PRZEGLĄD GEOFIZYCZNY

Rocznik LXV 2020 Zeszyt 3-4

Robert TWARDOSZ

UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI W KRAKOWIE, WYDZIAŁ GEOGRAFII I GEOLOGII

Piotr WAŁACH

INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

NIEZWYKLE CIEPŁA POGODA W CZERWCU 2019 ROKU W POLSCE I JEJ PRZYCZYNY CYRKULACYJNE

UNUSUALLY HOT JUNE 2019 IN POLAND AND ITS CIRCULATION-RELATED CAUSES

Wstęp

Obszar Polski jest położony w strefie umiarkowanej, co oznacza umiarkowany dopływ promieniowania słonecznego. Z położeniem w tej strefie wiążą się też określone warunki cyrkulacyjne decydujące bezpośrednio o pogodzie, a mianowicie jest to dominacja cyrkulacji zachodniej, której sprzyja pasowy układ rzeźby terenu. Częste przemieszczanie się niżów z towarzyszącymi im frontami atmosferycznymi oraz adwekcja mas powietrznych o różnych, niekiedy nawet kontrastowo, właściwościach termicznych są przyczyną dużej zmienności warunków pogodowych z dnia na dzień w tej części Europy. W zależności od napływających mas powietrznych może wystąpić pogoda upalna lub mroźna. Czasami takie ekstremalne warunki mogą utrzymywać się przez długi czas, co jest zwykle spowodowane rozbudową układów blokujących wysokiego ciśnienia nad wschodnią Europą (np. Dole i in. 2011; Matsueda 2011; Twardosz, Batko 2012; Schneidereit i in. 2012; Tishchenko i in. 2013; Tomczyk, Sulikowska 2018; Tomczyk, Bednorz 2019).

Na początku XXI wieku zaczęły się coraz częściej pojawiać w różnych częściach Europy fale upałów (Meehl, Tebaldi 2004; Kyselý 2010), a także niezwykle gorące miesiące, a nawet i całe pory roku (Twardosz, Kossowska-Cezak 2015). W pierwszym 10-leciu były to nadzwyczaj upalne lato 2003 r. w zachodniej Europie i w 2010 r. we wschodniej Europie. Obszar środkowej Europy, w tym i Polski, był tylko częściowo objęty zasięgiem tych anomalii termicznych (Twardosz, Kossowska-Cezak 2017a). W drugim 10-leciu były to niezwykle gorące lato 2015 (IMGW-PIB 2015a-b; Hoy i in. 2016; Sulikowska i in. 2016; Wypych i in. 2017; Kossowska-Cezak, Twardosz 2017a; Krzyżewska, Dyer 2018; Tomczyk, Sulikowska 2018) oraz kwiecień i maj 2018 r., które objęły rozległe ob-

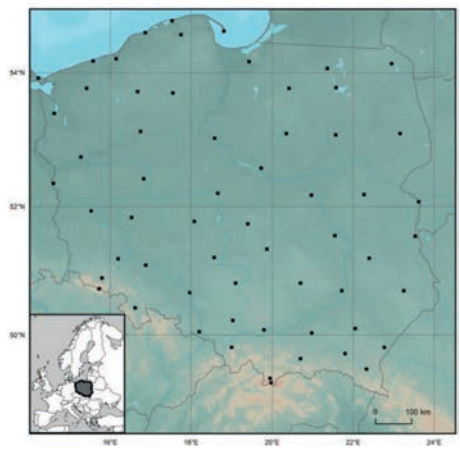
 DOI: 10.32045/PG-2020-016

szary głównie środkowej Europy, z największym nasileniem gorąca w Polsce (Twardosz 2019; Tomczyk, Bednorz 2020). I tak np. w sierpniu 2015 r. największa anomalia temperatury 5,9°C (4,4 odchylenia standardowego) wystąpiła w południowo-zachodniej Polsce (Twardosz 2017). Jeszcze większe anomalie (6°C) pojawiły się w kwietniu 2018 r. w południowo-wschodniej Polsce (Twardosz 2019). Susza, która towarzyszyła tym upałom wpłynęła niekorzystnie na gospodarkę, w tym zwłaszcza na rolnictwo. Występowanie tak dużych anomalii termicznych należy do największych zagrożeń w Polsce (Pociask-Karteczka i in. 2018). W rok po anomalnie ciepłych miesiącach 2018 r. wystąpił kolejny miesiąc z bardzo gorącą i suchą pogodą, tym razem był to czerwiec 2019 roku. O tych ekstremalnych warunkach pogodowych na bieżąco informowały media w Polsce i w innych krajach europejskich. Pierwsze opracowania klimatologiczne dokumentujące upały w roku 2019 zostały wykonane na Półwyspie Iberyjskim (Sousa i in. 2019).

Celem tego artykułu jest poznanie, jak dalece warunki termiczne w czerwcu 2019 r. odbiegały od warunków przeciętnych. Cel ten sprowadza się do odpowiedzi na pytanie, jaka była wielkość anomalii temperatury powietrza i jakie były uwarunkowania cyrkulacyjne długotrwałego utrzymywania się wysokiej temperatury powietrza.

Dane i metody opracowania

Materiał wyjściowy do opracowania stanowią średnie miesięczne wartości temperatury powietrza w czerwcu z lat 1951-2019 z 60 stacji synoptycznych w Polsce (rys. 1). Dane te, jako dane publiczne, pozyskano z bazy udostępnionej przez państwową służbę meteorologiczną w Polsce (IMGW-PIB, https://danepubliczne.imgw.pl/). Ten zestaw danych posłużył do określenia wielkości anomalii temperatury w czerwcu 2019 roku. Anomalie wyrażono w wartościach bezwzględnych (°C), jak i względnych (wielokrot-



Rys. 1. Stacje synoptyczne uwzględnione w opracowaniu

Fig. 1. Synoptic stations included in the study

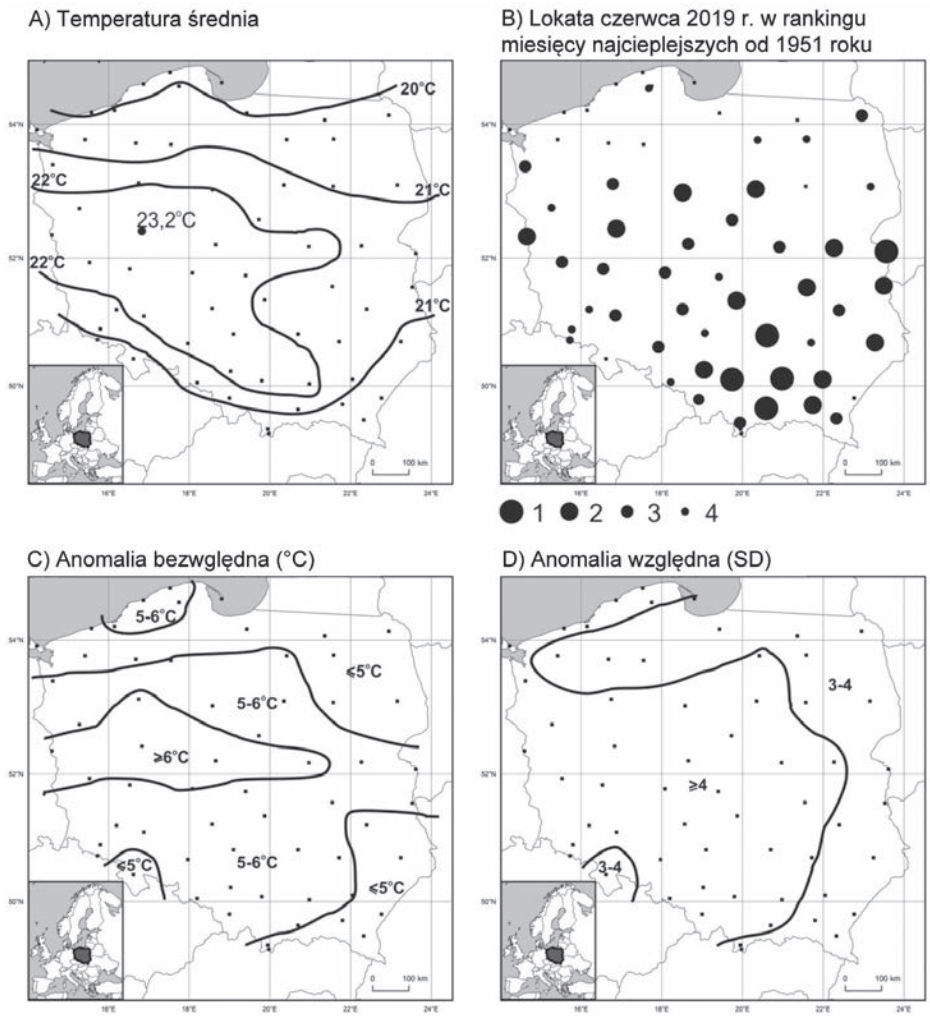
ności odchylenia standardowego, SD). Drugi zestaw danych, uzyskany z tej samej bazy danych IMGW-PIB, stanowiły codzienne wartości temperatury średniej dobowej, maksymalnej i minimalnej z czerwca z 68-lecia 1951-2019 również z 60 stacji synoptycznych. Posłużyły one do charakterystyki termicznej czerwca 2019 roku.

Wykorzystano kalendarz typów cyrkulacji atmosferycznej nad Polską według Lityńskiego (1969) opracowany przez Pianko-Kluczyńska (2007). Kalendarz ten obejmuje 27 typów cyrkulacji uwzględniających 9 kierunków adwekcji mas powietrza nad Polskę: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW i bezadwekcyjny '0', a każdy z nich podzielono na typ cyklonalny, pośredni '0' i antycyklonalny. Każdemu typowi odpowiada charakterystyczny rozkład wyżów i niżów nad Europą. Jest to typologia automatyczna, często stosowana w Polsce do różnych celów. Posłużono się ponadto mapami synoptycznymi z dolnych i wyższych poziomów atmosfery, niemieckiej (www.wetter3.de) i holenderskiej służby pogody (www.knmi.nl/home).

Wielkość anomalii i charakterystyka termiczna czerwca 2019 r. na tle wielolecia 1951-2019

W Polsce w 2019 r. po względnie chłodnym i mokrym maju nastąpiło nagłe ocieplenie. W czerwcu nad całą Polską bardzo szybko wzrastała temperatura powietrza; średnia jej wartość nad większością obszaru Polski wynosiła 21-23°C (rys. 2A). Rekordowa jej wartość 23,2° wystąpiła w Poznaniu. Tak wysoka temperatura w czerwcu w Polsce odpowiada przeciętnej temperaturze, jaka występuje w południowej części basenu Morza Śródziemnego (np. Tunis 23,6°C). Na południowych i północnych krańcach Polski średnia temperatura nie przekraczała 20°C. Na wszystkich rozpatrywanych 60 stacjach synoptycznych był to najcieplejszy czerwiec po 1951 roku. Analiza średnich wartości temperatury w czerwcu z poszczególnych lat wykazała, że na części obszaru południowej Polski (4 stacje) oraz we Włodawie (wschodnia Polska) (rys. 2B) czerwiec 2019 r. był miesiącem najcieplejszym w całym 69-leciu. Na 28 stacjach był to drugi lub trzeci miesiąc w rankingu najcieplejszych w 69-leciu, najczęściej po lipcu 2006 r. lub sierpniu 2015 roku.

O wyjątkowym nasileniu gorąca w czerwcu 2015 r. świadczy wielkość anomalii średniej temperatury na tle średniej wieloletniej (1951-2019). Okazuje się, że anomalia bezwzględna na około połowie obszaru Polski wynosiła 5-6°C, a w części środkowo-zachodniej nawet przekroczyła 6° (rys. 2C), z rekordową wartością 6,4°C w Poznaniu. Na pozostałym obszarze Polski anomalie przekraczały 4°C. Anomalie względne temperatury powietrza, wyrażone w wielokrotnością odchylenia standardowego (SD) na około dwóch trzecich obszaru Polski przekroczyły 4SD, a na pozostałym nie były niższe od 3SD (rys. 2D). Na dwóch stacjach w zachodniej Polsce (Słubice i Piła) anomalia osiągnęła aż 4,9SD i były to największe miesięczne anomalie względne, jakie zdarzyły się w Polsce, a nawet i w całej Europie od 1951 roku. Został zatem przekroczony dotychczasowy

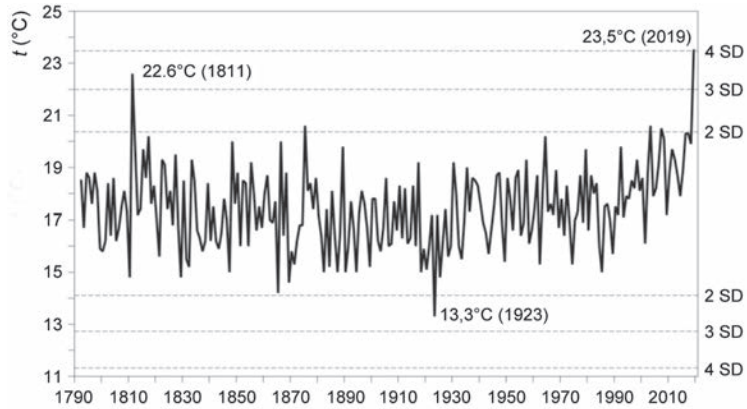


Rys. 2. Charakterystyki termiczne czerwca 2019 r. na obszarze Polski

Fig. 2. Thermal characteristics for June 2019 in Poland

rekord anomalii względnej 4,4SD z sierpnia 2015 we Wrocławiu (Kossowska-Cezak, Twardosz 2019) i 4,7SD w Machaczkale (Rosja) z listopada 1993 r. (Twardosz, Kossowska-Cezak 2015). Należy podkreślić, że w czerwcu 2019 r. niewiele mniejsze anomalie wystąpiły w Warszawie (4,7SD) i innych stacjach w środkowo-zachodniej Polski.

Na podstawie sekularnej serii wartości temperatury powietrza z Krakowa (1792-2019) stwierdza się, że czerwiec 2019 r. był najcieplejszy w całym 228-leciu (rys. 3). Na tej stacji średnia temperatura w czerwcu 2019 r. wyniosła 23,5°C i była prawie o 1°C wyższa niż w drugim w rankingu czerwcu 1811 r. (22,6°C, 3,4 SD).



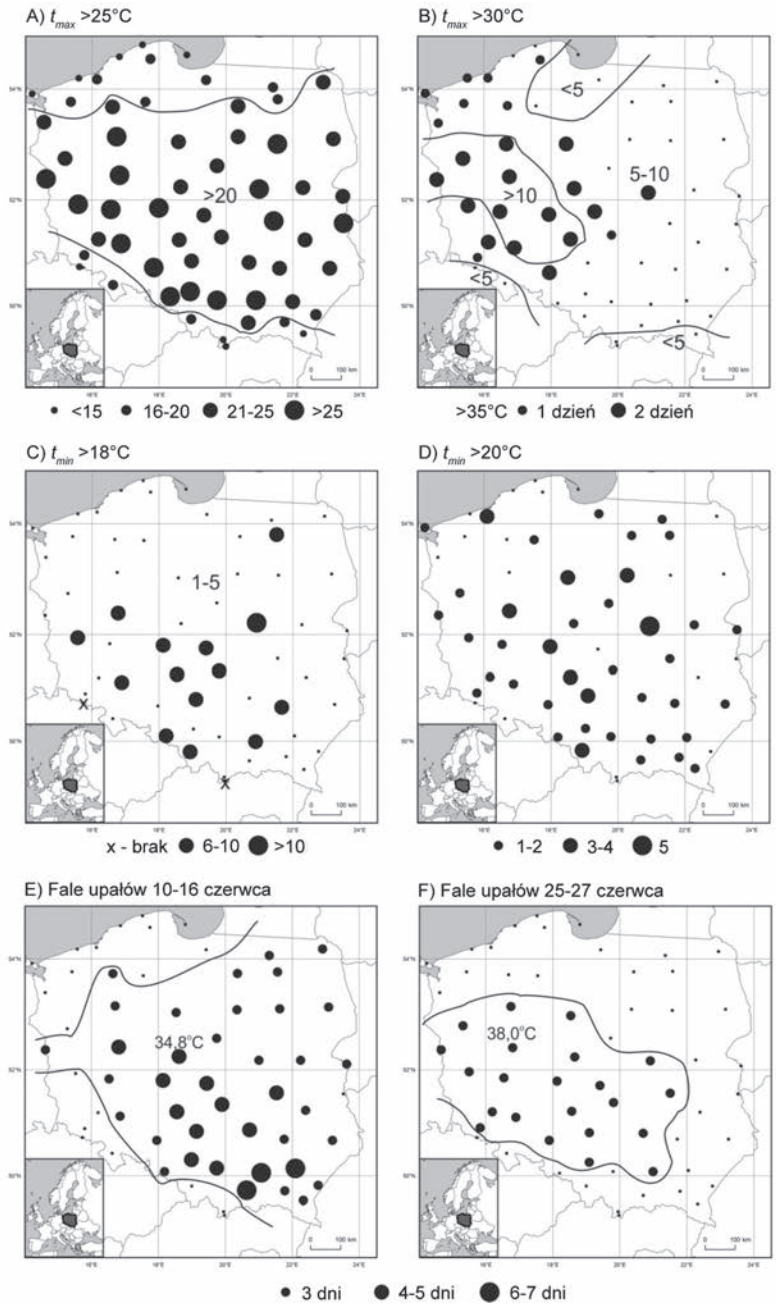
Rys. 3. Przebieg średniej temperatury w czerwcu w Krakowie w latach 1792-2019; linią przerywaną zaznaczono wielokrotności odchylenia standardowego (SD)

Fig. 3. Average air temperature in June for Kraków (1792-2019); multiplied values of standard deviation are marked with a dashed line (SD)

Z analizy materiałów historycznych (np. *Wyjątki*… 1965) dowiadujemy się, że tak duże i długotrwałe nasilenie gorąca w czerwcu zdarzało się w Polsce w wiekach wcześniejszych (Kossowska-Cezak, Twardosz 2017b). Ponieważ zostały one upamiętnienie w kronikach, należy uznać, że pojawiające się wówczas warunki termiczne i ich skutki musiały być wyjątkowe, jak np. w czerwcu 1332: „W tym roku panowały w Polsce tak wielkie upały, że przed dniem św. Jana Chrzciciela [24 czerwca] zboża podochodziły i zupełnie były do użytku zdatne; wody powysychały i rzeki poopuszczały swoje łoża. Starzy ludzie nie pamiętali podobnego gorąca i posuchy, a stąd uważali je za jakieś dziwy".

W celu dokonania charakterystyki termicznej czerwca 2019 r. przedstawiono rozkład przestrzenny liczby dni z t_{max} >25, >30 i >35°C (odpowiednio dni gorące, upalne i bardzo upalne) i t_{min} >18 i >20°C (odpowiednio noce ciepłe i tropikalne) oraz występowanie fal upałów, zdefiniowanych jako ciąg co najmniej 3 dni z t_{max} >30°C (rys. 4). Na przykładzie Warszawy zestawiono liczbę dni z tymi charakterystykami termicznymi na tle ich odpowiednich wartości średnich z wielolecia 1951-2019 (tab. 1). Ponadto pokazano przebieg z dnia na dzień wartości t_{max} >30°C i t_{min} >20°C na tle odpowiednich średnich wartości z każdego dnia (rys. 5).

Na podstawie tych zestawień charakterystyk termicznych widać, że w czerwcu 2019 r. wyjątkowo ciepła pogoda utrzymywała się przez cały miesiąc. Nad większością obszaru Polski przez co najmniej 20 dni miesiąca (rys. 5A) występowały dni z t_{max} >25°C. W Warszawie, podobnie jak w kilku miastach Polski, było ich aż 27, tzn. 3-krotnie więcej niż przeciętnie (tab. 1). W całym kraju, ale z różną częstością, występowały także dni z t_{max} >30°C (rys. 5B): od 1 do 15 dni. Najmniej ich było w Helu nad Zatoką Gdańską, gdzie t_{max} >30°C zdarza się raz na 30 lat, a najwięcej w środkowo-zachodniej Polsce – ponad 10 dni, gdzie występują średnio w 1-2 dniach w miesiącu. Na obszarze zachodniej



Rys. 4. Liczba dni z t_{max} (góra) i t_{min} (środek) o różnej wartości temperatury oraz zasięg i długość fali upałów (dół) w czerwcu 2019 r. na obszarze Polski

Fig. 4. Days with two t_{max} (top) and two t_{min} (middle) and the spatial coverage and the duration of heat waves (bottom) in June 2019 over the territory of Poland

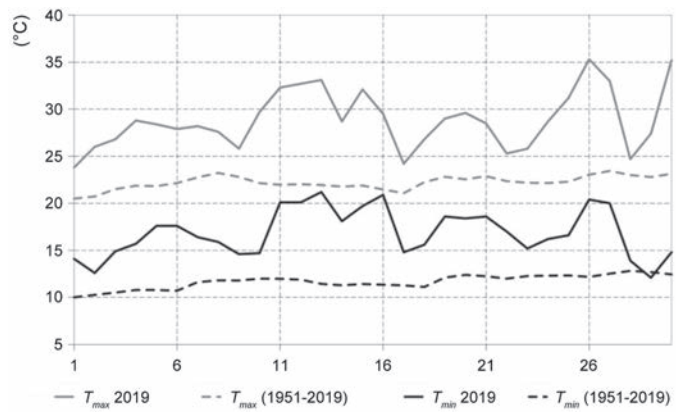
Tabela 1. Liczba dni z t_{max} i t_{min} o różnej wartości w Warszawie, średnie wieloletnie i w roku 2019
Table 1. Number of days with t_{max} and t_{min} of different value in Warsaw; multi-annual average and in 2019

t_{max}	śr. (1951-2019)	2019	t_{min}	śr (1951-2019)	2019
>25°C	8.9	27	>18°C	0.8	11
>30°C	1.1	8	>20°	0.1	5
>35°C	0.04	2			

Polski wystąpiły także po 1-2 dni z t_{max} >35°C. W Warszawie dni z taką temperaturą w czerwcu zdarzyły się tylko 3 w 69-leciu, z czego 2 w 2019 roku.

Nad całym obszarem Polski wystąpiły dni z t_{min} >18°C w liczbie 1-5, z wyjątkiem dwóch stacji wysokogórskich (Śnieżka i Kasprowy Wierch) (rys. 5C). Najwięcej takich dni było w Warszawie – 11; w czerwcu średnio 1 dzień. Na dwóch trzecich stacji pojawiły się dni z t_{min} >20°C (rys. 5D). W Warszawie było ich również najwięcej – 5 spośród 7 występujących w 69-leciu (tab. 1).

W pierwszej i drugiej dekadzie czerwca pojawiły się fale upałów (rys. 4 i 5). Pierwsza z nich, o różnej długości na poszczególnych stacjach (3-7 dni), wystąpiła między 10 a 16 czerwca, obejmując większość obszaru Polski (rys. 4E). Najdłuższe fale upałów wystąpiły w środkowo-południowej Polsce. Druga, 3-dniowa fala upałów z 25-27 czerwca objęła zasięgiem środkowo-zachodnią Polskę. Pojawiły się wtedy rekordowe wartości temperatury do 38°C. (rys. 4F). Wartości temperatury były zatem podobne do tych, jakie wystąpiły w niezwykle gorącym sierpniu 2015 (38,4°C w Legnicy; Sulikowska i in. 2016). Fale upałów były jednak wtedy bardzo długie, bo aż do 31 dni w Słubicach (Wibig 2018).



Rys. 5. Przebieg temperatury maksymalnej i minimalnej w czerwcu 2019 roku w Warszawie na tle średniej 1951-2019
Fig. 5. Maximum (t_{max}) and minimum (t_{min}) air temperatures in Warsaw from 1 till 30 June, 2019 and in the 1951-2019 period

Przebieg temperatury t_{max} i t_{min} w środkowej Polsce pokazany na przykładzie Warszawy (rys. 5) wskazuje, że we wszystkich dniach czerwca 2019 r. wartości te były wyższe od odpowiednich średnich wieloletnich (1951-2019). Podczas fali upałów t_{max} przekraczała do 11°C odpowiednie średnie wieloletnie.

Cyrkulacja atmosferyczna w czerwcu 2019 na Polską

Z dotychczasowych badań wiadomo, że bezpośrednią przyczyną długotrwałego występowania skrajnie wysokiej temperatury powietrza w miesiącach letnich są stacjonarne układy wysokiego ciśnienia, tworzące tzw. sytuacje blokadowe, obejmujące całą grubość troposfery, jak np. w okresach letnich 2003 (np. Fink i in. 2004), 2010 (Schneidereit i in. 2012), czy kwietniu i maju 2018 roku (Tomczyk, Sulikowska 2018; Twardosz 2019). Przy odpowiednim położeniu głównych ośrodków barycznych sterujących wymianą mas powietrznych zwykle dochodzi do napływu gorącego powietrza zwrotnikowego lub polarnego kontynentalnego, jak to się zdarzyło podczas wymienionych wcześniej niezwykle ciepłych miesięcy.

Zestawienie częstości typów cyrkulacji atmosferycznej nad Polską według Lityńskiego (1969) potwierdza dotychczasową wiedzą, że w czerwcu przeważa cyrkulacja o charakterze cyklonalnym, a dni z typami cyrkulacji z sektora północnego NW-NE stanowią średnio prawie połowę w miesiącu (tab. 2). W czerwcu 2019 r. było zdecydowanie odmiennie, tzn. dominowały dni (18) z napływem powietrza w układzie antycyklonalnym (tab. 2), głównie z sektora południowego i kierunku wschodniego. W takich warunkach cyrkulacyjnych zwykle dochodzi do silnego wzrostu temperatury powietrza w całej Polsce, któremu sprzyja także duże usłonecznienie podczas bezchmurnej pogody wyżowej w długie letnie dni. Dodatkowym czynnikiem wzmagającym wzrost temperatury jest wtedy przemieszczanie się powietrza przez barierę orograficzną Karpat i Sudetów, czyli występowanie efektu fenowego. Tak sytuacja zdarzyła się np. w kwietniu 2018, kiedy w rejonach górskich i pogórskich południowo-wschodniej Polski powstały korzystne warunki do silnego wzrostu temperatury powietrza, co znalazło odbicie w rekordowo dużych anomaliach temperatury powietrza, do 6,5°C (Twardosz 2019).

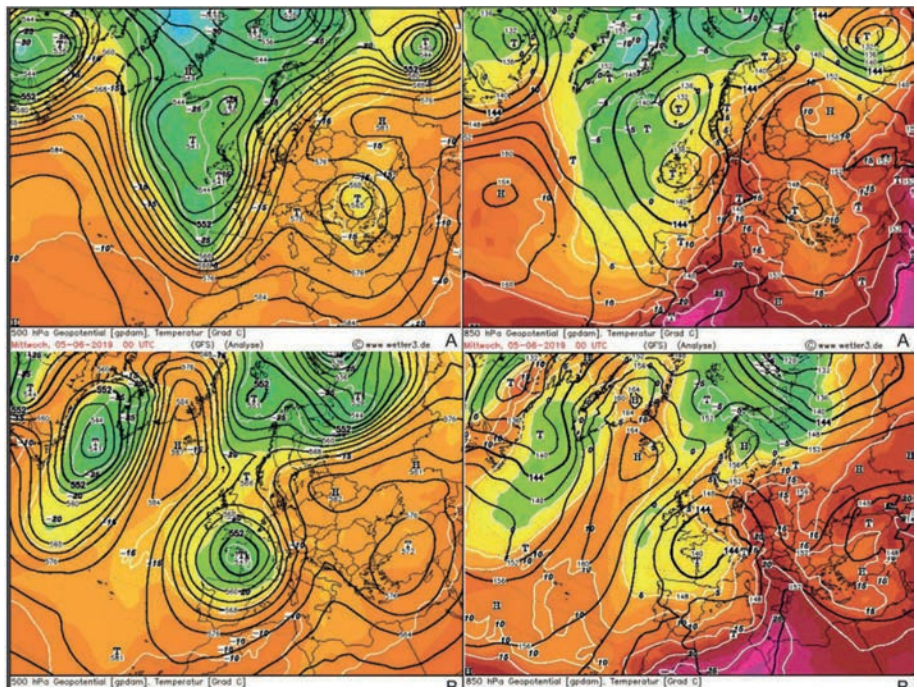
Tabela 2. Liczba dni z typami cyrkulacji nad Polską z poszczególnych kierunków i ze względu na charakter cyrkulacji (według Lityńskiego 1969); C – typy cyklonalne; 0 – typy pośrednie; A – typy antycyklonalne; wartości największe oznaczono boldem

Table 2. The number of days in June with circulation from the individual directions and of a different nature (according to Lityński 1969); C – cyclonic types; 0 –transitional types; A – anticyclonic types; the highest values are in bold

Liczba dni w czerwcu	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	C	0	A
średnia (1948-2019)	**4,8**	**4,8**	2,4	1,8	2,5	3,4	3,2	**4,1**	3,1	**11,8**	10,0	8,2
2019	1	1	**4**	**4**	**6**	**4**	3	3	4	3	9	**18**

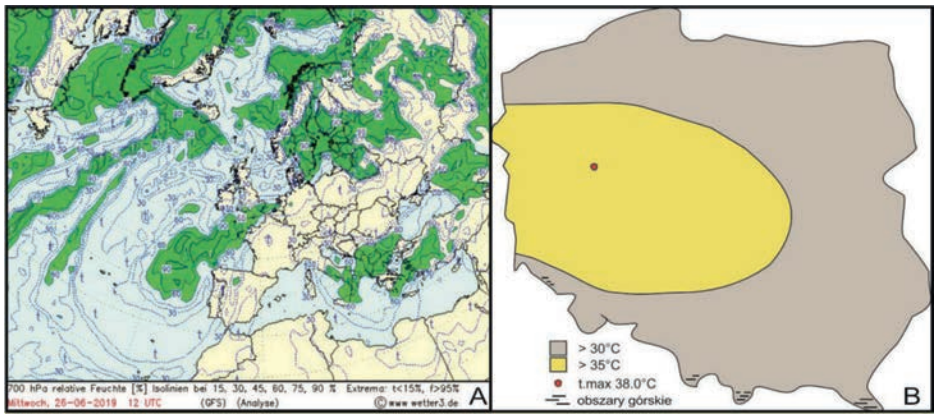
Adwekcja ciepłych mas powietrznych z sektora południowego wyraźnie dominowała nad Polską w dwóch pierwszych dekadach czerwca 2019 roku. Było to uwarunkowane charakterystycznym rozkładem pola barycznego nad Europą: na wschód od Polski znajdował się dobrze rozbudowany i rozległy układ wyżowy, a nad zachodnią Europą i Atlantykiem wieloośrodkowy układ niskiego ciśnienia. Ilustracją tej sytuacji są górne (500 hPa) mapy synoptyczne z wybranych dni – 5 i 12 czerwca (rys. 6). Analiza dolnych i górnych map synoptycznych pokazała, że w połowie pierwszej dekady czerwca obszar Polski znajdował się między dobrze rozbudowanym i rozległym wyżem znad zachodniej Rosji a ośrodkami niżowymi znad zachodniej i północno-zachodniej Europy i związanym z nimi falującym frontem atmosferycznym. Ponadto w górnym polu barycznym na południo-wschód od Polski zaznaczał się układ niżowy, który wpływał na pogodę w Polsce południowo-wschodniej (rys. 6). Na wysokości 850 hPa (ok. 1,5 km), zaznaczyła się wyraźna adwekcja ciepłej i wilgotnej zwrotnikowej masy powietrznej. Na zachodzie Polski temperatura powietrza na wysokości ok. 1,5 km wyniosła 15°C (rys. 6), a przy powierzchni ziemi miejscami osiągnęła już powyżej 30°C.

Kolejny dłuższy okres z intensywnym napływem z południa gorącej zwrotnikowej masy powietrza wystąpił na początku drugiej dekady czerwca. Spowodował on poja-



Rys. 6. Rozkład pola geopotencjału i temperatury powietrza na poziomie izobarycznym 500 hPa i 850 hPa w dniach 5 czerwca (A) i 12 czerwca (B) (wetter3.de)

Fig. 6. Distribution of the geopotential height and air temperature at 500 hPa and 850 hPa on 5 June (A) and 12 June (B) (wetter3.de)



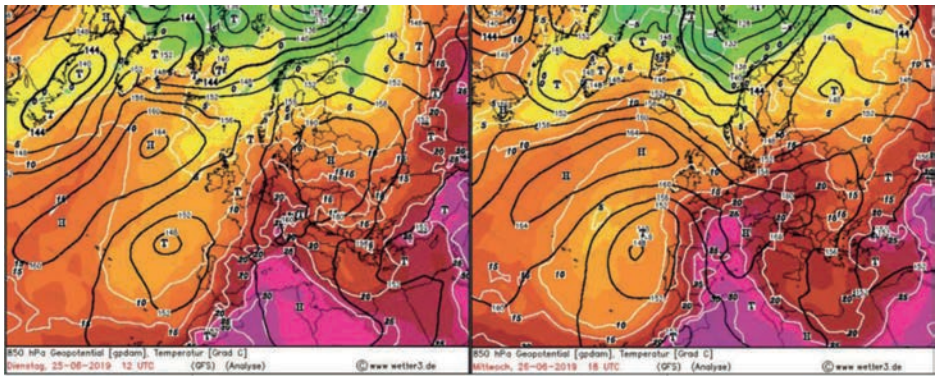
Rys. 7. Rozkład wilgotności względnej powietrza [%] na wysokości 700 hPa (około 3 km – A) i t_{max} powietrza (B) w dniu 26 czerwca (wetter3.de); bez obszarów górskich

Fig. 7. Distribution of relative air humidity [%] at 700 hPa (about 3 km – A) and air t_{max} (B) on 26 June (wetter3.de); except mountain areas

wianie się fali upałów od 3 do 7 dni nad większością obszaru Polski (rys. 4E). W górnym polu barycznym, na wysokości 500 hPa, obszar Polski początkowo znajdował się między wyżem znad zachodniej Rosji a rozległym układem niżowym znad zachodniej Europy. Później nad Polskę sięgnął klin związany z wyżem znad południowej Europy, jedynie zachodnia część Polski przejściowo dostała się pod wpływ górnej zatoki niżowej związanej z układem niżowym znad zachodniej Europy. Na wysokości 850 hPa zaznaczył się napływ gorącego powietrza z południa z temperaturą około 20°C (rys. 6). Na wielu stacjach meteorologicznych temperatura wynosiła wtedy około 34°C.

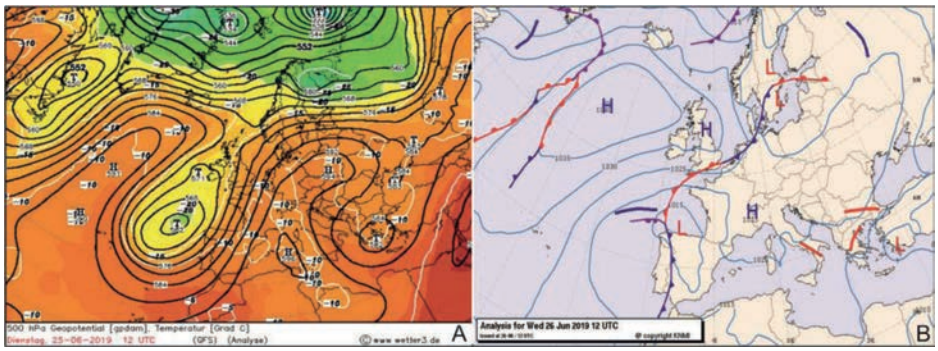
Najcieplejsze dni wystąpiły podczas 3-dniowej fali upałów od 25 do 27 czerwca (rys. 4F) spowodowanej adwekcją bardzo ciepłego powietrza z południo-wschodu i południa. Bardzo mała zawartość pary wodnej i brak zachmurzenia w napływającym powietrzu sprzyjały intensywnemu nagrzewaniu się powietrza od podłoża. Temperatura na dużym obszarze Polski środkowo-zachodniej wynosiła 35-38°C (rys. 7). W pierwszym dniu fali upałów temperatura powietrza na wysokości 850 hPa wynosiła ok. 15°C, a już w następnym miejscami przekroczyła 22°C (rys. 8). W tych dniach w środkowej troposferze (500 hPa) obszar Polski znalazł się pod wpływem klina związanego z wyżem znad północnej Afryki. Na wschodzie i zachodzie Europy zalegały układy niżowe. W dolnej troposferze zaś układ wysokiego ciśnienia przemieszczał się znad Morza Bałtyckiego nad wschodnią Europę. Od popołudnia 26 czerwca Polska zaczęła dostawać się pod wpływ zatoki związanej z niżem znad Skandynawii (rys. 9).

W ostatnich dwóch dniach czerwca nad środkową i zachodnią Europę napłynęła gorąca masa powietrza zwrotnikowego, która sprawiła, że w wielu miejscach, szczególnie na zachodzie Polski, temperatura przekroczyła 35°C (37,8°C w Radzyniu i Krzyżu). 30 czerwca, obszar kraju znalazł się pod wpływem niżu znad Skandynawii, jedynie na południu Polski początkowo zaznaczył się jeszcze wpływ wyżu znad południowej Europy (rys. 10).



Rys. 8. Rozkład pola geopotencjału i temperatury powietrza na poziomie izobarycznym 850 hPa w dniach 25-26 czerwca 2019 r. (wetter3.de)

Fig. 8. Distribution of the geopotential height and air temperature at 850 hPa on 25-26 June 2019 (wetter3.de)

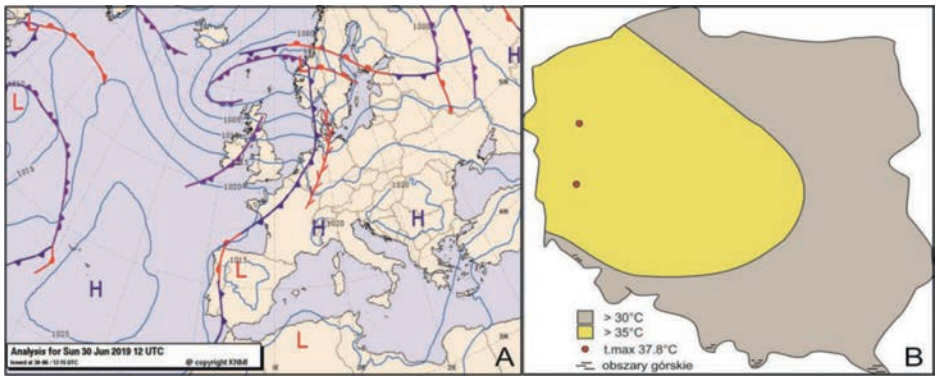


Rys. 9. Rozkład pola geopotencjału i temperatury powietrza na poziomie izobarycznym 500 hPa w dniu 25 czerwca (A) (wetter3.de) i sytuacja synoptyczna nad Europą z 12 UTC w dniu 26 czerwca (B) (knmi.nl)

Fig. 9. Distribution of the geopotential height and air temperature at 500 hPa on 25 June (A) (wetter3.de) and the synoptic situation over Europe at 12 UTC on 26 June (B) (knmi.nl)

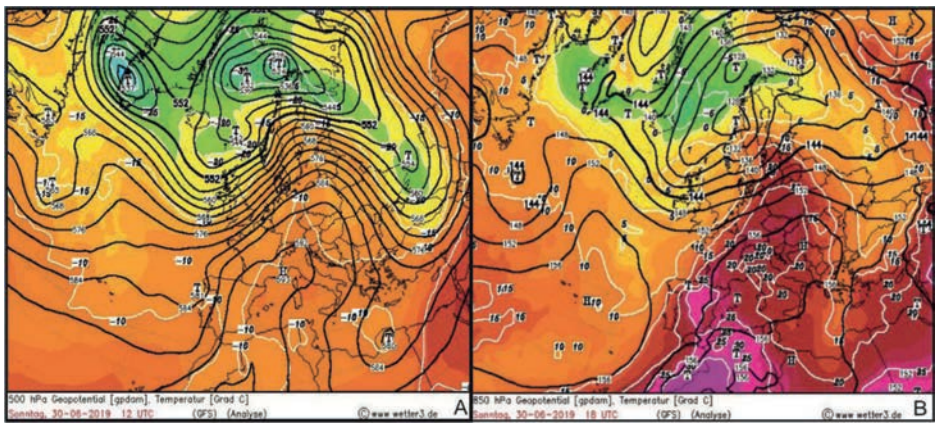
W środkowej troposferze zaznaczył się wtedy dobrze rozbudowany klin wysokiego ciśnienia, rozciągający się od północnej Afryki po Skandynawię. Na zachodzie Polski w pierwszym dniu temperatura powietrza na wysokości 850 hPa osiągała 15°C, a w następnym, kiedy obszar ten znalazł się po zachodniej stronie klina, przekroczyła 20°C (rys. 11).

Od 1 lipca na obszarze środkowej Europy zaczęła dominować adwekcja z zachodu sprowadzająca chłodniejsze powietrze polarne morskie, które zakończyło długotrwałe utrzymywanie się niezwykle wysokiej temperatury powietrza nad Polską.



Rys. 10. Sytuacja synoptyczna nad Europą (A) (knmi.nl) i rozkład temperatury maksymalnej nad Polską (B) w dniu 30 czerwca; bez obszarów górskich

Fig. 10. Synoptic situation over Europe (A) (knmi.nl) and distribution of maximum temperature over Poland (B) on 30 June; except mountain areas



Rys. 11. Rozkład pola geopotencjału i temperatury powietrza w dniu 30 czerwca na poziomie izobarycznym 500 hPa (A) i na 850 hPa (B) (wetter3.de)

Fig. 11. Distribution of the geopotential height and air temperature at 500 hPa (A) and 850 hPa (B) on 30 June (wetter3.de)

Wnioski

W czerwcu 2019 r. nad całym obszarem Polski wystąpiła niezwykle długotrwała ciepła pogoda, podobna do tej w klimacie podzwrotnikowym południowej Europy, a nawet na północnym wybrzeżu Afryki. Średnia temperatura powietrza w najcieplejszym mieście Polski – w Poznaniu wyniosła wtedy tyle co przeciętnie w Tunisie.

Był to najcieplejszy czerwiec w historii pomiarów temperatury powietrza na ziemiach polskich. Uplasował się on na drugiej lub trzeciej pozycji w rankingu miesięcy najcieplejszych od roku 1951, najczęściej po lipcu 2006 r. lub sierpniu 2015 roku.

Na obszarze środkowo-zachodniej Polski anomalie bezwzględne przekroczyły 6°C, a więc były podobne do tych, które wystąpiły w południowo-wschodniej Polsce kwietniu 2018 roku (Twardosz 2019; Tomczyk, Bednorz 2020). Na około dwóch trzecich obszaru Polski anomalie te przekroczyły 4 odchylenia standardowe, a na pozostałym osiągnęły co najmniej 3SD. Były to zatem największe miesięczne anomalie względne, jakie zdarzyły się w Polsce, a nawet i w całej Europie, począwszy od 1951 roku.

W czerwcu 2019 r. wyjątkowo ciepła pogoda utrzymywała się przez cały miesiąc, co znalazło potwierdzenie w dodatnich anomaliach temperatury t_{max} i t_{min} we wszystkich dniach tego miesiąca. Niezwykłe nasilenie gorąca znalazło odbicie nie tylko w dużej częstości dni upalnych (t_{max} >30°C) i nocy ciepłych (t_{min} >18°C), ale przede wszystkich w pojawieniu się dni bardzo upalnych (t_{max} >35°C) i nocy tropikalnych (t_{min} >20°C), które wystąpiły podczas dwóch fal upałów, między 10 a 16 czerwca i 25 a 27 czerwca. Występowanie takich skrajnych wartości temperatury w czerwcu w Polsce należy do rzadkości.

O długotrwałym utrzymywaniu się niezwykle ciepłej pogody w czerwcu 2019 r. zadecydowały zarówno charakter cyrkulacji, jak i kierunek adwekcji mas powietrznych. Wyraźnie przeważały dni z cyrkulacją antycyklonalną, która sprowadzała masy powietrzne z sektora południowego. W takich warunkach cyrkulacyjnych dodatkowym czynnikiem wzmagającym wzrost temperatury jest także duże usłonecznienie podczas bezchmurnej pogody wyżowej w długie letnie dni. Uzyskane wyniki są zgodne z wynikami badań innych autorów, dotyczących cyrkulacyjnych uwarunkowań pogody upalnej.

Podziękowania

Autorzy składają podziękowania Pani dr Krystynie Pianko-Kluczyńskiej z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB za udostępnienie kalendarza typów cyrkulacji.

L i t e r a t u r a

Dole R., Hoerling M., Perlwitz J., Eischeid J., Pegion P., Zhang T., Quan X.W., Xu T., Murray D., 2011, Was there a basis for anticipating the 2010 Russian heat wave?, Geophysical Research Letters, 38 (6), L06702, DOI: 10.1029/2010GL046582

Fink A.H., Brücher T., Krüger A., Leckebusch G.C., Pinto J.G., Ulbrich U., 2004, The 2003 European summer heatwaves and drought – synoptic diagnosis and impacts, Weather, 59 (8), 209-216, DOI: 10.1256/wea.73.04

Hoy A., Hänsel S., Skalak P., Ustrnul Z., Bochníček O., 2016, The extreme European summer of 2015 in a long-term perspective, International Journal of Climatology, 37 (2), 943-962, DOI: 10.1002/joc.4751

IMGW-PIB, 2015a, Biuletyn Monitoringu Klimatu Polski – sierpień 2015, IMGW-PIB, Warszawa

IMGW-PIB, 2015b, Biuletyn PSHM, IMGW-PIB, Warszawa

Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2017a, Anomalie termiczne w Europie (1951-2010), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytet Jagielloński, Kraków, 182 s.

Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2017b, Współczesne anomalie termiczne na historycznych ziemiach polskich, Przegląd Geofizyczny, 1-2, 29-43

Kossowska-Cezak U., Twardosz R., 2019, Wielkoobszarowe anomalie termiczne w Europie (1951-2018), Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytet Jagielloński, Kraków, 80 s.

Krzyżewska A., Dyer J., 2018, The August 2015 mega-heatwave in Poland in the context of past events, Weather, 73 (7), 207-214, DOI: 10.1002/wea.3244

Kyselý J., 2010, Recent severe heat waves in central Europe: how to view them in a long-term prospect?, International Journal of Climatology, 30 (1), 89-109, DOI: 10.1002/joc.1874

Lityński J., 1969, Liczbowa klasyfikacja typów cyrkulacji i typów pogody dla Polski, Prace PIHM, 97, 3-15

Matsueda M., 2011, Predictability of Euro□Russian blocking in summer of 2010, Geophysical Research Letters, 38 (6), L06801, DOI: 10.1029/2010GL046557

Meehl G.A., Tebaldi C., 2004, More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century, Science, 305 (5686), 994-997, DOI: 10.1126/science.1098704

Owczarek M., Filipiak J., 2016, Contemporary changes of thermal conditions in Poland, 1951-2015, Bulletin of Geography. Physical Geography Series, 10, 31-50, DOI: 10.1515/bgeo-2016-0003

Pianko-Kluczyńska K., 2007, Nowy kalendarz typów cyrkulacji atmosfery według J. Lityńskiego, Wiadomości Meteorologii, Hydrologii, Gospodarki Wodnej, I(LI) (4), 65-85

Pociask-Karteczka J., Kundzewicz Z.W., Twardosz R., Rajwa-Kuligiewicz A., 2018, Natural hazards in Poland, [w:] Exploring natural hazards: A case study approach, D. Bartlett, R. Singh (red.), Taylor & Francis Group, 315-343

Schneidereit A., Schubert S., Vargin P., Lunkeit F., Zhu X., Peters D.H.W., Fraedrich K., 2012, Large-scale flow and the long-lasting blocking high over Russia: summer 2010, Monthly Weather Review, 140 (9), 2969-2981, DOI: 10.1175/MWR-D-11-00249.1

Sousa P.M., Barriopedro D., Ramos A.M., García-Herrera R., Espírito-Santo F., Trigo R.M., 2019, Saharan air intrusions as a relevant mechanism for Iberian heatwaves: The record breaking events of August 2018 and June 2019, Weather and Climate Extremes, 26, DOI: 10.1016/j.wace.2019.100224

Sulikowska A., Wypych A., Woszczek I., 2016, Fale upałów latem 2015 roku i ich uwarunkowania cyrkulacyjne, Badania Fizjograficzne. Seria A, Geografia Fizyczna, 7 (A67), 205-223

Tishchenko V.A., Khan V.M., Vil'fand R.M., Roget E., 2013, Studying the development of atmospheric processes associated with blocking and quasistationary anticyclones in the Atlantic European sector, Russian Meteorology and Hydrology, 38 (7), 444-455, DOI: 10.3103/S1068373913070029

Tomczyk A.M., Bednorz E., 2019, Heat waves in Central Europe and tropospheric anomalies of temperature and geopotential heights, International Journal of Climatology, 39 (11), 4189-4205, DOI: 10.1002/joc.6067

Tomczyk A.M., Bednorz E., 2020, The extreme year-analysis of thermal conditions in Poland in 2018, Theoretical and Applied Climatology, 139 (1-2), 251-260, DOI: 10.1007/s00704-019-02968-9

Tomczyk A.M., Sulikowska A., 2018, Heat waves in lowland Germany and their circulation-related conditions, Meteorology and Atmospheric Sciences, 130, 499-515, DOI: 10.1007/s00703-017-0549-2

Twardosz R., 2017, Zmiany częstości anomalii termicznych w Polsce w latach 1951-2015, Polish Journal of Agronomy, 31, 3-10

Twardosz R., 2019, Anomalously warm months in 2018 in Poland in relation to airflow circulation patterns, Weather, 74 (11), 374-382, DOI: 10.1002/wea.3588

Twardosz R., Batko A., 2012, Heat waves in Central Europe (1991-2006), International Journal of Global Warming, 4 (3-4), 261-272, DOI: 10.1504/IJGW.2012.049430

Twardosz R., Kossowska-Cezak U., 2015, Exceptionally hot and cold summers in Europe (1951-2010), Acta Geophysica, 63 (1), 275-300, DOI: 10.2478/s11600-014-0261-2

Wibig J., 2018, Heat waves in Poland in the period 1951-2015: trends, patterns and driving factors, Meteorology Hydrology and Water Management, 6 (1), 37-45, DOI: 10.26491/mhwm/78420

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

Wypych A., Sulikowska A., Ustrnul Z., Czekierda D., 2017, Temporal variability of summer temperature extremes in Poland, Atmosphere, 8 (3), 51, DOI: 10.3390/atmos8030051

Streszczenie

Do największych zagrożeń natury meteorologicznej pojawiających się w ostatnich latach w Polsce należy występowanie długotrwałych warunków silnego gorąca, którym zwykle towarzyszy susza, wywołuje groźne skutki w gospodarce, często o charakterze klęski żywiołowej. W tej pracy skoncentrowano się na charakterystyce termicznej i uwarunkowaniach cyrkulacyjnych w wyjątkowo ciepłym czerwca 2019 r. w Polsce. Podstawę badań stanowiły średnie miesięczne wartości temperatury powietrza oraz codzienne wartości temperatury maksymalnej i minimalnej z 69-lecia 1951-2019 z 60 stacji synoptycznych w Polsce, a także kalendarz typów cyrkulacji Lityńskiego (1969). Wykazano, że czerwiec 2019 roku charakteryzował się największymi anomaliami bezwzględnymi (ponad 6°C), jak i względnymi (ponad 4 odchylenia standardowe), jakie zdarzyły się w Polsce począwszy od 1951 roku. O pojawieniu się skrajnych warunków gorąca zadecydował łączny wpływ czynników adwekcyjnych i radiacyjnych.

Słowa kluczowe: gorący czerwiec 2019, cyrkulacja atmosferyczna, Polska.

Summary

The study looks at the occurrence of prolonged periods of very hot weather, which have recently emerged as one of the most dangerous natural phenomena in Poland. Spells of sweltering weather are typically accompanied by droughts and have been known to seriously affect the economy, often

attaining the scale of a natural catastrophe. This focus of this study is the case of an unusually hot June 2019 in Poland and its related thermal and circulational characteristic. The thermal aspect is analysed using the average monthly air temperatures and the daily maximum and minimum temperatures recorded at the country's 60 synoptical weather stations over the 69-year period spanning 1951 and 2019. The calendar of circulation types by Lityński (1969) was used to assess the circulation conditions. The study concludes that June 2019 was characterised by both the highest absolute anomalies (of more than 6°C) and the highest relative anomalies (more than 4 standard deviations) recorded in Poland since 1951. This extremely hot weather spell was ultimately produced by the combined influence of the advection and radiation effects.

Keywords: Hot June 2019, atmospheric circulation, Poland.