	-	-
	37	Saratów	-0,1*	9,2	1,1	-1,3	7	-	-
	48	Jekaterynburg	-5,2*	8,5	-2,6	-7,3	23	4	-

\*wartość temperatury najwyższa w 60-leciu / The highest in 60 years;

Kolejny miesiąc tego samego roku, **NZM luty 1954** objął prawie wszystkie te same stacje (bez Splitu), a ponadto środkową Europę, od Berlina i Wiednia na zachodzie aż do Jekaterynburga na wschodzie i Machaczkały na południu – razem 22 stacje (rys. 1). Luty 1954 był NZM również w odległej Almerii. Anomalia temperatury  $\Delta t$  w Stambule  $-4,3^{\circ}\text{C}$  (i tylko tu  $t$  dodatnia), na pozostałych stacjach od ok.  $-5$  –  $-6^{\circ}\text{C}$  na zachodzie do  $-9$  –  $-11^{\circ}\text{C}$  na wschodzie, największa w Astrachaniu  $-14,0^{\circ}\text{C}$  i Rostowie  $-13,6^{\circ}\text{C}$ . Wartość anomalii w Astrachaniu była największa w całym rozpatrywanym materiale. Najniższa temperatura średnia miesięczna  $t=-24,4^{\circ}\text{C}$  była w Orenburgu.

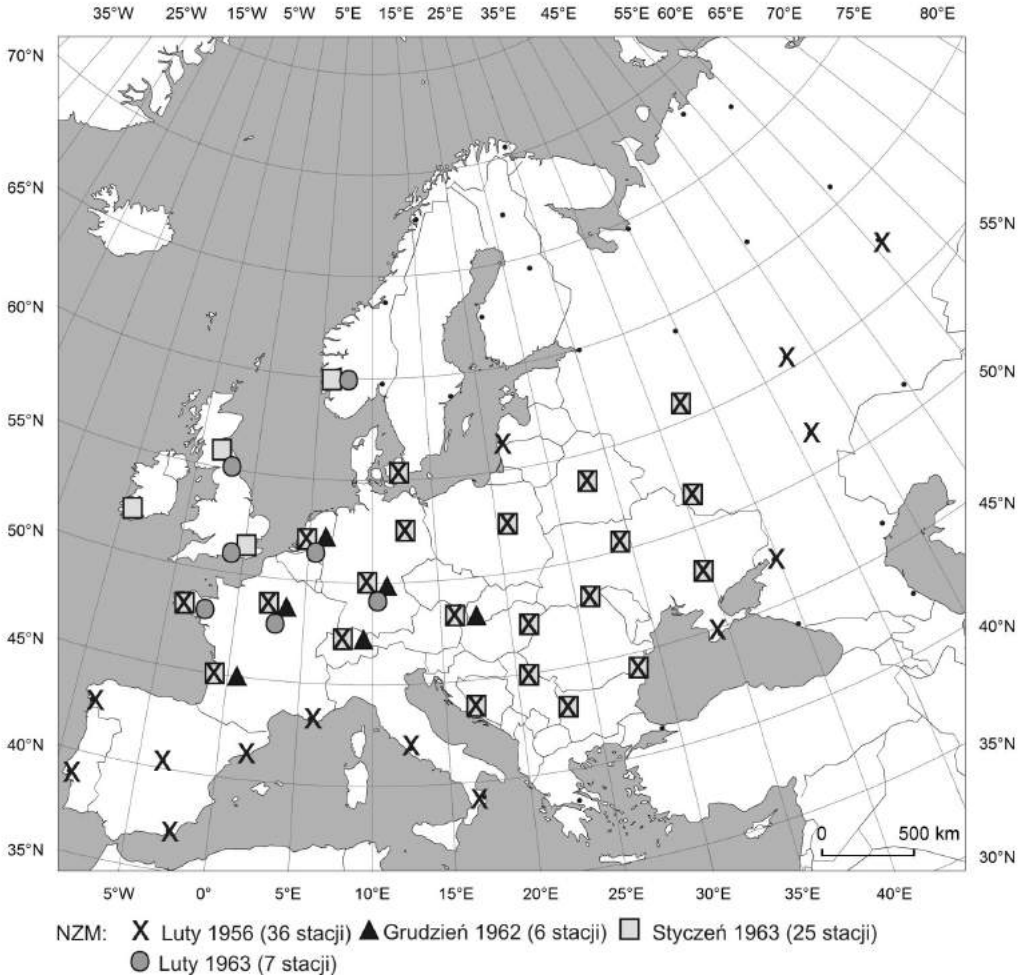


Rys. 1. Stacje z niezwykle mroźnymi miesiącami: styczeń 1954, luty 1954 i grudzień 1955

Fig. 1. Stations with exceptionally cold months: January 1954, February 1954 and December 1955

Na tym obszarze cała zima 1953/54 był niezwykle zimna na 16 stacjach, a luty 1954 był jednym z najzimniejszych miesięcy w 60-leciu. W Stambule i Symferopolu wszystkie 3 miesiące zimowe były NZM; były to 2 takie przypadki spośród 5 w całym 60-leciu.

**NZM grudzień 1955** wystąpił na 12 stacjach północno-wschodniej Europy, od Bodö na zachodzie do Iwdelu i Jekaterynburga na wschodzie i od Moskwy i Kazania na południu do Vardö na północy (rys. 1). Anomalia temperatury  $\Delta t$  tylko w Bodö i Vardö ok.  $-5^{\circ}\text{C}$ , na pozostałych stacjach powyżej  $-10^{\circ}\text{C}$ , w tym w Syktywkarze  $-13,5^{\circ}\text{C}$  i w Peczorze  $-13,1^{\circ}\text{C}$ . Najniższa temperatura średnia miesięczna była w Peczorze  $t = -28,8$  i Iwdelu  $-28,7^{\circ}\text{C}$ .



Rys. 2. Stacje z niezwykle mroźnymi miesiącami: luty 1956, grudzień 1962, styczeń 1963 i luty 1963

Fig. 2. Stations with exceptionally cold months: February 1956, December 1962, January 1963 and February 1963

Tej samej zimy 1955/56 NZM był **luty 1956**. Był to NZM o największym zasięgu w 60-leciu, objął bowiem 36 stacji (60% wszystkich uwzględnionych stacji). Objął on południową i środkową Europę, od Lizbony i Brestu aż po Jekaterynburg (rys. 2). W St. Petersburgu, Moskwie, Kazaniu i Jekaterynburgu był to drugi NZM podczas tej zimy, która kategorię niezwykle mroźnej osiągnęła na 10 stacjach (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c). Na większości stacji

był to najzimniejszy luty w 60-leciu i jeden z dwóch najzimniejszych miesięcy zimowych, obok stycznia 1963. W lutym 1956 odchylenie temperatury średniej miesięcznej  $t$  od średniej wieloletniej  $t_{sr}$  na 14 stacjach przekroczyło 3 odchylenia standardowe. Anomalia temperatury  $\Delta t$  na krańcach zachodnich i południowych wyniosła ok.  $-3 - -6^{\circ}\text{C}$  (średnia temperatura  $t$  dodatnia), na pozostałym obszarze  $\Delta t$   $-8 - -11^{\circ}\text{C}$ , w tym największa w Saratowie  $-11,3^{\circ}\text{C}$ , tutaj też była najniższa  $t = -20,6^{\circ}\text{C}$ .

W latach 1951/52-1959/60 wystąpiły tylko 2 NŁM na 4 stacjach lub więcej: NŁM styczeń 1955 – na 4 stacjach południowych wybrzeży Europy ( $\Delta t$  ok.  $3^{\circ}\text{C}$ ) i grudzień 1960 – na 7 stacjach południowo-wschodniej Europy ( $\Delta t$  ok.  $3-6^{\circ}\text{C}$ ). Na wszystkich stacjach temperatura średnia  $t$  wyniosła powyżej  $10^{\circ}\text{C}$ .

### 1960/61-1969/70

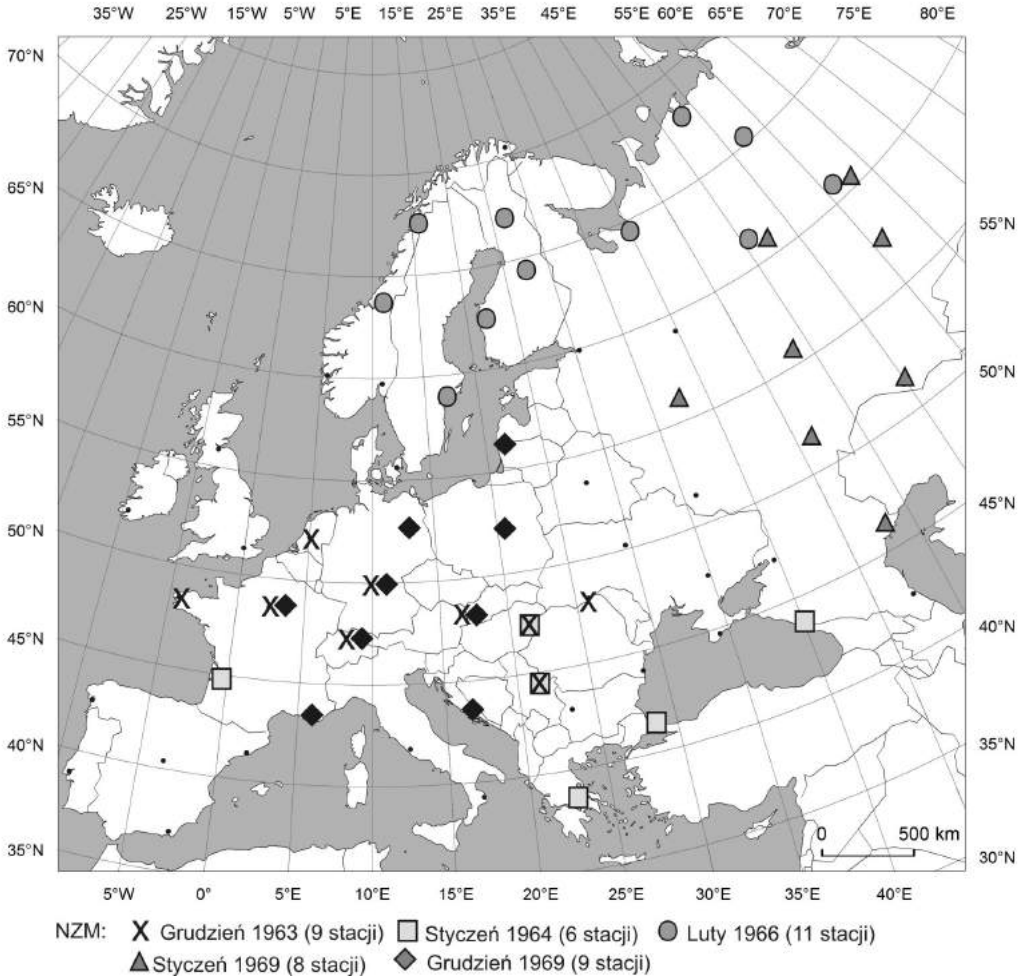
W kolejnym 10-leciu wystąpiło najwięcej – 10 NZM zimowych na co najmniej 4 stacjach, ale większość z nich miała umiarkowany zasięg (tylko 2 NZM na więcej niż 10 stacjach).

Zima 1962/63 była niezwykle mroźna na 24 stacjach zachodniej Europy i każdy z miesięcy tej zimy był NZM na różnej liczbie stacji, w tym w Paryżu, Würzburgu i De Bilt NZM były wszystkie 3 miesiące (3 takie przypadki spośród 5 w 60-leciu).

**NZM grudzień 1962** objął 6 stacji w zachodniej Europie w trójkącie Bordeaux – De Bilt – Wiedeń;  $\Delta t$  wyniosła ok.  $-3 - -5^{\circ}\text{C}$ . **NZM styczeń 1963** objął 25 stacji w zachodniej i środkowej Europie – od Bordeaux i Valentii na zachodzie do Moskwy i Zaporozża na wschodzie i od Splitu i Sofii na południu do Edynburga i Bergen na północy (rys. 2). Był to drugi pod względem zasięgu NZM, przy tym na większości stacji najzimniejszy styczeń w 60-leciu, na części stacji zaś (m.in. w Warszawie) najzimniejszy miesiąc zimowy w 60-leciu. Anomalia temperatury  $\Delta t$  osiągnęła na zachodzie i południu zasięgu tego NZM od  $-4$  do  $-6^{\circ}\text{C}$ , na wschodzie  $-8 - -9^{\circ}\text{C}$ , w tym największa była w Warszawie  $-9,8^{\circ}\text{C}$  ( $t = -12,4^{\circ}\text{C}$ ). Najniższa temperatura średnia miesięczna  $t = -16,8^{\circ}\text{C}$  wystąpiła w Kursku.

Kolejny miesiąc tej zimy, **NZM luty 1963** wystąpił na 7 stacjach północno-zachodniej Europy, od Brestu i Würzburga po Edynburg i Bergen (rys. 2). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $-4 - -6^{\circ}\text{C}$ .

Kolejna zima 1963/64 była także niezwykle zimna (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c), chociaż tylko na 3 stacjach, ale NZM były grudzień 1963 i styczeń 1964. **NZM grudzień 1963** był drugim NZM zimowym w tym samym roku kalendarzowym na wszystkich 9 stacjach od Brestu i De Bilt na północno-zachodzie do Belgradu i Czerniowiec na południo-wschodzie (rys. 3). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła od ok.  $-3^{\circ}\text{C}$  na krańcu zachodnim do ok.  $-5^{\circ}\text{C}$  na wschodzie, największa była w Wiedniu  $-5,7^{\circ}\text{C}$ .



Rys. 3. Stacje z niezwykle mroźnymi miesiącami: grudzień 1963, styczeń 1964, luty 1966, styczeń 1969 i grudzień 1969

Fig. 3. Stations with exceptionally cold months: December 1963, January 1964, February 1966, January 1969 and December 1969

**NZM styczeń 1964** wystąpił na 6 dość odosobnionych stacjach w południowej części Europy: w Bordeaux, Debreczynie, Belgradzie, Atenach, Sumbule i Soczi (rys. 3). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła od  $-2$  –  $-3^{\circ}\text{C}$  na stacjach południowych,  $-5^{\circ}\text{C}$  w Soczi i  $-8,2^{\circ}\text{C}$  w Debreczynie. Tu też wystąpiła najniższa temperatura średnia  $t = -10,0^{\circ}\text{C}$ . Tylko w Debreczynie i Belgradzie  $t$  osiągnęła wartość ujemną i tylko tu oraz w Soczi był to najzimniejszy styczeń w 60-leciu.



**NZM luty 1965** wystąpił na 4 stacjach południowej Europy: Crotone, Rzym, Split i Sofia. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $-3 - -4^{\circ}\text{C}$ , tylko w Sofii  $-5,3^{\circ}\text{C}$  i tylko tutaj średnia temperatura była ujemna ( $t = -4,5^{\circ}\text{C}$ ).

**NZM luty 1966** objął obszary północne Europy – 11 stacji na Półwyspie Skandynawskim i północnej Rosji (rys. 3). Zima 1965/66 osiągnęła kategorię niezwykle mroźnej na 7 stacjach (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c), ale w jej zasięgu znalazły się tylko 4 stacje skandynawskie, na pozostałych zaś był to pojedynczy NZM, na większości stacji najzimniejszy luty w 60-leciu. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła od ok.  $-7^{\circ}\text{C}$  na wybrzeżach Półwyspu Skandynawskiego do  $-12 - -13^{\circ}\text{C}$  na krańcach północno-wschodnich. Największa  $\Delta t$  była w Narjan Mar  $-12,9^{\circ}\text{C}$ , tutaj też była najniższa temperatura średnia miesięczna w całym rozpatrywanym materiale  $t = -30,2^{\circ}\text{C}$  i niewiele wyższa w Peczorze  $t = -29,8^{\circ}\text{C}$ .

**NZM styczeń 1968** wystąpił na 4 stacjach ponownie w północnej Europie: St. Petersburg, Vaasa, Kajaani i Archangielsk. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $-9 - -11^{\circ}\text{C}$ , największa była w Archangielsku  $-11,1^{\circ}\text{C}$  i tu wystąpiła najniższa temperatura średnia  $t = -24,1^{\circ}\text{C}$ .

Kolejny **NZM styczeń 1969** objął 8 stacji we wschodniej Europie, od Moskwy na zachodzie i Astrachania na południu do Iwdelu i Jekaterynburga na północno-wschodzie (rys. 3). Na większości stacji zima 1968/69 osiągnęła kategorię niezwykle zimnej (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c). Na krańcu wschodnim był to najzimniejszy styczeń w 60-leciu. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła na całym obszarze ok.  $-8 - -11^{\circ}\text{C}$ , największa była w Orenburgu  $-11,7^{\circ}\text{C}$ . Najniższa temperatura średnia miesięczna wystąpiła w Iwdelu  $t = -27,1^{\circ}\text{C}$ .

NZM był również **grudzień 1969** – na 9 stacjach na obszarze od Paryża do Lipawy na północy i od Marsylii do Splitu na południu (rys. 3). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła od ok.  $-3 - -4^{\circ}\text{C}$  na zachodzie i południu tego obszaru (tu średnia temperatura  $t$  dodatnia) do  $-6 - -7^{\circ}\text{C}$  na północy i wschodzie; największa była w Warszawie  $-7,8^{\circ}\text{C}$ . W Warszawie i Berlinie był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu.

W 10-leciu 1960/61-1969/70 wystąpił tylko jeden NŁM zimowy obejmujący więcej niż 5% stacji. Był to grudzień 1960, który objął 7 stacji w południowo-wschodniej Europie, od Debreczyna i Aten na zachodzie do Kijowa na wschodzie. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $3-6^{\circ}\text{C}$ . Na wszystkich stacjach temperatura średnia miesięczna  $t$  była dodatnia. Prawie wszędzie był to najcieplejszy grudzień w 60-leciu.

## 1970/71-1979/80

W latach 1970. stwierdzono 3 NZM na co najmniej 4 stacjach. **NZM styczeń 1972** wystąpił na 10 stacjach krańców południowo-wschodnich Europy,

od Zaporozża i Symferopola, przez Machaczkałę i Astrachań do Iwdelu (rys. 4). Anomalia temperatury  $\Delta t$  była dość wyrównana ok.  $-8 - -10^{\circ}\text{C}$ , tylko w Symferopolu  $-7,1^{\circ}\text{C}$ , a największa była w Astrachaniu  $-10,6^{\circ}\text{C}$  i w Jekaterynburgu  $-10,5^{\circ}\text{C}$ . Najniższa temperatura średnia miesięczna  $t = -28,2^{\circ}\text{C}$  wystąpiła w Iwdelu; tutaj był to najzimniejszy styczeń w 60-leciu, a także w Zaporozżu, Rostowie i Machaczkałe.

**NZM grudzień 1978** objął 16 stacji na Półwyspie Skandynawskim i w północno-wschodniej Europie, od Trondheim i Oslo na zachodzie do Peczory na wschodzie i od Kurska na południu do Narjan Mar na północy (rys. 4). Anomalia temperatury  $\Delta t$  na krańcach zachodnich i południowych ok.  $-5 - -7^{\circ}\text{C}$ , na północy powyżej  $-10^{\circ}\text{C}$ , a największa była w Peczorze  $-13,9^{\circ}\text{C}$  i Syktywkarze  $-13,2^{\circ}\text{C}$ . W Peczorze wystąpiła najniższa temperatura średnia miesięczna  $t = -29,6^{\circ}\text{C}$ . Na części stacji na północy był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu, tutaj cała zima 1978/79 była niezwykle zimna (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c).

Tej samej zimy NZM był **styczeń 1979**, który wystąpił tylko na 4 stacjach zachodniej Europy: w Edynburgu, Londynie, Paryżu i De Bilt. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $-4^{\circ}\text{C}$ , tylko w De Bilt  $-5,7^{\circ}\text{C}$ .

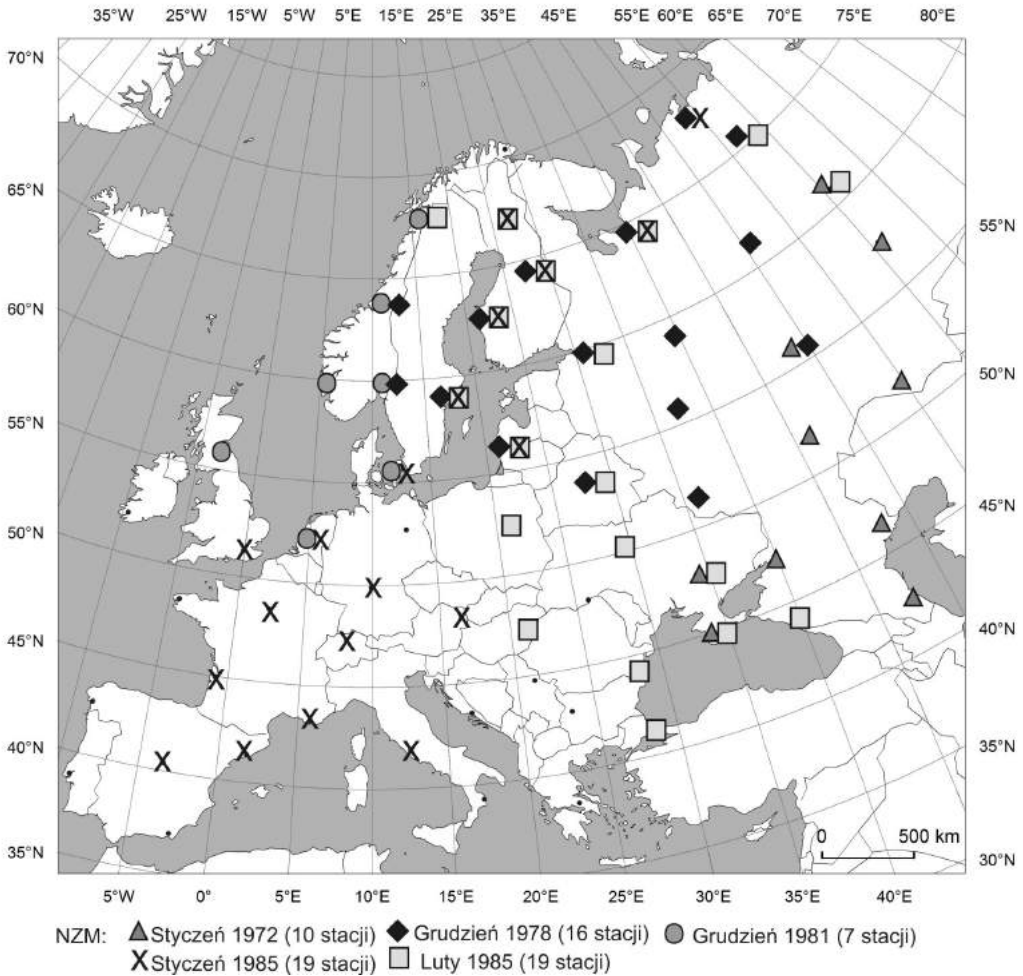
W latach 1970. nie wystąpił w Europie ani jeden NŁM zimowy na przynajmniej 4 stacjach (tylko na pojedynczych stacjach).

## 1980/81-1989/90

W kolejnym 10-leciu liczba NZM zimowych była ponownie nieco większa – było ich 5, a 4 z nich odznaczyły się dużym zasięgiem. Tylko **NZM grudzień 1981** objął 7 stacji w północno-zachodniej Europie, od Edynburga i De Bilt, przez Kopenhagę do Bodö (rys. 4). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła od ok.  $-4 - -5^{\circ}\text{C}$  na południu do  $-6 - -7^{\circ}\text{C}$  na północy, największa był w Trondheim  $-7,3^{\circ}\text{C}$ . Najniższa temperatura średnia  $t = -9,0^{\circ}\text{C}$  wystąpiła w Oslo. Na stacjach na wybrzeżu Morza Norweskiego był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu.

Zima 1984/85 osiągnęła kategorię niezwykle zimnej na 9 stacjach w dwóch odrębnych obszarach, w południowej i północnej Europie (Twardosz, Kossowska-Cezak, 2015c). Tej zimy NZM był **styczeń 1985** i **luty 1985**, które objęły po 19 stacji w dwóch osobnych, ale sąsiednich obszarach: styczeń 1985 był NZM w zachodniej Europie i wschodniej Skandynawii, a luty 1985 w środkowej i północnej Europie (rys. 4). Tylko na 6 stacjach nad Bałtykiem i w Finlandii NZM były obydwie te miesiące, ale tylko na 3 spośród nich zima 1984/85 była niezwykle zimna.

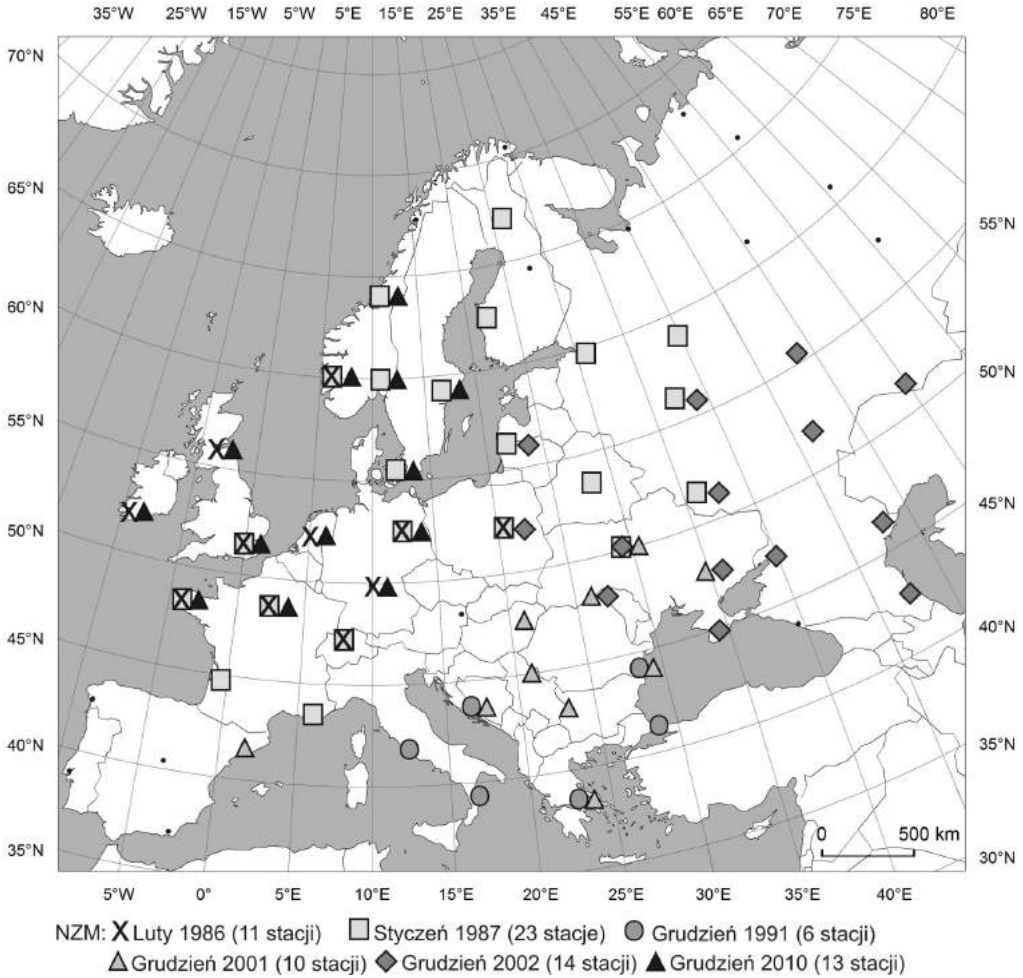
**NZM styczeń 1985** objął rozległy obszar od Madrytu i Rzymu, przez zachodnią Europę do wybrzeży Bałtyku i Finlandii do Archangielska i skrajnie północno-



Rys. 4. Stacje z niezwykle mroźnymi miesiącami: styczeń 1972, grudzień 1978, grudzień 1981, styczeń 1985 i luty 1985

Fig. 4. Stations with exceptionally cold months: January 1972, December 1978, December 1981, January 1985 and February 1985

-wschodniej stacji Narjan Mar (rys. 4). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła na południu i zachodzie tego obszaru ok.  $-2 - -4^{\circ}\text{C}$ , w części środkowej  $-5 - -7^{\circ}\text{C}$ , na skrajnej północy i wschodzie ok.  $-10 - -12^{\circ}\text{C}$ ; największa była w Kajaani  $-13,2^{\circ}\text{C}$ . Temperatura średnia miesięczna na wybrzeżach Morza Śródziemnego była dodatnia, na północy-wschodzie poniżej  $-20^{\circ}\text{C}$ ; najniższa w Narjan Mar  $t = -27,3^{\circ}\text{C}$ . Tutaj był to najzimniejszy styczeń w 60-leciu.



Rys. 5. Stacje z niezwykle mroźnymi miesiącami: luty 1986, styczeń 1987, grudzień 1991, grudzień 2001, grudzień 2002 i grudzień 2010

Fig. 5. Stations with exceptionally cold months: February 1986, January 1987, December 1991, December 2001, December 2002 and December 2010

Kolejny miesiąc, **NZM luty 1985** wystąpił również na 19 stacjach (rys. 4), w tym, jak wspomniano, na 6 stacjach nad Bałtykiem, w Finlandii i Archangielsku; był to kolejny NZM (choć niezwykle zimna zima była tylko w Kajaani i Archangielsku). Poza tym NZM luty 1985 objął obszar położony na południe od wymienionego, rozciągający się przez Polskę, Białoruś i Ukrainę do wybrzeży Morza Czarnego oraz na północ-wschodzie Peczorę i Iwdel. Anomalia temperatury  $\Delta t$  tylko w Stambule, Soczi i Bodö była mniejsza od  $-5^{\circ}\text{C}$ , na pozostałych

stacjach ok.  $-8$  –  $-11^{\circ}\text{C}$ , w tym największa w Sodankyla  $-11,9^{\circ}\text{C}$ . W Stambule i Soczi temperatura była dodatnia (ale w Symferopolu  $t = -8,0^{\circ}\text{C}$ ), a na północy poniżej  $-20^{\circ}\text{C}$ , w tym w Peczorze  $t = -28,5^{\circ}\text{C}$ . Na niektórych pojedynczych stacjach, w tym w Stambule i St. Petersburgu, był to najzimniejszy luty w 60-leciu.

Za rok wystąpił kolejny **NZM luty 1986**, który objął 11 stacji w zachodniej Europie, od Valentii i Brestu na zachodzie do Warszawy na wschodzie i od Zurychu i Paryża na południu do Bergen na północy (rys. 5). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła od ok.  $-4^{\circ}\text{C}$  na wybrzeżach zachodnich Europy do  $-6$  –  $-7^{\circ}\text{C}$  na pozostałym obszarze; największa wystąpiła w Warszawie  $-7,4^{\circ}\text{C}$  i tu była najniższa temperatura  $t = -9,6^{\circ}\text{C}$ . W Valentii i Bergen temperatura dodatnia.

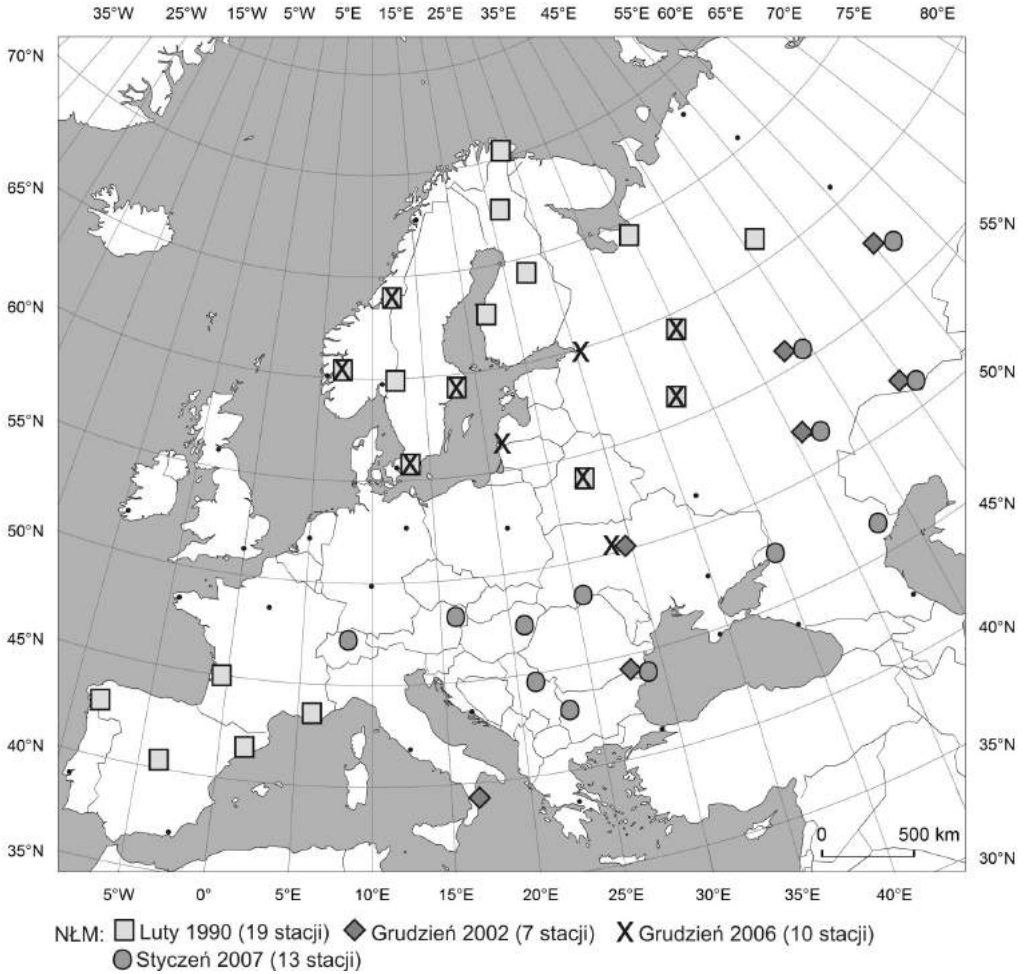
**NZM styczeń 1987** był jednym z najbardziej rozległych NZM zimowych w 60-leciu, objął bowiem 23 stacje od Brestu i Bordeaux na zachodzie do Moskwy i Kurska na wschodzie i od Marsylii na południu do Sodankyla na północy (rys. 5). Anomalia temperatury  $\Delta t$  na wybrzeżach wyniosła ok.  $-4$  –  $-5^{\circ}\text{C}$ , w głębi kontynentu ok.  $-7$  –  $-10^{\circ}\text{C}$ , największa w Wołogdzie  $-13,0^{\circ}\text{C}$  (tu najniższa temperatura średnia miesięczna  $t = -24,5^{\circ}\text{C}$ ) i Vaasa  $-12,0^{\circ}\text{C}$ . W środkowej części obszaru zasięgu tego NZM był to najzimniejszy styczeń w 60-leciu.

W 10-leciu 1980/81-1989/90 był tylko jeden **NŁM** miesiąc zimowy – **luty 1990**. Wystąpił on na 2 odrębnych obszarach. Pierwszy z nich objął 5 stacji w północnej Hiszpanii i południowej Francji (rys. 6). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $3$ – $5^{\circ}\text{C}$ , temperatura średnia  $t$  była wszędzie powyżej  $10^{\circ}\text{C}$ . Ten NŁM wchodził w skład niezwykle łagodnej zimy, podczas której NŁM był również grudzień 1989 (na 3 stacjach). Na tym obszarze był to najcieplejszy grudzień w 60-leciu.

Drugi obszar, na którym wystąpił **NŁM luty 1990**, był znacznie większy – objął 14 stacji na Półwyspie Skandynawskim i w północno-wschodniej Europie, od Kopenhagi i Trondheim na zachodzie do Syktywkaru na wschodzie i od Mińska na południu do Vardö na północy (rys. 6). Anomalia temperatury  $\Delta t$  na stacjach nadmorskich wyniosła ok.  $5$ – $7^{\circ}\text{C}$ , w głębi kontynentu powyżej  $10^{\circ}\text{C}$ . Temperatura średnia  $t$  była prawie wszędzie dodatnia, z wyjątkiem 5 stacji skrajnie północnych.

### 1990/91-1999/2000

Ostatnie 10-lecie XX wieku wyróżniało się najmniejszą liczbą NZM zimowych – były tylko 2 i to o względnie niedużym zasięgu. Były to **NZM grudzień 1991** – na 6 stacjach i **grudzień 1998** – na 4 stacjach. Pierwszy z nich objął 6 stacji na wybrzeżach półwyspów Apenińskiego i Bałkańskiego (rys. 5). Anomalia temperatury  $\Delta t$  była wyrównana, ok.  $-3$  –  $-4^{\circ}\text{C}$ . Temperatura średnia miesięczna była wszędzie dodatnia (z wyjątkiem Konstancy, tu  $t = -1,2^{\circ}\text{C}$ ), ale w Rzymie, Crotone i Atenach był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu.



Rys. 6. Stacje z niezwykle łagodnymi miesiącami: luty 1990, grudzień 2002, grudzień 2006, styczeń 2007

Fig. 6. Stations with exceptionally mild months: February 1990, December 2002, December 2006 and January 2007

**NZM grudzień 1998** objął 4 stacje: Debreczyn, Belgrad, Sofię i Konstancę. Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła ok.  $-4 - -5^{\circ}\text{C}$ , największa w Debreczynie  $-5,6^{\circ}\text{C}$  i tylko tu ten NZM był najzimniejszym grudniem w 60-leciu.

W tym 10-leciu występowały NŁM zimowe jedynie o niewielkim zasięgu (najwyżej 3 stacje).

**2000/01-2009/10**

Ostatnie 10-lecie rozpatrywanego 60-lecia odznaczyło się największą częstością NŁM (3), ale zarazem ponownie większą liczbą NZM i to o zasięgu większym niż w poprzednim 10-leciu. Należy przy tym zwrócić uwagę, że były to pojedyncze miesiące w zimach, które nie uzyskały kategorii niezwykle zimnych.

**NZM grudzień 2001** wystąpił na 9 stacjach środkowo-południowej Europy, od Debreczyna i Belgradu na zachodzie do Zaporozża na wschodzie i od Aten na południu do Kijowa na północy oraz w Barcelonie (rys. 5). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła na stacjach na wybrzeżu ok.  $-3^{\circ}\text{C}$ , w głębi kontynentu ok.  $-5^{\circ}\text{C}$ , w tym największa Sofii  $-6,5^{\circ}\text{C}$ . W Atenach, Splicie i Barcelonie temperatura średnia miesięczna  $t$  była dodatnia, powyżej  $5^{\circ}\text{C}$ . Na najbardziej południowych stacjach (oprócz Aten) był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu.

Następnym NZM był **grudzień 2002**, który objął znaczny obszar południowo-wschodniej Europy z 14 stacjami, od Warszawy i Lipawy na zachodzie do Orenburga na wschodzie i od Machaczkały i Symferopola na południu do Moskwy i Kazania na północy (rys. 5). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła w części zachodniej obszaru ok.  $-5 - -6^{\circ}\text{C}$ , na wschodzie  $-8 - -9^{\circ}\text{C}$ , w tym największa w Orenburgu  $-9,7^{\circ}\text{C}$ , tutaj też była najniższa temperatura średnia miesięczna  $t = -19,5^{\circ}\text{C}$ . W Machaczkałe i Astrachaniu odchylenie temperatury średniej miesięcznej od średniej 60-letniej przekroczyło 3 odchylenia standardowe. Na większości stacji, oprócz krańców zachodnich, był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu.

Ostatni miesiąc 60-lecia – **grudzień 2010** był NZM na 13 stacjach w północno-zachodniej Europie od Valentii i Brestu na zachodzie do Sztokholmu i Berlina na wschodzie i od Paryża na południu do Trondheim na północy (rys. 5). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła na zachodzie ok.  $-3 - -4^{\circ}\text{C}$  do  $-6 - -7^{\circ}\text{C}$  na Półwyspie Skandynawskim, największa była w Trondheim  $\Delta t = -7,3^{\circ}\text{C}$ . W Valentii, Edynburgu i Kopenhadze odchylenie średniej temperatury miesięcznej od średniej wieloletniej przekroczyło 3 odchylenia standardowe ( $t \leq t_{sr} - 3\sigma$ ). Na krańcach południowo-zachodnich temperatura średnia miesięczna była dodatnia, najniższa w Oslo  $t = -9,2^{\circ}\text{C}$  i Trondheim  $-8,7^{\circ}\text{C}$ . Prawie na wszystkich stacjach był to najzimniejszy grudzień w 60-leciu.

W pierwszym 10-leciu XXI wieku wystąpiły 3 spośród 6 NŁM w 60-leciu obejmujących przynajmniej 4 stacje. Był to **NŁM luty 2002**, który został stwierdzony na 7 stacjach, ale tylko 4 z nich znajdowały się na wspólnym obszarze: Saratów, Orenburg, Kazań i Jekaterynburg ( $\Delta t$  ok.  $8-9^{\circ}\text{C}$ ), poza tym Kijów ( $\Delta t = 7,5^{\circ}\text{C}$ ), Konstanca ( $\Delta t = 5,6^{\circ}\text{C}$ ) i Crotone ( $\Delta t = 3,6^{\circ}\text{C}$ ) (rys. 6). Wszędzie, oprócz Crotone, był to najcieplejszy luty 60-lecia.

NŁM był **grudzień 2006**, który wystąpił na 10 stacjach od południowej części Półwyspu Skandynawskiego i północno-zachodniej Rosji do Białorusi i północnej

Ukrainy (rys. 6). Anomalia temperatury  $\Delta t$  wyniosła 4-5°C na zachodzie i południu, 7-8°C na północo-wschodzie, 8,5°C w Wołogdzie; tylko tutaj wystąpiła ujemna średnia temperatura miesięczna  $t = -0,1^\circ\text{C}$ . Wszędzie był to najcieplejszy grudzień w 60-leciu.

Kolejny miesiąc tej zimy **NŁM styczeń 2007** objął 7 stacji w środkowo-południowej Europie, od Zurychu na zachodzie do Konstancy na wschodzie oraz 6 stacji w południowo-wschodniej Europie, od Rostowa i Astrachania na południo-wschodzie do Jekaterynburga na północo-wschodzie (rys. 6). Na obszarze zachodnim zima 2006/07 była kategorii niezwykle łagodnej. Anomalia temperatury  $\Delta t$  w tej grupie stacji wyniosła od 4,5°C w Zurychu do 7,8°C w Czerniowcach, ale na większości stacji ok. 5-6°C. Na wszystkich tych stacjach temperatura średnia miesięczna była dodatnia, podobnie dalej na wschodzie jeszcze w Rostowie i Astrachaniu. We wschodniej grupie stacji anomalia temperatury  $\Delta t$  była większa, ok. 7-9°C, do 9,9°C w Orenburgu. Na wszystkich stacjach, z wyjątkiem Orenburga, od Zurychu do Jekaterynburga był to najcieplejszy styczeń w 60-leciu.

## Podsumowanie i wnioski

Niezwykłe zimne miesiące zimowe (NZM) wyróżniono na podstawie wielkości odchylenia temperatury średniej miesięcznej od odpowiedniej średniej wieloletniej ( $t \leq t_{sr} - 2\sigma$ ), a zatem na podstawie kryterium względnego, odnoszącego się do danej konkretnej stacji.

Występowanie tak wyróżnionych niezwykle zimnych miesięcy w Europie jest zjawiskiem dość częstym: w ciągu 180 miesięcy zimowych 60-lecia 1951-2010 kategorię NZM osiągnęło 67 miesięcy, stwierdzonych w 387 przypadkach, tzn. każdy NZM występował na obszarze, na którym średnio jest ok. 6 stacji (5,8). W rzeczywistości ponad trzecia część NZM (24 z 67) pojawiała się tylko na pojedynczej stacji, a na 4 lub więcej stacjach (tzn. powyżej 5% stacji) wystąpiło 27 NZM, przy czym tylko jeden z nich objął więcej niż 50% stacji (luty 1956 – 36 stacji).

Wyłonione tą samą metodą niezwykle łagodne miesiące zimowe ( $t \geq t_{sr} + 2\sigma$ ) występowały o połowę rzadziej: 34 NŁM łącznie w 105 przypadkach, tzn. NŁM miały przeciętnie zasięg o połowę mniejszy niż NZM (3,1 stacji).

Pojawianie się NZM jest w niewielkim stopniu powiązane z pojawianiem się niezwykle zimnych całych okresów zimowych: podczas 19 takich zim spośród 103 (tzn. 18%) w ogóle nie wystąpił NZM, a podczas blisko połowy takich zim (50, tzn. 48%) był tylko jeden NZM, z drugiej strony zaś tylko 123 NZM spośród 387 (tzn. 32%) było w ciągu niezwykle zimnej zimy, a pozostałe występowały niezależnie od skrajnie zimnych okresów zimowych. Liczba NZM była 3,8 razy większa niż niezwykle zimnych zim, stanowiła zatem swego rodzaju „nadwyżkę” w stosunku do takich zim. W przypadku NŁM i zim tej kategorii ten stosunek wyniósł tylko 2,6.



W ciągu 60-lecia największą częstością NZM zimowych wyróżniły się 2 pierwsze 10-lecia – odpowiednio 16 i 17 NZM, a najmniej (7) ich było w ostatnim 10-leciu XX wieku. NLM najczęściej występowały w XXI wieku (10 z 34).

Poszczególne NZM miały różną lokalizację na obszarze Europy i obejmowały obszary różnej wielkości. Najrzadziej zdarzały się w południowo-zachodniej części Europy, a zwłaszcza na Półwyspie Pirenejskim. Ten półwysep w całości ogarnął tylko jeden NZM – luty 1956. Był to NZM o największym zasięgu, który objął całą południową Europę i pas środkowy kontynentu od Atlantyku do Uralu. Na Półwyspie Apenińskim były tylko 3 NZM (luty 1956, luty 1965, grudzień 1991). W obu obszarach podczas NZM temperatura średnia miesięczna była dodatnia, a wielkość anomalii tej temperatury do  $-3 - -5$  °C.

Względnie małą częstością NZM zimowych wyróżniły się Wyspy Brytyjskie oraz krańce południowo-wschodnie kontynentu, gdzie w ciągu 60 lat wystąpiło po ok. 5 NZM i to nie na wszystkich stacjach (odpowiednio styczeń 1963, luty 1963, styczeń 1979, luty 1986 i grudzień 2010 oraz luty 1954, luty 1956, styczeń 1972, luty 1985 i grudzień 2002).

Na pozostałym obszarze Europy wystąpiło po 7-9 NZM, przy czym największą ich częstością wyróżniał się obszar od Półwyspu Skandynawskiego (choć tu na wszystkich stacjach był tylko jeden miesiąc – styczeń 1987), przez środek Europy po Bałkany oraz jego przedłużenie na zachodnią część kontynentu. Cały ten obszar objęły 2 NZM (luty 1956 i styczeń 1963), a większą jego część przynajmniej 3 NZM (luty 1954, luty 1985, grudzień 1969). Na wschodnich krańcach Europy NZM były też względnie częste, ale żaden z nich nie objął całego obszaru, lecz tylko większą lub mniejszą jego część południową (luty 1954, styczeń 1969, styczeń 1972, grudzień 2002) albo północną (grudzień 1955, luty 1966, grudzień 1978, luty 1985). Na tym ostatnim obszarze temperatura średnia miesięczna wynosiła w wielu przypadkach poniżej  $-25$ °C, a anomalie temperatury przekraczały  $-10$ °C, a nawet  $-13$ °C. Największa anomalia temperatury wystąpiła jednak na krańcu południowym, w Astrachaniu  $-14,0$ °C (luty 1954).

Względnie krótkotrwałe głębokie spadki temperatury powietrza, znajdujące odzwierciedlenie w anomalnie niskiej wartości temperatury średniej miesięcznej, są zatem zjawiskiem typowym w klimacie Europy. Zdarzają się średnio co kilkanaście lat, ale nie wykazują żadnej regularności w czasie, obejmując obszary różnej wielkości i o różnej lokalizacji. Rzadziej zdarzają się tylko na krańcach południowo-zachodnich, gdzie za barierą Alp i Pirenejów rzadziej dochodzi do adwekcji zimnych mas powietrza z północy. Warto również zwrócić uwagę, że na występowanie takich dużych krótkotrwałych spadków temperatury mogą wpływać warunki lokalne, co znajduje odbicie w dużej częstości NZM na pojedynczych stacjach.

Należy też podkreślić, że mimo panującego ocieplenia, które m.in. wyraża się we wzrastającej częstości niezwykle łagodnych miesięcy zimowych, częstość miesięcy niezwykle zimnych nie ulega zmniejszeniu, a niektóre NZM najzimniejsze

w 60-leciu wystąpiły już w XXI wieku (grudzień 2001 na 5 stacjach, grudzień 2002 na 10 stacjach, grudzień 2010 na 10 stacjach).

Materiały wpłynęły do redakcji 23 X 2015.

### Literatura

- Bardin M.Yu., 2007, *Anticyclonic quasi-stationary circulation and its effect on air temperature anomalies and extremes over western Russia*. Russ. Meteorol. Hydrol., 32, 2, 75-84.
- Baur F., 1954, *Die Bestätigung bisheriger Ergebnisse der Groswwetterforschung durch den Winter 1953/54*. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie A, 30, 7, 188-198.
- Van den Besselaar E.J.M., Klein Tank A.M.G., van der Schrier G., 2010, *Influence of circulation types on temperature extremes in Europe*. Theor. Appl. Climatol., 99, 431-439.
- Błażejczyk K., McGregor G., 2007, *Warunki biotermiczne a umiERALNOŚĆ w wybranych aglomeracjach europejskich*. Prz. Geogr., 3-4, 401-423.
- Brönnimann S., 2005, *The global climate anomaly, 1940–1942*. Weather, 60, 336-342.
- Buchan J., Hirschi J.J.-M., Blaker A.T., Sinha B., 2014, *North Atlantic SST Anomalies and the Cold North European Weather Events of Winter 2009/10 and December 2010*. Mon. Wea. Rev., 142, 922–932.
- Cattiaux J., Vautard R., Cassou C., Yiou P., Masson-Delmotte V., Codron F., 2010, *Winter 2010 in Europe: A cold extreme in a warming climate*. Geophys. Res. Lett., 37:L20704, doi:10.1029/2010GL044613.
- Cony M., Hernández E., Del Teso T., 2008, *Influence of synoptic scale in the generation of extremely cold days in Europe*. Atmosfera, 21, 4, 389-401.
- Graham R.J., Gordon C., Huddleston M.R., Davey M., Norton W., Colman A., Scaife A.A., Brookshaw A., Ingleby B., McLean P., Cusack S., McCallum E., Elliot W., Groves K., Cotgrove D., Robinson D., 2006, *The 2005/06 winter in Europe and the United Kingdom: Part 1 – How the MetOffice forecast was produced and communicated*. Weather, 61, 327-336.
- Gumiński R., 1931, *Zima 1928/29 w Polsce*. Prz. Geogr., 11, 119-127.
- Hirschi J.J.-M., 2008, *Unusual North Atlantic temperature dipole during the winter of 2006/2007*. Weather, 63, 4-11.
- Hirschi J.J.-M., Sinha B., 2007, *Negative NAO and cold Eurasian winters: How exceptional was the winter of 1962/1963?* Weather, 62, 43-48.
- Isayev A.A., Sherstyukov B.G., 2008, *Mean and Extreme Characteristics of Moscow Climate at the End of the 20th Century*. Russ. Meteorol. Hydrol., 33, 3, 151-158.
- Jaagus J., 2006, *Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation*. Theor. Appl. Climatol., 83, 77-88.
- Klein Tank A.M.G., Wijngaard J.B., Können G.P., Böhm R., Demarée D., Gocheva A., Mileta M., Pashiardis S., Hejkrlik L., Kern-Hansen C., Heino R., Bessemoulin P., Müller-Westermeier G., Tzanakou M., Szalai S., Pálsdóttir T., Fitzgerald D., Rubin S., Capaldo M., Maugeri M., Leitass A., Bukantis A., Aberfeld R., van Engelen A.F.V., Forland E., Miletus M., Coelho F., Mares C., Razuvaev V., Nieplova E., Cegnar T., Antonio López J., Dahlström B., Moberg A., Kirchhofer W., Ceylan A., Pachaliuk O., Alexander L.V., Petrovic P., 2002, *Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment*. Int. J. Climatol., 22, 441-1453.
- Kossowska-Cezak U., 1997, *Miesięczne warunki termiczno-opadowe i ich zależność od cyrkulacji atmosferycznej*. Pr. i Studia Geogr., 20, 125-144.
- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2012a, *Niezwykłe gorące miesiące i sezony letnie w Europie Środkowej i Wschodniej (1951-2010)*. Cz. I *Niezwykłe gorące miesiące letnie*. Prz. Geof., 57, 3-4, 299–324.

- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2012b, *Niezwykłe gorące miesiące i sezony letnie w Europie Środkowej i Wschodniej (1951-2010)*. Cz. II *Niezwykłe gorące sezony letnie*. Prz. Geof., 57, 3-4, 325-342.
- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2013, *Niezwykłe chłodne sezony letnie w Europie Środkowej i Wschodniej (1951-2010)*. Prz. Geof., 58, 1-2, 25-39.
- Maignan F., Bréon F.M., Vermote E., Ciais P., Viovy N., 2008, *Mild winter and spring 2007 over western Europe led to a widespread early vegetation onset*. Geophys. Res. Lett., 35, L02404, doi:10.1029/2007GL032472.
- Ouzeau G., Cattiaux J., Douville H., Ribes A., Saint-Martin D., 2011, *European cold winter 2009-2010: How unusual in the instrumental record and how reproducible in the ARPEGE-Climat model?* Geophys. Res. Lett., 38:L11706, doi:10.1029/2011GL047667.
- Sidorenkov N.S., Orlov I.A., 2008, *Atmospheric Circulation Epochs and Climate Changes*. Russ. Meteorol. Hydrol., 33(9), 553-559.
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2013a, *Exceptionally hot summers in Central and Eastern Europe (1951-2010)*. Theor. Appl. Climatol., 112, 617-628.
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2013b, *Exceptionally hot summers months in Central and Eastern Europe during the years 1951-2010*. [w:] I. Dincer, C. Ozgur Colpan, F. Kaglioglu (red.) *Causes, Impacts and Solutions to Global Warming*, Springer, 17-35.
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2015a, *Extremely cold summers months in Central and Eastern Europe, 1951-2010*. Natural Hazard, 75, 2013-2026.
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2015b, *Exceptionally hot and cold summers in Europe (1951-2010)*. Acta Geophysica, 63, 1, 275-300.
- Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2015c, *Exceptionally cold and mild winters in Europe (1951-2010)*. Theor. Appl. Climatol., (DOI 10.1007/s00704-015-1524-9), (w druku).
- Ugrymov A.I., Khar'kova N.V., 2008, *Modern Changes in St. Petersburg Climate*, Russ. Meteorol. Hydrol., 33, 1, 15-19.
- Wang C., Liu H., Lee S.-K., 2010, *The record-breaking cold temperatures during the winter of 2009/2010 in the Northern Hemisphere*. Atmos. Sci. Lett., 11, 161-168.
- Wijngaard J.B., Klein Tank A.M.G., Können G.P., 2003, *Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series*. Int. J. Climatol., 23, 679-692.
- Wyjtki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI, 1965, Girguś R., Strupczewski W., PIHM, WKiŁ, Warszawa.

## Streszczenie

W pracy podjęto się charakterystyki częstości, czasu wystąpienia i zasięgu przestrzennego niezwykle zimnych miesięcy zimowych w Europie. Podstawę badań stanowiły wartości średniej miesięcznej temperatury powietrza z 60 stacji meteorologicznych od połowy XX wieku do 2010 roku. Za niezwykle zimne miesiące zimowe (NZM) uznano te, w których średnia temperatura powietrza na danej stacji różni się od odpowiedniej średniej wieloletniej (1951-2010) przynajmniej o 2 odchylenia standardowe.

W rozpatrywanym 60-leciu największą częstością NZM wyróżniły się 2 pierwsze 10-lecia – odpowiednio 16 i 17 NZM, najmniej (7) ich było w ostatnim 10-leciu 1991-2000, a od początku XXI wieku ponownie zaczęła nieznacznie wzrastać ich częstość i zasięg.

Poszczególne NZM obejmowały obszary różnej wielkości. Najrzadziej zdarzały się w południowo-zachodniej części Europy (jeden NZM). Względnie rzadko występowały NZM na obszarze Wysp Brytyjskich oraz krańcach południowo-wschodnich Europy, po ok. 5 NZM w 60-leciu. Na pozostałym obszarze Europy wystąpiło po 7-9 NZM, przy czym największą ich częstością wyróżnił się obszar od Półwyspu Skandynawskiego, przez środek Europy po Bałkany. Na wschodnich krańcach Europy

NZM były też względnie częste, ale żaden z nich nie objął całego obszaru, lecz tylko większą lub mniejszą jego część południową albo północną. NZM o największym zasięgu był NZM luty 1956, który wystąpił na 36 z 60 stacji. Objął on całą południową Europę i pas środkowy kontynentu od Atlantyku do Uralu. Podczas tego NZM największa anomalia temperatury wystąpiła w Astrachaniu  $-14^{\circ}\text{C}$  i była największą w całym rozpatrywanym materiale. Do miesięcy niezwykle zimnych o dużym zasięgu przestrzennym, obejmującym przynajmniej jedną trzecią liczby stacji (ponad 20 stacji) należały także: luty 1954, styczeń 1963 i 1987.

Słowa kluczowe: anomalia temperatury, miesiące zimowe, Europa

## Summary

Europe's climate is characterised by the occurrence of deep short-lasting drops in air temperature, which are reflected in anomalously low monthly average temperatures. This study has been undertaken in order to determine the frequency, timing and spatial extent of exceptionally cold winter months at 60 weather stations across Europe. The study was based on monthly average air temperatures recorded by 60 stations between the mid-20th century and 2010. Exceptionally cold winter months (ECMs) are considered to occur when the average air temperature at a given station differs from the respective multi-annual average (1951-2010) by at least 2 standard deviations.

It was found that such ECMs are quite frequent in Europe: during the 180 winter months of the six decades of 1951-2010, 67 ECMs occurred at 387 stations, which means that each ECM covered an area with 6 stations on average.

In the six decades under study, the highest frequency of ECMs was seen in the first 2 decades – 16 and 17 ECMs respectively, and the lowest (7) in the last decade of the 20th century.

The individual ECMs extended over areas of various sizes. Their frequency was the lowest in south-west Europe (one ECM), where, behind the barrier of the Alps and the Pyrenees, advection of cold air masses from the north is less frequent. ECMs were relatively rare in the area of the British Isles and the southern and eastern ends of Europe which saw 5 ECMs each in the 60-year period and where such months were not recorded by all the stations.

The number of ECMs in the rest of Europe ranged between 7 and 9 with the highest frequency recorded by the area stretching from the Scandinavian Peninsula, across the centre of Europe, to the Balkans. ECMs were also relatively frequent in the easternmost parts of Europe, but none of them covered the entire area, only its bigger or smaller southern or northern parts. In the latter, the monthly average temperatures at many spots dropped below  $-25^{\circ}\text{C}$  with temperature anomalies exceeding  $-10^{\circ}\text{C}$ , and even  $-13^{\circ}\text{C}$ .

The ECM of February 1956 had the greatest extent of all comprising 36 out of the 60 stations. It covered the entire south of Europe and stretched across the central part of the continent from the Atlantic to the Ural Mountains. During that ECM, the largest temperature anomaly of  $-14^{\circ}\text{C}$  was recorded in Astrakhan which was the largest in the entire period under study. Other exceptionally cold months with a large spatial extent, covering at least one third of the stations (over 20), were February 1954, January 1963 and January 1987.

Key words: temperature anomaly, winter months, Europe

Urszula Kossowska-Cezak  
Zakład Klimatologii  
Instytut Geografii Fizycznej  
Uniwersytet Warszawski

Robert Twardosz  
r.twardosz@uw.edu.pl  
Zakład Klimatologii  
Instytut Geografii  
i Gospodarki Przestrzennej  
Uniwersytet Jagielloński

Sebastian Pełech  
r.twardosz@uw.edu.pl  
Zakład Klimatologii  
Instytut Geografii  
i Gospodarki Przestrzennej  
Uniwersytet Jagielloński