

Urszula KOSSOWSKA-CEZAK

Zakład Klimatologii UW

Robert TWARDOSZ

Zakład Klimatologii UJ

WSPÓŁCZESNE ANOMALIE TERMICZNE NA HISTORYCZNYCH ZIEMIACH POLSKICH

MODERN THERMAL ANOMALIES WITHIN FORMER POLISH BORDERS

W 2015 roku minęło 50 lat od ukazania się opracowania *Wyjątki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI*, zestawionego przez Ryszarda Girgusia i Witolda Strupczewskiego (*Wyjątki...*, 1965). Wśród wymienionych w tytule niezwykłych zjawisk znalazły się m.in. wzmianki o bardzo silnych mrozach i nadzwyczajnych upałach, ale też – choć dużo mniej – o zaskakująco łagodnych zimach czy bardzo chłodnych latach.

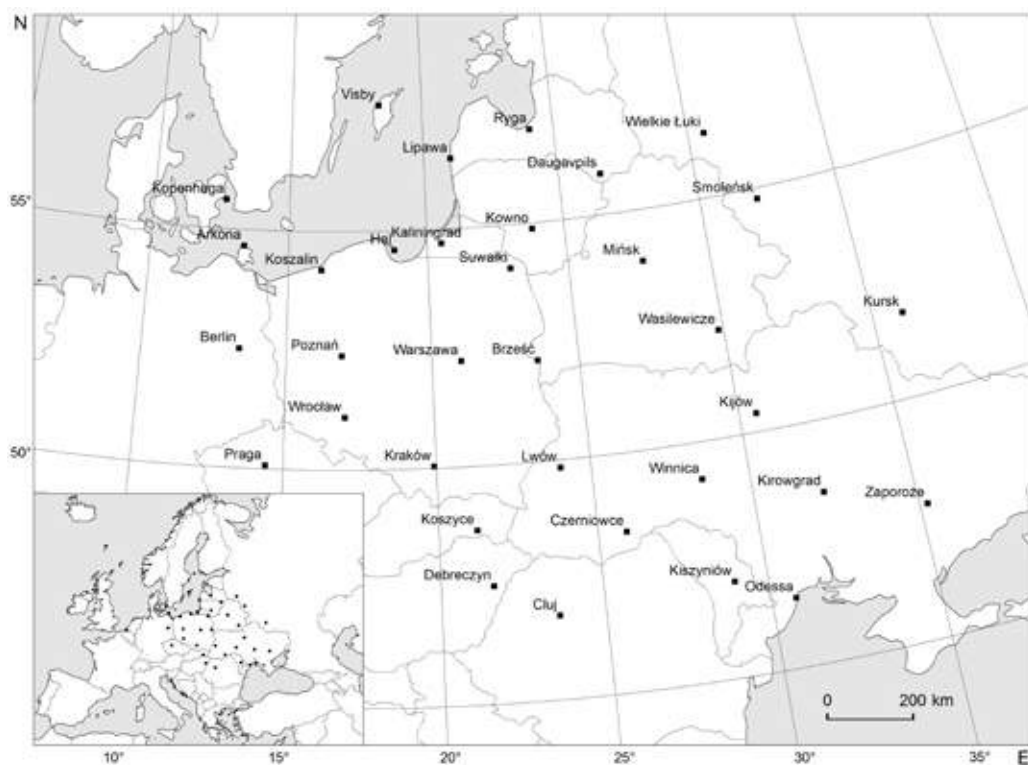
Najwcześniejsza wzmianka dotyczy bardzo ostrej zimy 940 roku (939/40?), najpóźniejsza zaś 1594/95. Okres ten, od X do XVI wieku, w Europie charakteryzował się wyraźnymi wahaniami klimatu. Różne źródła (np. Lamb, 1982; Przybylak, 2008) podają, że początek tego okresu odznaczał się łagodnym klimatem. Była to epoka wypraw wikingów, którzy skolonizowali wówczas Grenlandię. W tym czasie (do około połowy XIII wieku) w obecnej Anglii była uprawiana winorośl. W wieku XIII klimat zaczął się pogarszać, przede wszystkim poprzez rozchwanie warunków pogodowych – pojawianie się częstszych burz, wysokich opadów i w konsekwencji powodzi, na przemian z latami posuszными, a także częstsze ostre zimy. Te niekorzystne warunki pogodowe stały się w XIV wieku przyczyną klęsk głodu. Od XV wieku klimat uległ wyraźnemu ochłodzeniu, dając

początek małej epoki lodowej, trwającej do połowy XIX wieku (Grove, 1996), a w środkowej Europie – jak utrzymuje część badaczy – nawet do końca XIX wieku (np. Trepiańska, 1994). Podczas małej epoki lodowej wystąpiły dwa okresy znaczniejszego ochłodzenia: na przełomie XIV i XV wieku oraz XVII i XVIII (Ahrens, 1982; Gaskell, Morris, 1979; Obrębska-Starkłowa, 1997; Khodri i in., 2015). Ochłodzenia te doprowadziły do rozwoju lodowców górskich i poszerzenia zasięgu lodów morskich, a także ograniczyły zasięg upraw rolnych w krajach północnych. To pierwsze znaczne ochłodzenie wykazują już zapisy zdarzeń objęte opracowaniem *Wyjątki...* (1965).

Aby skrajne warunki pogodowe zasłużyły na upamiętnienie w kronikach czy innych dziełach pisanych, należy uznać, że występujące wówczas warunki termiczne i ich skutki (takie jak długotrwałe zamarzanie rzek w zimie czy wysychanie w lecie) musiały być wyjątkowe. Nasuwa się zatem pytanie, jak współczesne anomalie termiczne na historycznych ziemiach polskich mają się do tych z wieków od X do XVI. Bezpośrednie porównanie anomalii termicznych utrwalonych na kartach kronik ze współczesnymi jest jednak ze względów oczywistych niemożliwe. Tym bardziej byłaby skazana na niepowodzenie próba przypisania anomaliiom z odległych wieków, ukazanych tylko przez ich skutki, jakichkolwiek wartości liczbowych, aczkolwiek w literaturze znajdujemy wiele przykładów, że takie próby były już podejmowane (np. Michalczewski, 1981; Pfister i in., 1997; Limanówka, 2001; Nowosad i in., 2007; Przybylak i in., 2009; Przybylak i in., 2010). Można jednak przyjąć, że opisy zawarte w źródłach historycznych dotyczą anomalii wyjątkowo dużych i długo się utrzymujących, a przy tym prawdopodobnie obejmujących znaczne obszary. Aby móc dokonać porównania współczesnych anomalii z historycznymi, należy zatem wybrać takie, które również spełniają te warunki – wielkości, długotrwałości i/albo zasięgu przestrzennego.

Opracowanie współczesnych anomalii termicznych oparto na wartościach średnich miesięcznych temperatury powietrza z lat 1951-2015 z 34 stacji meteorologicznych z obszaru odpowiadającego ziemiom polskim w XVI wieku oraz z ich bezpośredniego sąsiedztwa (rys. 1). Obszar ten wyznaczają na zachodzie Kopenhaga i Berlin, na północy Gotlandia, Ryga i Wielkie Łuki, na wschodzie Kursk i Zaporozże oraz na południu Odessa.

Za anomalne pod względem termicznym przyjęto te miesiące, w których średnia temperatura powietrza różniła się od odpowiedniej średniej wieloletniej (1951-2015) przynajmniej o 2 odchylenia standardowe: anomalnie zimne AZ – $t \leq t_{sr} - 2\sigma$ i anomalnie ciepłe AC – $t \geq t_{sr} + 2\sigma$. Takie kryterium wyłaniania anomalii termicznych stosowano we wcześniejszych opracowaniach autorów (np. Kossowska-Cezak, Twardosz, 2017). Do celów porównawczych wybrano te anomalnie zimne i ciepłe miesiące, które wystąpiły na przynajmniej 30% stacji, tzn. na co najmniej 10 stacjach spośród 34, i zarazem na co najmniej 2 stacjach na współczesnym terytorium Polski, zbliżonym do tego z czasów piastowskich. Przyjęcie



Rys. 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych wykorzystanych w opracowaniu

Fig. 1. Map of weather stations included in the study

takich kryteriów pozwala żywić nadzieję, że tak wyłonione okresy o anomalnych warunkach termicznych zasługiwałyby na utrwalenie w pamięci potomnych tak, jak tamte z X-XVI wieku.

Historyczne anomalie termiczne

W *Wyjątkach...* (1965), zgodnie z tytułem opracowania, zacytowano fragmenty ze źródeł historycznych dotyczące nadzwyczajnych zjawisk hydrologicznych i meteorologicznych. Wśród cytowanych wypisów przeważają te dotyczące wysokiego stanu wody i wylewów rzek, ale wśród nich znalazło się też kilkadziesiąt fragmentów dotyczących skrajnych warunków termicznych. Niektóre niezwykle mroźne zimy czy upalne i suche lata zostały odnotowane w kilku źródłach; notatki te dotyczą 70 lat. Lata te zestawiono w tab. 1 i 2. Podano rok wystąpienia danego zdarzenia, obszar i bardzo krótką charakterystykę opartą na oryginalnym zapisie.

W tabeli 1 przytoczono lata wystąpienia epizodów zimnych; są to 54 mroźne zimy i zaledwie 2 chłodne lata. W tabeli 2 podano lata z wystąpieniami epizodów ciepłych; jest to 9 gorących lat i 5 łagodnych zim. Ponieważ jednak w warunkach klimatycznych środkowej Europy silnym letnim upałem często towarzyszy susza, a w przytoczonych fragmentach informacje o suszy i upałach kilkakrotnie są podawane łącznie, przyjęto, że fragmenty dotyczące głębokich niżówek letnich są jednocześnie informacjami o upalnych latach. Wzmianki takie dotyczą 12 lat; lata te również podano w tab. 2 z uwagą (upały?).

Tabela 1. Wyjątki ze źródeł historycznych (*Wyjątki...*, 1965) dotyczące okresów bardzo zimnych na historycznych ziemiach polskich

Table 1. Excerpts from historical sources (*Wyjątki...*, 1965) on very cold periods recorded within former Polish borders

Rok Year	Obszar Area	Rodzaj anomalii (treść notatki) Type of anomaly (content of record)
940	Polska	Ostra zima
1076/77	Polska	Ostra zima
1110/11	Polska, pn. Bałtyk	Ostra zima
1124/25	Polska	Silne mrozy
1203/04	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1225	Wisła	Pokrywa lodowa w październiku
1234/35	Polska	Ostra zima
1277/78	Kraków	Ostra zima
1282/83	Polska, Lwów	Ostra zima
1285/86	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1305/06	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1322/23	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1362	Polska i inne kraje	Mrozy w czerwcu (?)
1364/65	Polska	Ostra zima
1378/79	Dolna Wisła	Pokrywa lodowa
1393/94	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1398/99	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1407/08	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1422/23	Bałtyk. Wisła	Pokrywa lodowa w listopadzie
1431/32	Bałtyk. Wisła	Pokrywa lodowa, na Wiśle do kwietnia
1439/40	Polska i inne kraje	Ostra zima od listopada do kwietnia
1442/43	Pd.-zach. Polska	Pokrywa lodowa od października

1452/53	Śląsk	Pokrywa lodowa w lutym
1453/54	Śląsk. Polska	Silne mrozy w listopadzie i grudniu, na Podolu śnieg
1454/55	Polska. Bałtyk	Ostra zima. Pokrywa lodowa w lutym
1456	Polska i Wisła	Pokrywa lodowa w lutym i marcu
1457/58	Bałtyk, część zach.	Pokrywa lodowa
1458/59	Odra, Wrocław	Pokrywa lodowa od grudnia do marca
1459/60	Bałtyk, Gdańsk	Pokrywa lodowa w lutym i marcu
1460/61	Wisła	Pokrywa lodowa
1469/70	Śląsk, Odra	Silne mrozy od grudnia do połowy kwietnia
1470	Odra i inne rzeki	Pokrywa lodowa w grudniu
1475/76	Pd.-zach. Polska	Pokrywa lodowa do kwietnia
1476/77	Śląsk	Pokrywa lodowa
1488	Odra, Głogów	Pokrywa lodowa w listopadzie
1494/95	Bałtyk, Zat. Gdańska	Pokrywa lodowa
1495/96	Bałtyk, Zat. Gdańska	Pokrywa lodowa do marca
1505	Polska	Mokre (chłodne?) lato
1512/13	Polska. Śląsk	Ostra zima od listopada do marca
1513/14	Odra, Wrocław	Pokrywa lodowa od listopada do marca
1516/17	Śląsk	Mroźna zima
1517	Wisła	Pokrywa lodowa w listopadzie
1518/19	Wisła, Toruń	Pokrywa lodowa od listopada do marca
1535/36	Bałtyk	Pokrywa lodowa
1543/44	Nysa, Zgorzelec	Pokrywa lodowa
1545/46	Bałtyk	Pokrywa lodowa od grudnia do marca
1553/54	Śląsk. Zat. Gdańska	Pokrywa lodowa. Na Zat. Gdańskiej do marca
1556/57	Polska	Silne mrozy od października do marca
1564/65	Odra i inne rzeki	Pokrywa lodowa od listopada do lutego
1567/68	Odra, Wrocław	Trzykrotne zlodzenia Odry od listopada do stycznia, przedzielane odwilżami
1568/69	Zat. Gdańska	Pokrywa lodowa
1571/72	Polska	Bardzo silne mrozy od października do Wielkanocy
1572/73	Polska	Silne mrozy od listopada do lutego
1578	Zat. Gdańska	Pokrywa lodowa w lutym i marcu
1589/90	Zach. Polska	Bardzo ostra zima
1594/95	Zach. Polska	Gruba pokrywa lodowa

Tabela 2. Wyjątki ze źródeł historycznych (*Wyjątki...*, 1965) dotyczące okresów bardzo ciepłych na historycznych ziemiach polskich

Table 2. Excerpts from historical sources (*Wyjątki...*, 1965) on very warm periods recorded within former Polish borders

Rok Year	Obszar Area	Rodzaj anomalii (treść notatki) Type of anomaly (content of record)
1121	Polska	Upały i susza od marca do maja
1332	Polska, Wisła, Kraków	Upały i susza (czerwiec)
1376	Wisła. Toruń	Stany niżówkowe (upały?)
1411/12	Polska i inne kraje	Bardzo ciepła zima
1455	Odra, Wrocław	Wyschnięcie rzek (upały?)
1459	Odra	Wyjątkowo niski stan wody (upały?)
1461	Odra i inne kraje	Niski stan wód, upały
1463	Śląsk	Wielka susza i upały
1469	Odra, Oława	Bardzo niski stan wody i susza w lecie i jesieni (upały?)
1471	Odra, Głogów	Niski stan wody (upały?)
1472	Śląsk, Odra, Barycz	Stany niżówkowe, susza od maja do listopada (upały?)
1472/73	Odra, Głogów	Łagodna zima
1473	Europa, Polska	Upał i susza od kwietnia do listopada
1493	Polska	Łagodna zima w styczniu i lutym
1500	Polska	Susza i upały na wiosnę i w lecie
1506/07	Polska	Łagodna zima
1508	Ruś Dalsza	Susza (i upał w lecie)
1520	Polska	Ciepły listopad i grudzień
1530	Śląsk	Suche (i upale?) lato
1538	Dolna Wisła	Brak wody (upały?)
1540	Odra i inne rzeki	Długotrwała susza w lecie i jesieni (upały?)
1553	Śląsk	Niski stan wód w lecie i jesieni (upały?)
1561	Odra	Niski stan wód w lipcu i sierpniu (upały?)
1575	Wisła, San i inne rzeki	Niski stan wód od wiosny do jesieni (upały?)
1584	Wisła i inne rzeki, Małopolska	Niski stan wód od wiosny do sierpnia: Wielka susza. Upalne lato
1590	Zach. i pd.-zach. Polska	Bardzo gorące i suche lato

Wśród cytatów zawartych w *Wyjątkach...* (1965) zdecydowanie przeważają wzmianki, jak również większe opisy niezwykle mroźnych zim (tab. 1). Wymieniono ich, lub przynajmniej miesięcy, łącznie 54, tzn. $\frac{3}{4}$ wszystkich wypisów

dotyczących warunków termicznych. Jak już wspomniano, najwcześniejsza notatka dotyczy roku 940, najpóźniejsza zimy 1594/95, a liczba ich jest bardzo zróżnicowana w czasie: od 1-2 od X do XII wieku (małe optimum klimatyczne), po 5-6 w wiekach XIII i XIV, by w wiekach XV i XVI wzrosnąć do 20 i 18 w stuleciu.

Wzrost liczby dokumentów w miarę upływu czasu z pewnością w jakimś stopniu wiąże się ze zwiększającą się liczbą ludności i rozpowszechnieniem umiejętności pisania, a także z większym prawdopodobieństwem zachowania się nowszych dokumentów. Należy też mieć na uwadze, że wspomniane przypadki zamarzania rzek nie zawsze muszą świadczyć o wystąpieniu skrajnie niskiej temperatury, gdyż opisy te dotyczą obszaru, gdzie utrzymywanie się w zimie ujemnej temperatury jest naturalną cechą klimatu. Tym niemniej trudno uznać za przypadek, że skokowy wzrost liczby wzmianek o ostrych zimach zbiega się z okresem wskazywanym jako pierwsza faza małej epoki lodowej (Khodri i in., 2015).

Wzrasta nie tylko liczba opisanych niezwykle mroźnych zim, ale też pojawiają się opisy tej samej zimy w kilku różnych źródłach. Na przykład, zima 1422/23 (tab. 1), która objęła Bałtyk i obszar na południe od niego, została udokumentowana w co najmniej 5 źródłach. W jednym z nich zapisano: „Tego samego roku była wielka zima w wielu krajach, gdy spodziewali się dobrego czasu na świętej Elżbiety [19 listopada]; i trwała aż do czwartego tygodnia w poście; mówiono, że można było jeździć konno i wozić przez lód z Prus aż do miasta Lubeki” (*Wyjątki...*, 1965, str. 43).

W kilku źródłach jest opisana zima 1439/40, m.in. w taki sposób: „Była w tym roku w Polsce i krajach pogranicznych zima ciężka i sroga [...] Od świętego Marcina [11 listopada] bowiem śniegi ogromne trwały przez całą zimę i wiosnę przy tęgich mrozach aż do świętego Jerzego [23 kwietnia]... (tamże, str. 49).

O mroźnej zimie 1459/60 świadczy aż 6 źródeł (tamże, str. 59-61). Podczas tej zimy również zamarzły wody Bałtyku, po lodzie podróżowano z Danii i Norwegii do Lubeki, z Inflant do Szwecji i Danii, a w Polsce z Gdańska na Hel. Lody te ustąpiły dopiero w połowie marca.

W niektórych opisach mroźnych zim, jak widać w przytoczonych przykładach, znajdują się wzmianki o datach początku i końca silnych mrozów, zwykle w nawiązaniu do imion popularnych świętych. Na tej podstawie można stwierdzić, że w XV wieku więcej było zim z mrozami przedłużającymi się do marca lub nawet kwietnia, a w XVI wieku rozpoczynającymi się już w listopadzie albo nawet w październiku.

Łagodne zimy są upamiętnione tylko 5 razy: 3 w wieku XV i 2 w XVI wieku. I tak, w 1412 roku „Zima [...] nadzwyczaj była ciepła, bez żadnego przymrozku i szronu, tak że w Litwie nawet, kraju zimnym i mroźnym, około święta Oczyszczenia N. Maryi [2 lutego] ludzie mieli już jarzyny do jedzenia i kwiaty, co za dziwowisko wielkie i cud prawdziwy uważano” (*Wyjątki...*, 1965), w 1507 roku zaś „Była zima łagodna jak we Włoszech” (tamże, str. 102).

Wzmianki o letnich upałach dotyczą 9 lat (tab. 2): jednego w XIV wieku, sześciu w XV wieku i dwóch w XVI wieku. Są też jednak – jak wspomniano wcześniej – notatki o letnich głębokich niżówkach, które w naszym klimacie występują najczęściej podczas bardzo gorących lat, kiedy pogodę kształtuje rozległy układ wysokiego ciśnienia (jak np. w roku 2006 czy 2015). Dlatego opisy bardzo suchych okresów letnich można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć również za informacje o wystąpieniu gorącego lata, tym bardziej, że niekiedy te informacje występują łącznie. Na przykład, w roku 1332 „panowały w Polsce tak wielkie upały, że przed dniem św. Jana Chrzciciela [24 czerwca] zboża podochodziły [...]; wody powysychały i rzeki poopuszczały swoje łoża. Starzy ludzie nie pamiętali podobnego gorąca i posuchy [...]” (*Wyjątki...*, 1965, str. 311). Jeśli zatem informacje o letnich posuchach przyjąć jednocześnie za wzmianki o gorących latach, to jest ich łącznie 21, z czego jedna w XII wieku, 2 z wieku XIV i po 9 wiekach XV i XVI. Chłodny okres letni jest wymieniony tylko jeden (czerwiec 1362) i o jednym można sądzić pośrednio (1505 – od kwietnia do września włącznie prawie codziennie opady).

Pojawiają się też wzmianki o zimnych miesiącach wiosennych i jesiennych, przeważnie w związku z długą, wczesną albo przedłużającą się zimą, a także o ciepłych wiosnach.

Współczesne anomalie termiczne

Aby skonfrontować współczesne anomalie termiczne na historycznych ziemiach polskich z opisanymi w *Wyjątkach...* (1965), te pierwsze wyłoniono w sposób wcześniej opisany. W ciągu 65 lat (1951-2015) stwierdzono 50 miesięcy, w których temperatura różniła się od odpowiedniej średniej 65-letniej przynajmniej o 2 odchylenia standardowe i anomalia taka wystąpiła na przynajmniej 10 z 34 przyjętych w opracowaniu stacji meteorologicznych. W 7 miesiącach jednak anomalia ta nie wkraczała na obszar współczesnej Polski, obejmując głównie Białoruś i/albo Ukrainę; miesiące te zostały pominięte w dalszej analizie (zostały jednak podane w odpowiednich tabelach). W dwóch miesiącach anomalia wystąpiła tylko na 9 stacjach, ale ponad połowa z nich (5-6) była na obszarze Polski i/albo tuż w pobliżu jej granic i te miesiące zostały uwzględnione. Łącznie zatem wzięto pod uwagę 43 miesiące, z czego 21 miesięcy anomalnie zimnych i 22 anomalnie ciepłe. Zestawienie tych miesięcy podano w tab. 3 (anomalnie zimne) i tab. 4 (anomalnie ciepłe).

Jak wynika z porównania tab. 3 i 4, w odróżnieniu od wieków X-XVI, z wyraźną przewagą epizodów zimnych, w latach 1951-2015 częstość okresów anomalnie zimnych i ciepłych była podobna – 21 i 22. Jeśli jednak uwzględni się pominięte miesiące anomalne poza współczesnymi granicami Polski, to okazuje się, że mie-

sięcy anomalnie ciepłych było więcej niż zimnych (odpowiednio 28 i 22, tab. 4 i 3). Wśród miesięcy anomalnie zimnych połowę stanowiły mroźne miesiące zimowe (10 z 21), a zimne miesiące jesienne i wiosenne razem – praktycznie drugą połowę (9). Chłodne miesiące letnie były tylko 2. Wśród miesięcy anomalnie ciepłych przeważały gorące miesiące letnie (8 z 22), ale częste były również bardzo ciepłe miesiące wiosenne (6) i jesienne (5). Łagodne zimy były 3.

Tabela 3. Miesiące anomalnie zimne na historycznych ziemiach polskich (H), w tym na obszarze współczesnej Polski (PW) (1951-2015). Podkreślona nazwa miesiąca oznacza anomalnie zimną całą porę roku

Table 3. Anomalously cold months within former Polish borders (H), including modern Poland (MP) (1951-2015). Underlined months indicate entire anomalous winter seasons

Rok Year	Miesiąc Month	Liczba stacji Number of stations		Rok Year	Miesiąc Month	Liczba stacji Number of stations	
		H	PW/MP			H	PW/MP
1952	marzec	22	8	1979	lipiec	11	6
1954	<u>styczeń</u>	11	–	1980	maj	16	9
	<u>luty</u>	22	9	1985	luty	24	8
1955	kwiecień	22	7	1986	luty	10	9
1956	luty	33	14	1987	styczeń	28	14
	sierpień	9	5		<u>marzec</u>	17	5
1963	<u>styczeń</u>	27	13	1992	paździer- nik	11	6
1965	listopad	16	10	1993	<u>listopad</u>	23	12
1969	grudzień	16	13	1998	listopad	23	12
1976	październik	13	4	2002	grudzień	15	4
1978	grudzień	11	3	2010	grudzień	11	8

Znamienny był rozkład tych anomalnych miesięcy w czasie ostatniego 65-lecia: do roku 1987 wystąpiło 16 spośród 21 anomalnie zimnych, a pozostałe 5 w latach 1992-2010; do roku 1987 wystąpiły tylko 3 miesiące (spośród 22) anomalnie ciepłe, a przytłaczająca ich większość – 19 w latach 1990-2015. W ciągu pierwszych 37 lat zatem liczba miesięcy anomalnie zimnych pięciokrotnie przewyższyła liczbę miesięcy anomalnie ciepłych, a podczas ostatnich 26 lat miesięcy anomalnie ciepłych było 4 razy więcej niż anomalnie zimnych. W XXI wieku miesiące anomalnie ciepłych było już ponad 6 razy więcej niż zimnych. Na XXI wiek przypadło też 5 spośród 6 anomalnie ciepłych miesięcy na historycznych ziemiach polskich, ale poza obecnymi granicami Polski.

Tabela 4. Miesiące anomalnie ciepłe na historycznych ziemiach polskich (H), w tym na obszarze współczesnej Polski (PW) (1951-2015). Podkreślona nazwa miesiąca oznacza anomalnie ciepłą całą porę roku

Table 4. Anomalously warm months within former Polish borders (H), including modern Poland (MP) (1951-2015). Underlined months indicate entire anomalous winter seasons

Rok Year	Miesiąc Month	Liczba stacji Number of stations		Rok Year	Miesiąc Month	Liczba stacji Number of stations	
		H	PW/MP			H	PW/MP
1960	grudzień	11	–	2006	lipiec	14	10
1964	czerwiec	13	6		<u>wrzesień</u>	10	7
1966	październik	13	3		grudzień	15	4
1967	<u>październik</u>	10	3	2007	marzec	13	6
1990	luty	13	6	2009	kwiecień	12	7
1992	sierpień	15	7	2010	<u>lipiec</u>	19	8
1994	wrzesień	13	2		<u>sierpień</u>	17	4
1999	czerwiec	13	2		listopad	11	–
	wrzesień	9	6	2012	lipiec	10	–
2000	kwiecień	23	12	2013	maj	14	–
2001	lipiec	12	–	2014	<u>marzec</u>	11	3
2002	maj	11	10	2015	<u>sierpień</u>	19	11
	<u>sierpień</u>	15	10		wrzesień	10	–
2003	maj	11	10		grudzień	13	9

Można zatem stwierdzić, że w pierwszej części 65-lecia niezwykle zimne miesiące zimowe, jak też późnojesienne i wczesnowiosenne, występowały z podobną częstością jak w małej epoce lodowej – oczywiście zachowując pełną świadomość zupełnie różnego sposobu ich wyróżniania, a tym samym prawdopodobnie również wielkości anomalii. Od ostatniej dekady XX wieku natomiast skokowo wzrosła częstość miesięcy anomalnie ciepłych, w tym szczególnie upalnych miesięcy letnich, niemająca swojego odpowiednika w wiekach X-XVI, wskazując na gwałtowne przyspieszenie współczesnego ocieplenia.

Tym niemniej w pierwszych niespełna 40 latach okresu 1951-2015 wystąpiło kilka niezwykle mroźnych miesięcy, które zapewne nie ustępowały tym przytoczonym w *Wyjątkach...* (1965). Przede wszystkim należy tu wymienić luty 1956 roku, który był anomalnie mroźny na całym historycznym obszarze Polski. Była to silna ujemna anomalia termiczna, która objęła ponad połowę obszaru Europy – od Wysp Brytyjskich do Uralu (Kossowska-Cezak, Twardosz, 2017). Temperatura średnia miesięczna wyniosła od -6,4°C na Helu oraz -7,8°C w Koszalinie i -7,7°C w Odessie, -11,2°C w Krakowie i -12,2°C w Warszawie, -13,1°C w Kijowie, do

-18,4°C w Kursku. Wielkość anomalii temperatury na wybrzeżu tak Bałtyku, jak i Morza Czarnego osiągnęła -6 – -7°C, a w środkowej i południowej Polsce przekroczyła -10°C (w Krakowie -10,9°C).

Inne skrajnie mroźne miesiące to styczeń 1963 i styczeń 1987, które wystąpiły odpowiednio na 27 i 28 stacjach spośród 34, a objęły, podobnie jak luty 1956, równoleżnikowy środkowy pas Europy, od jej zachodniego krańca do zachodniej Rosji Europejskiej. Średnia temperatura była podobna jak w lutym 1956 roku – od -7 – -8°C na polskim wybrzeżu Bałtyku do około -17°C na krańcach wschodnich historycznego obszaru Polski. Równie mroźne były luty 1954 i luty 1985; ten pierwszy był anomalny w środkowej i południowo-wschodniej Europie, aż do Morza Kaspijskiego, a drugi w pasie od Półwyspu Skandynawskiego do Morza Czarnego.

Do grupy miesięcy niezwykle zimnych, a właściwie mroźnych należy zaliczyć też marzec 1952 i 1987 roku oraz listopad 1993 i 1998 roku. Marzec 1952 jako miesiąc anomalnie zimny wystąpił w środkowo-wschodniej Europie, od krajów nadbałtyckich do środkowo-południowej Rosji, marzec 1987 – na terytorium od Półwyspu Skandynawskiego do Ukrainy i Półwyspu Bałkańskiego. Obydwa te marce odznaczyły się niższą średnią temperaturą niż poprzedzający je luty. Mroźne na historycznych ziemiach polskich były również obydwie wymienione listopady. Anomalia w listopadzie 1993 objęła środkowy pas Europy od Atlantyku do Uralu. W zachodniej Europie temperatura była dodatnia, ale w Polsce i na wschód od niej była już ujemna: w Krakowie -1,2°C, w Warszawie -2,7°C, do -9,0°C w Kursku. Była to temperatura o 5-6°C niższa w porównaniu do następującego po nim grudnia. Niezwykle zimny listopad 1998 objął kraje wokół Bałtyku, Białoruś, część obszaru Ukrainy i Rosji Europejskiej. Na wybrzeżach Bałtyku średnia temperatura była dodatnia, ale w głębi lądu ujemna: w Warszawie -1,9°C, do -7,7°C w Wielkich Łukach. W kolejnym miesiącu, grudniu, średnia temperatura była tylko nieznacznie niższa niż w listopadzie. Anomalia temperatury w listopadzie 1993 osiągnęła od -3 – -4°C na zachodzie historycznych ziem polskich do -8°C i więcej i na wschodzie, a w 1998 roku była o około 1°C mniejsza.

Zimowe anomalie dodatnie temperatury w żadnym miesiącu nie były tak rozległe terytorialnie jak anomalie ujemne. Największa z nich wystąpiła w ciepłym grudniu 2006, obejmując południową Skandynawię, południowe wybrzeża Bałtyku i obszar do zachodniej części Rosji. Temperatura średnia miesięczna wszędzie była dodatnia, od 2-3°C na wschodzie zasięgu do 5-6°C na zachodzie. Anomalia temperatury średniej miesięcznej osiągnęła 4-6°C. Jeszcze większa anomalia dodatnia wystąpiła w ciepłym lutym 1990 roku, na podobnym obszarze jak anomalia w grudniu 2006. W lutym 1990 roku anomalia przekraczała na zachodzie zasięgu 5°C, a na wschodzie sięgała 8-9°C.

Miesiące niezwykle gorące po roku 1950 nie obejmowały równie wielkich połaci historycznych ziem polskich (najwięcej 19 stacji spośród 34) jak miesiące

bardzo mroźne (nawet 27-33). Nie oznacza to jednak, że całkowity zasięg tych letnich anomalii dodatnich w Europie był mniejszy niż ujemnych anomalii zimowych. Różnica ich zasięgu na historycznych ziemiach polskich wynika stąd, że niezwykle mroźne miesiące zwykle obejmowały obszar środkowej Europy i wschodniej, a miesiące niezwykle gorące albo zachodnią Europę albo – częściej – wschodnią (Kossowska-Cezak, Twardosz, 2017). Historyczne ziemie polskie znajdowały się zatem w ich zasięgu tylko częściowo albo w ogóle były poza ich zasięgiem (np. podczas katastrofalnie upalnego lata 2003 roku w zachodniej Europie).

Najgorętsze od połowy XX wieku było lato 2010 roku, które objęło przede wszystkim środkową i południową Rosję Europejską, a także kraje sąsiednie – Białoruś, Ukrainę, zachodni Kazachstan i inne. Niezwykle gorące były dwa kolejne miesiące – lipiec i sierpień, a w niektórych częściach (np. w Kijowie) również czerwiec. Długotrwałość upałów i wielkość anomalii czynią to lato zupełnie wyjątkowym, aczkolwiek centrum anomalii znajdowało się na wschód od Polski. Temperatura średnia w obu miesiącach na historycznych ziemiach polskich przekroczyła 20°C , na wschodzie dochodziła do 26°C , co oznacza wielkość anomalii w lipcu od 3,5 do $6,5^{\circ}\text{C}$, a w sierpniu od 3 do 7°C . W obydwu tych miesiącach anomalia dodatnia miała bardzo duży zasięg – odpowiednio 19 i 17 stacji spośród uwzględnionych 34.

Pod względem zasięgu może się z nimi równać tylko anomalnie gorący sierpień 2015 roku (19 stacji). Objął on środkową Europę, a centrum anomalii znalazło się na współczesnym terytorium Polski. Średnia miesięczna temperatura powietrza w Warszawie $23,1^{\circ}\text{C}$ była jedną z dwóch najwyższych w ciągu 65 lat i oznaczała anomalię przekraczającą 3 odchylenia standardowe, o wartości bezwzględnej $5,2^{\circ}\text{C}$. Miesiącem o takiej samej średniej temperaturze w Warszawie był też lipiec 2006 roku, kiedy to anomalia objęła zachodnią Europę, od południowej Skandynawii do wybrzeży Morza Śródziemnego, na wschód nie wykraczając poza współczesne granice Polski. Bardzo upalne były ponadto sierpień 1992 i 2002, ale anomalia w tych miesiącach sięgała „tylko” 4°C .

Anomalnie ciepłe zdarzały się też miesiące w przejściowych porach roku. Należy tu wymienić kwiecień 2000 roku i wrzesień 2006. W tym pierwszym miesiącu anomalia objęła obszar środkowo-wschodniej Europy, od Polski do wybrzeży Morza Czarnego, a wielkość anomalii wyniosła od 3 do 5°C . Anomalnie ciepły wrzesień 2006 był najcieplejszym miesiącem ogólnie bardzo ciepłej jesieni. Objął północno-zachodnią Europę aż do Estonii i Polski, a na historycznych ziemiach polskich wielkość anomalii wyniosła $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$.

Bardzo chłodnych miesięcy letnich stwierdzono tylko 2 w ciągu 65 lat: sierpień 1956 i lipiec 1979. Obydwa miały niewielki zasięg, a wielkość anomalii wyniosła odpowiednio do -3 i -4°C .

Wnioski

Przegląd anomalnie zimnych i ciepłych okresów na historycznych ziemiach polskich w wiekach X-XVI, stwierdzonych na podstawie źródeł historycznych, oraz w latach 1951-2015, wyłonił na podstawie danych pomiarowych i przyjętych kryteriów statystycznych, mimo różnicy zastosowanych metod badań, daje podstawy do przynajmniej dwóch wniosków.

Przede wszystkim należy stwierdzić, że występowanie silnych zaburzeń w przebiegu rocznym temperatury powietrza, jakimi są niezwykle zimne i ciepłe pojedyncze miesiące i pory roku, jest naturalną cechą klimatu Europy, a szczególnie jej środkowej części, znajdującej się w zasięgu klimatu umiarkowanego o cechach przejściowych między morskim i kontynentalnym. Aczkolwiek anomalie takie pojawiają się rzadko, do najczęstszych kategorii należą te o cechach przeciwnych – niezwykle mroźne miesiące zimowe i upalne miesiące letnie. Ich wystąpienie jest możliwe nawet w okresach ogólnie odznaczających się odmiennymi cechami klimatu: niezwykle gorących lat podczas chłodnego okresu małej epoki lodowej, jak i niezwykle mroźnych zim w czasie współczesnego ocieplenia.

Mimo tego pozornego paradoksu, drugim narzucającym się wnioskiem jest ten, jakiego w zasadzie można było oczekiwać, że w okresach ochłodzenia pojawia się zwiększona częstość anomalii ujemnych, a w okresach ocieplenia anomalii dodatnich.

Świadczy o tym zwiększona liczba mroźnych zim w początkowej fazie małej epoki lodowej – zwiększona zarówno w stosunku do okresu wcześniejszego, jak i w stosunku do liczby okresów gorących. Współczesne ocieplenie natomiast, a zwłaszcza jego ostatnie 25 lat, odznaczają się wyjątkową przewagą częstości miesięcy gorących i ciepłych tak w stosunku do lat poprzednich, jak i do liczby występujących w tych latach miesięcy anomalnie chłodnych.

Dokonane porównanie częstości okresów (miesiący, pór roku) anomalnie zimnych i ciepłych tak upamiętnionych w zapiskach historycznych (X-XVI wiek), jak i określonych na podstawie danych pomiarowych (XX-XXI wiek) na historycznych ziemiach polskich wykazało, że trafnie one odzwierciedlają zachodzące na tym obszarze wiekowe zmiany klimatu rozpoznane na podstawie innych źródeł.

Materiały wpłynęły do redakcji 12 V 2017.

Literatura

- Ahrens C.D., 1982, *Meteorology today*. West Publishing Co, St. Paul. Minnesota, ss. 501.
Gaskell T.F., Morris M., 1979, *World climate: The weather, the environmental and man*. Thames and Hudson, London, ss. 144.

- Grove J.M., 1996, *Developments in historical climatology*. [w:] B. Obrębska-Starkel, T. Niedźwiedz (red.) *Proceedings of the International Conference on Climate Dynamics and the Global Change Perspective*, Cracow, October 17-20 1995, Zesz. Nauk. UJ, Prace Geogr. 102.
- Khodri M., Swingedouw D., Mignot J., Sicre M.-A., Garnier E., Masson-Delmotte V., Ribes A., Terray L., 2015, *Le climat du dernier millénaire*. La Météorologie, 88, 36-47.
- Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2017, *Anomalie termiczne w Europie (1951-2010)*. IGIiP UJ, Kraków, ss. 183.
- Lamb H., 1982, *Climate history and the modern world*. Methuen, London and New York, ss. 387.
- Limanówka D., 2001, *Rekonstrukcja warunków klimatycznych Krakowa w pierwszej połowie XVI wieku*. Materiały Badawcze IMGW, Seria: Meteorologia, 33, ss. 176.
- Michalczewski J., 1981, *Próba liczbowej oceny temperatury powietrza wyprowadzonej z opisu słownego*. Prz. Geof., 26, 271-273.
- Nowosad W., Przybylak R., Marciniak K., Syta K., 2007, *Diariusz Jana Antoniego Chrapowickiego jako źródło do badań klimatu Rzeczypospolitej w II połowie XVII*. Klio 9, 21-60.
- Obrębska-Starkelowa B., 1997, *Współczesne poglądy na zmiany klimatyczne w Europie w okresie schyłku małego glaciału*. [w:] *Wahania klimatu w Krakowie (1792-1995)*. Instytut Geografii UJ, Kraków, 163-190.
- Pfister Ch., Brázdil R., Glaser R., 1999, *Climatic Variability in Sixteenth-Century Europe and Its Social Dimension*. Springer-Science+Business Media, B.Y., ss. 351.
- Przybylak R., 2008, *Zmiany klimatu Polski i Europy w ostatnich stuleciach*. Kosmos, 57, 3-4, 195-208.
- Przybylak R., Marciniak K., 2009, *Climate changes in central and north-eastern part of former Poland from 1656 to 1685*. [w:] R. Przybylak, J. Majorowicz, R. Brazdil, M. Kejna (red.) *The Polish Climate in the European Context: An Historical Overview*. Springer Science+Business Media B.V., 423-443.
- Przybylak R., Oliński P., Chorażyczewski W., Nowosad W., Syta K., 2010, *Documentary Evidence*. [w:] R. Przybylak, J. Majorowicz, R. Brazdil, M. Kejna (red.) *The Polish Climate in the European Context: An Historical Overview*. Springer Science+Business Media B.V., 167-190.
- Trepińska J., 1994, *Wahania termiczne w Polsce i w Europie – od małego glaciału do współczesnego ocieplenia*. Sylwan, 138, 23-32.
- Wyjątki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI, 1965, oprac. Girguś R., Strupczewski W., PIHM, WKiŁ, Warszawa.

Streszczenie

W opracowaniu dokonano porównania częstości i rodzaju anomalii termicznych na historycznych ziemiach polskich na podstawie źródeł historycznych (X-XVI wiek) i danych pomiarowych (1951-2015). Stwierdzono odpowiednio 56 epizodów zimnych (głównie zimy) i 14 epizodów ciepłych (przeważnie lata) oraz 21 miesięcy anomalnie zimnych i 22 anomalnie ciepłe. Ich rozkład w czasie potwierdził znane z innych źródeł zmiany wiekowe klimatu w środkowej Europie, w tym szczególnie początek małej epoki lodowej (XV wiek) i nasilające się współczesne ocieplenie (od końca XX wieku).

Słowa kluczowe: anomalia termiczna, historyczne ziemie polskie

Summary

The study compares the frequency and type of thermal anomalies within former Polish borders (Fig. 1) using historical records (10th to 16th centuries) and data derived from actual measurements

(1951-2015). Altogether 56 cold episodes (mainly winters, Table 1) and 14 warm episodes (mainly summers, Table 2) were identified, as well as 21 anomalously cold months and 22 anomalously warm months (Tables 3 and 4).

The occurrence of strong disturbances in the annual air temperature profile in the form of exceptionally cold and exceptionally warm months and seasons is a natural feature of the European climate, especially in the central parts of the continent where the features of the dominant moderate climate involve transiency between maritime and continental influences. While their absolute frequency is low, the most frequent of such anomalies fall at the extreme ends of the spectrum, i.e. exceptionally cold winter months and exceptionally hot summer months. They even occur during long spells of an opposite type of climate, i.e. exceptionally hot summers during the Little Ice Age and exceptionally severe winters during the latest warming period.

Despite this apparent paradox, the second conclusion that the study makes is an expected increase in the frequency of negative anomalies during cool periods and an analogous increase in positive anomalies during warm periods.

This is evident in an increased number of severe winters during the early phase of the Little Ice Age, which is higher in comparison to that during the preceding period and during warm spells. The current warming period, especially the last 25 years, is marked by an exceptional dominance of hot and warm months both in comparison to the preceding period and to the number of anomalously cold months during the same warming period.

The comparison made in this study of the frequency of anomalously cold and anomalously warm spells (months and seasons) recorded in historical sources (10th-16th c.) and noted from measurements (20th-21st c.) within former Polish borders has demonstrated that these spells correctly reflect longer-term climatic changes known from other sources.

Key words: thermal anomaly, former Polish borders

Urszula Kossowska-Cezak
Zakład Klimatologii
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych
Uniwersytet Warszawski

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