STUDIES IN GEOGRAPHY
PRACE I STUDIA GEOGRAFICZNE

Michał SZAJOR[a], **Małgorzata FALARZ**[b]
[a]Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Przyrodniczych
ORCID: 0009-0000-2795-1373
[b]Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Nauk Przyrodniczych
e-mail: malgorzata.falarz@us.edu.pl
ORCID: 0000-0003-0478-2735

Prace i Studia Geograficzne
ISSN: 0208–4589; ISSN (*online*): 2543–7313
2026, t. 71.1, s. 37–51
DOI: 10.48128/pisg-2026-71.1-03

STANY PARNOŚCI POWIETRZA W KATOWICACH (1966–2024) – TRENDY WIELOLETNIE, ZMIENNOŚĆ, TŁO CYRKULACYJNE I TERMICZNE

Sultriness in Katowice (1966–2024) – long-term trends, variability, circulation and thermal background

Abstract: The study addresses the issue of sultriness in Katowice. The aim of the article is to examine the long-term variability of sultry weather, to determine the annual and daily distribution of sultriness, and to present a detailed description of the circulation and thermal background of this phenomenon. The analysis was performed on the basis of data for the period 1966–2024 from eight measurement terms per day for the IMGW-PIB station in Katowice-Muchowiec. The Scharlau criterion was used to determine sultry conditions. The most important results of the study are as follows: (**1**) sultriness occurred in the studied period from May to October; (**2**) statistically significant positive trends in the number of days and number of cases with sultry weather were found, as well as a clear increase in the number and duration of at least 24-hour sultriness sequences; (**3**) the occurrence of sultry days is primarily favored by the inflow of tropical air and the persistence of cyclonic synoptic situations; sultriness does not occur with the advection of arctic air over southern Poland.

Wpłynęło: 01.12.2025
Zaakceptowano: 02.03.2026

Zalecany sposób cytowania / Cite as: Szajor M., Falarz M., 2026, Stany parności powietrza w Katowicach (1966–2024) – trendy wieloletnie, zmienność, tło cyrkulacyjne i termiczne, *Prace i Studia Geograficzne*, 71.1, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 37–51, DOI: 10.48128/pisg-2026-71.1-03.

© Copyright by Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego & Autorzy

Artykuł opublikowany przez Paradigm i objęty licencją Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

Key words: sultriness, Scharlau criterion, climate changes, long-term variability, atmospheric circulation, air temperature, Katowice

WPROWADZENIE

Parność powietrza można zdefiniować jako subiektywne odczucie dyskomfortu fizjologicznego spowodowane nadmierną ilością pary wodnej zawartej w powietrzu (Niedźwiedź 2003). Duża zawartość pary wodnej, zwłaszcza w połączeniu z wysoką temperaturą, oddziałuje niekorzystnie na układ termoregulacyjny człowieka, ograniczając i spowalniając proces parowania potu z powierzchni ciała. Stan parności jest zatem szczególnie uciążliwy dla osób z chorobami układów oddechowego i krążenia (Kozłowska-Szczęsna i in. 1997). Ponadto negatywny wpływ pogody parnej na samopoczucie wzrasta wraz z wydłużaniem się okresu jej występowania (Falarz 2005; Kuchcik i in. 2013).

Choć słownikowa definicja parności wydaje się bardzo prosta i zrozumiała, pewnych trudności przysporzyć może ustalenie jednoznacznej granicy tego zjawiska. Powyższe zagadnienie stanowiło obiekt zainteresowań wielu badaczy, takich jak: A. Lancaster, G. Castens, K. Scharlau i W.-W. Spangenberg (Wereski, Wereski 2012). Współcześnie funkcjonuje co najmniej kilka metod wyznaczania stanów parności, z czego najpowszechniejszą w polskiej literaturze klimatologicznej (przyjętą także i w tej pracy) jest kryterium Scharlau'a (1943). Rolę wskaźnika pełni tutaj prężność pary wodnej (**e**), a granicę parności wyznacza osiągnięcie lub przekroczenie 18,8 hPa (za: Kruczko 1962). Jako wyznaczniki pogody parnej służyć mogą również temperatura ekwiwalentna (**Te**) przekraczająca 56°C (Flach 1981) oraz wskaźnik niedosytu fizjologicznego (**D**), którego wartość mniejsza niż 45 hPa świadczy o występowaniu stanu parności powietrza (Tyczka 1959). Wśród najistotniejszych kryteriów należy jeszcze wymienić wskaźnik stresu cieplnego (**HSI**). Gdy przyjmuje on wartości od 30 do 70%, uczucie parności jest szczególnie uciążliwe dla starszych i dzieci, natomiast przy HSI przekraczającym 70% wszystkie osoby odczuwają bardzo silny stres termiczno-wilgotnościowy (Błażejczyk 2004). Wspomniane tutaj metody wyznaczania stanów parności zostały opisane i porównane przez S. Wereskiego i S. Wereskiego (2012) na podstawie danych meteorologicznych z Leska z okresu trzydziestolecia 1981–2010. Autorzy wykazali, że wyniki badań mogą wyraźnie różnić się w zależności od tego, którą metodę zastosowano.

Tematyka parności powietrza była podejmowana w wielu publikacjach z zakresu bioklimatologii zarówno w literaturze polskiej, jak i zagranicznej. W Polsce pierwsze prace o tej tematyce powstały w latach 60. XX w. (Baranowska 1960, 1965; Kruczko 1962; Chełchowski 1965). Na szczególną uwagę spośród tych opracowań zasługuje praca Z. Kruczko (1962), która obok standardowych analiz dokonała zestawienia liczby dni parnych w Lublinie z wielkością zachmurzenia, rodzajami chmur, kierunkami wiatru i warunkami cyrkulacyjnymi. W późniejszym czasie badania nad rozkładem przestrzennym liczby dni z pogodą parną na obszarze Polski prowadzili m.in. B. Krawczyk (1988), M. Falarz (2005) oraz M. Kuchcik i in. (2013). Autorzy jednomyślnie wskazali, iż największą częstością występowania pogody parnej odznacza się południowo-wschodnia część kraju, z wyjątkiem obszarów górskich. Ponadto, jak ustaliła M. Falarz (2005), średnia roczna liczba dni z pogodą parną rośnie na obszarze Polski w miarę przesuwania się z północnego zachodu na południowy wschód. Oznacza to, że najlepsze pod względem parności powietrza warunki bioklimatyczne panują w północnej i zachodniej Polsce.

Zagadnienie parności wielokrotnie rozpatrywano również w kontekście lokalnym, analizując wieloletnią zmienność oraz roczny i dobowy przebieg stanów parności w wybranych polskich miastach, takich jak Wrocław (Baranowska 1960), Warszawa (Baranowska 1965), Lublin (Kruczko 1962; Bartoszek, Węgrzyn 2013), Kraków (Falarz 2005; Wypych 2007), Bydgoszcz (Więcław, Okoniewska 2015) czy Gorzów (Soroka 2024). W pracach tych wykazano, że dni parne występują jedynie w ciepłej porze roku (tj. od maja do października), z zaznaczającym się maksimum w lipcu. W przebiegu dobowym stan parności pojawia się znacznie częściej w godzinach dziennych niż nocnych, a najwięcej takich zdarzeń przypada na drugą połowę dnia. Warto podkreślić, iż w części opracowań stwierdzono także tendencję zwiększania się liczby dni parnych (Falarz 2005; Bartoszek, Węgrzyn 2013).

Zależności między częstością występowania stanów parności a rodzajem pokrycia terenu badał z kolei G. Żarnowiecki (2003). Obserwacje prowadzone na terenie Kielc wykazały, że pogoda parna występuje najczęściej w obszarach o zwartej zabudowie z podłożem betonowym lub asfaltowym oraz w pobliżu zbiorników wodnych. Natomiast w miejscach przewiewnych, a także porośniętych bujną roślinnością stany parności pojawiają się stosunkowo rzadko.

Poza Polską badania nad parnością powietrza prowadzono między innymi w Stanach Zjednoczonych Ameryki (Steadman 1979; Schoen 2005), Chinach (Shi i in. 2011), Grecji (Matzarakis, Mayer 1997), Izraelu (Saaroni, Ziv 2003) oraz Iranie (Mahmoudi i in. 2014, 2019; Ghaedi 2018). R.G. Steadman (1979) na podstawie badań odzieży potrzebnej do osiągnięcia komfortu termicznego oraz fizjologicznych właściwości pocącej się skóry, ocenił uciążliwość parności podczas lata w dwóch typach klimatu: ciepłym-wilgotnym oraz gorącym-suchym. C. Schoen (2005) opracował nowy empiryczny model indeksu termiczno-wilgotnościowego **THI** (*Temperature-Humidity Index*), który umożliwia wyznaczenie temperatury pozornej oraz rozpoznanie sytuacji z pogodą parną przy wykorzystaniu trzech zmiennych: temperatury powietrza, wilgotności względnej i temperatury punktu rosy. X. Shi i in. (2011), badając występowanie parności na obszarze Chin, ustalili, że zjawisko to wykazuje znaczne zróżnicowanie przestrzenne oraz zmienność czasową. W ciągu roku najwięcej dni parnych notuje się w południowo-wschodnich Chinach, natomiast najmniej w zachodniej części tego kraju. Stacje zlokalizowane na południowym wschodzie charakteryzują się dodatkowo największą zmiennością rocznej liczby dni parnych. W przebiegu wieloletnim liczby dni z pogodą parną autorzy zaobserwowali trendy dodatnie w północnych oraz trendy ujemne w południowych regionach kraju. P. Mahmoudi i in. (2014), w klasyfikacji przestrzennej dni parnych w południowej części Iranu na podstawie kryterium Scharlau'a, stwierdzili, że najwięcej takich dni przypada na czerwiec i lipiec, a najmniej na styczeń. W południowo-wschodnim Iranie obserwuje się więcej dni parnych niż na południowym zachodzie kraju. P. Mahmoudi i in. (2019) dokonali również oceny porównawczej pięciu wskaźników służących do wyznaczania stanów parności powietrza i uznali, że najlepszym z nich jest kryterium Scharlau'a, ponieważ charakteryzuje się dużą wiarygodnością, przejrzystością interpretacyjną, łatwością zastosowania oraz wysoką precyzją.

Celem niniejszej pracy jest zbadanie wieloletniej zmienności występowania pogody parnej w Katowicach w długim okresie (59 lat), poznanie rocznego i dobowego rozkładu stanów parności, jak również szczegółowe przedstawienie cyrkulacyjnego i termicznego tła tego zjawiska. Na uwagę zasługuje fakt, iż w Polsce nie powstało dotychczas zbyt wiele opracowań opisujących w sposób wyczerpujący kwestię powiązań parności z rodzajami mas powietrza i typami cyrkulacji atmosfery. Zdecydowana większość badaczy koncentrowała się na wspomnianych wcześniej charakterystykach, takich jak zmienność wieloletnia czy przebieg roczny i dobowy. Wzięcie pod uwagę długiego okresu badań da możliwość wyciągnięcia wniosków na temat zmian warunków wilgotnościowych w sześciu ostatnich dekadach. Badania tak długich okresów były jak dotąd podejmowane niezwykle rzadko, są zaś szczególnie ważne w obliczu globalnych zmian klimatu (IPCC 2021, 2023).

DANE I METODY BADAŃ

W opracowaniu wykorzystano dane terminowe z całego roku dotyczące prężności pary wodnej i temperatury powietrza z okresu 59-lecia 1966–2024. Pochodzą one z ośmiu terminów pomiarowych na dobę (tj. 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 UTC), ze stacji meteorologicznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB) w Katowicach-Muchowcu. Stacja ta znajduje się w południowej Polsce, na Wyżynie Śląskiej, a jej dokładną lokalizację określają współrzędne geograficzne: $\varphi = 50°14'26"$N, $\lambda = 19°01'58"$E oraz wy-

sokość 278 m n.p.m. Dane zaczerpnięto z bazy danych meteorologicznych udostępnionych przez IMGW-PIB (2025)[1].

Dane meteorologiczne były kompletne. Kontrola poprawności danych spowodowała tylko jedną wątpliwość – 16 sierpnia 1974 r. o godzinie 18:00 UTC ciśnienie pary wodnej osiągnęło 30,8 hPa. Jest to wartość znacznie przewyższająca pozostałe ekstremalnie wysokie wartości prężności pary wodnej zanotowane w badanym okresie. Druga w kolejności wielkości najwyższa wartość wyniosła 27,0 hPa (6 lipca 1999 r.). Wobec tak dużej różnicy przeanalizowano sytuację baryczną z 16 sierpnia 1974 r. i porównano wartość ciśnienia pary wodnej z wartościami zanotowanymi tego dnia na innych stacjach meteorologicznych. W Raciborzu prężność pary wodnej była wyższa niż w Katowicach i wynosiła 31,1 hPa. W Częstochowie najwyższa prężność pary wodnej wyniosła tego dnia 25,2 hPa, a w Krakowie 22,8 hPa. Po gruntownej analizie danych opisujących prężność pary wodnej i map barycznych stwierdzono, że ciśnienie pary wodnej zostało poprawnie zmierzone, a incydent wynikał z wyjątkowej sytuacji synoptycznej w dniach 15–17 sierpnia 1974 r.[2].

Jak wspomniano, do wyznaczenia stanów parności zastosowano kryterium niemieckiego biometeorologa K. Scharlau'a (1943), według którego zjawisko parności określane jest za pomocą ciśnienia pary wodnej zawartej w powietrzu, gdy jego wartość osiąga lub przekracza 18,8 hPa, tj. –14,08 mm Hg (za: Kruczko 1962). Na podstawie wykresu przedstawiającego prężność pary wodnej o wartości granicznej (18,8 hPa) jako funkcję temperatury i wilgotności względnej powietrza, w literaturze spotykanego pod nazwą *Lancaster-Castens sultriness curve* (Mahmoudi i in. 2019), przyjęto, że parność nie może wystąpić przy temperaturze powietrza wynoszącej mniej niż 16,6°C (Falarz 2005; Mahmoudi i in. 2019), co wynika z zależności:

$$\mathbf{e = f \cdot E_W/100}$$

gdzie: **e** – aktualna prężność pary wodnej w hPa; **f** – wilgotność względna powietrza w %;
$\mathbf{E_W}$ – maksymalna prężność pary wodnej w hPa w danej temperaturze powietrza

Za dzień parny – zgodnie z kryterium Scharlau'a – uznano każdy dzień, w którym przynajmniej w jednym terminie obserwacyjnym ciśnienie pary wodnej osiągnęło lub przekroczyło wspomniany próg.

Wobec uwzględnienia wyłącznie 8 terminów pomiarowych na dobę założono, że pomiędzy sąsiednimi terminami prężność pary wodnej zmieniała się liniowo. Oczywiście istnieje w tej sytuacji niebezpieczeństwo pominięcia niektórych przypadków z parnością, jednakże autorzy byli ograniczeni dostępnością danych opublikowanych w bazie IMGW-PIB.

W celu zbadania wieloletniej zmienności występowania stanów parności pogody obliczono miesięczną i roczną liczbę przypadków oraz liczbę dni z pogodą parną, a także roczne maksima prężności pary wodnej w latach 1966–2024. Dodatkowo zbadano rozkład dobowy występowania sytuacji z powietrzem parnym i wartości maksymalne prężności pary wodnej w poszczególnych terminach doby. Przeanalizowano trendy wieloletnie wartości rocznych i określono ich istotność statystyczną za pomocą testów: parametrycznego, t-Studenta i nieparametrycznego, Mann-Kendalla. Do wygładzenia przebiegów wieloletnich serii zastosowano 5-letnią średnią ruchomą. Wyznaczono także liczbę ciągów i czas trwania parności nieprzerwanie przez co najmniej 24 godziny.

W pracy wykorzystano *Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej* autorstwa T. Niedźwiedzia (2025), który stanowi zbiór danych odnoszących się do typów cyrkulacji, mas powietrza i frontów atmosferycznych dla każdego dnia w latach 1871–2025. Na jego podstawie obliczono prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z pogodą parną dla różnych mas powietrza

[1] Zob. https://danepubliczne.imgw.pl (dostęp: 19.03.2025).

[2] Szczegółowy opis sytuacji barycznej w tym dniu wraz z mapą ciśnienia znajduje się w rozdziale *Wyniki badań*.

i typów cyrkulacji. Prawdopodobieństwo warunkowe określono z pomocą metody zaproponowanej przez R. Twardosza i T. Niedźwiedzia (2001) jako wyrażony w procentach iloraz liczby dni parnych przy danej masie powietrza / typie cyrkulacji oraz całkowitej liczby dni z występowaniem tej masy powietrza/typu cyrkulacji w okresie roku, w którym w Katowicach obserwowano pogodę parną w badanym wieloleciu (maj–październik).

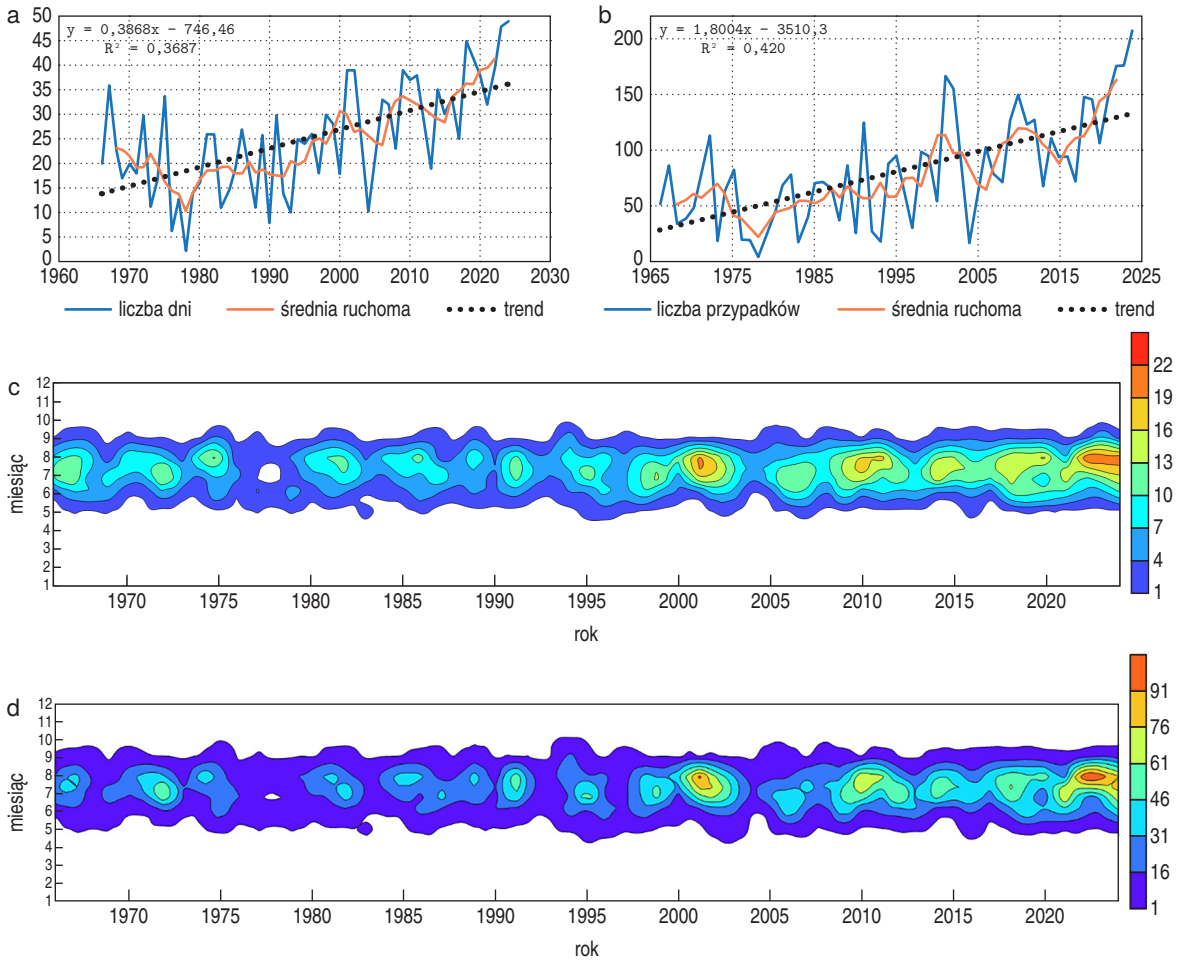
Ostatnią część analizy poświęcono przedstawieniu termicznego tła parności w Katowicach. Utworzono histogram ukazujący rozkład przypadków z pogodą parną dla dwustopniowych klas temperatury powietrza. Ze względu na szczególną uciążliwość dni parnych z wysoką temperaturą obliczono również odsetek sytuacji z parnością w dniach gorących i upalnych.

WYNIKI BADAŃ

W badanym okresie pogoda parna w Katowicach była obserwowana wyłącznie od maja do października. W miesiącach od listopada do kwietnia nie zanotowano ani jednego przypadku spełniającego przyjęte kryterium parności. Średnia roczna liczba dni parnych w Katowicach, wyznaczona dla rozpatrywanego 59-lecia, wynosi 25, a liczba przypadków 82. Przeciętnie w ciągu jednego dnia parnego parność występowała w około trzech terminach obserwacyjnych. W przebiegu wieloletnim (1966–2024) liczby dni i liczby przypadków z parnością zaznaczają się wyraźne dodatnie trendy; obydwa są istotne statystycznie na poziomie istotności 0,05 zarówno w teście t-Studenta, jak i w teście Mann-Kendalla (ryc. 1a, 1b). Współczynnik determinacji wynosi około 0,4 i jest większy dla liczby przypadków (0,42). Liczba dni parnych wzrasta średnio o 3,9 na 10 lat, a liczba przypadków o 18 na 10 lat. Najniższa liczba dni parnych wystąpiła w roku 1978 (2 dni, 5 przypadków), najwyższa zaś w ostatnim analizowanym roku (2024; 49 dni, 207 przypadków). W przebiegu wieloletnim zaznacza się okres szczególnie niskiej częstości występowania dni i przypadków z parnością w drugiej połowie lat siedemdziesiątych XX w. Od 2015 r. obserwuje się bardzo szybki wzrost liczby przypadków z pogodą parną. Po roku 2000 roczna liczba dni z pogodą parną nie spada poniżej 10. Na diagramach przedstawiających przebieg zjawisk parności w miesiącach i latach widać również wyraźne zwiększanie się wartości od początku XXI w. (ryc. 1c, 1d). W tym okresie po raz pierwszy pojawiają się miesięczne wartości liczby dni parnych przekraczające 50% dni w miesiącu i miesięczne wartości liczby przypadków z parnością przekraczające 60.

Maksymalne roczne wartości prężności pary wodnej w okresie 1966–2024 w Katowicach cechują się niewielkim trendem dodatnim (ryc. 2a). Trend ten wykazuje istotność statystyczną w teście nieparametrycznym ($p = 0{,}0252$) i brak istotności w teście t-Studenta ($p = 0{,}0909$). Współczynnik determinacji jest bardzo niski (0,05). Średni wzrost wartości wynosi 0,2 hPa na 10 lat. Najwyższa wartość przypadła na rok 1974. 16 sierpnia tegoż roku o godzinie 18:00 UTC zanotowano 30,8 hPa. Najniższe maksimum roczne zaobserwowano w roku 1993 (20,3 hPa). Podobnie jak w przypadku liczby dni z pogodą parną, w drugiej połowie lat 1970. nastąpił znaczący spadek wartości maksymalnych prężności pary wodnej.

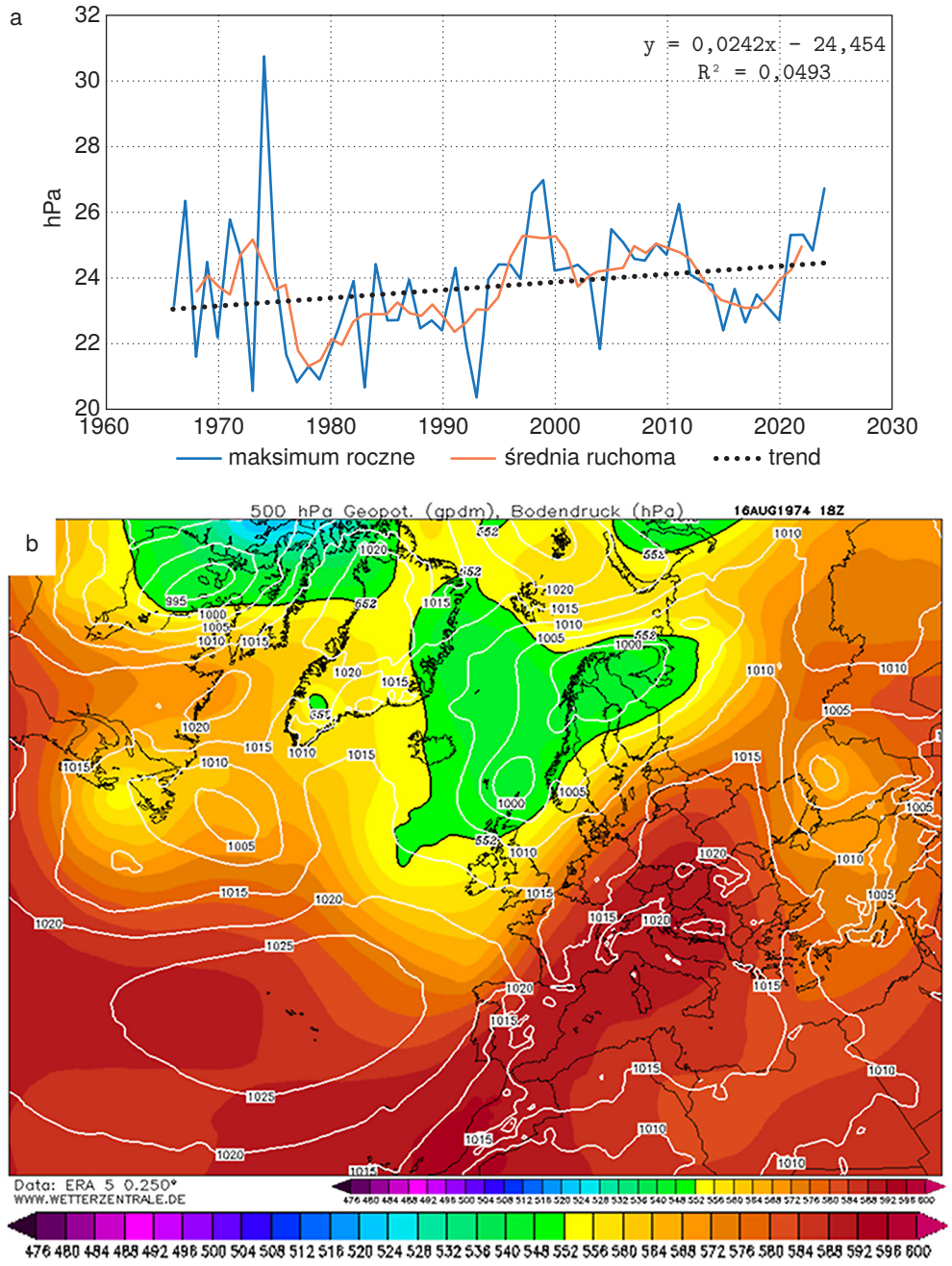
W dniach 15–17 sierpnia 1974 r. Polska była pod wpływem wyjątkowej sytuacji barycznej. Nad południową częścią kraju obserwowano bezchmurny wyż oraz silną adwekcję ciepłego powietrza polarno-morskiego (PPmc) i powietrza zwrotnikowego (PZ) z południowego zachodu (ryc. 2b). Spowodowało to wyjątkowo wysokie wartości prężności pary wodnej 16 sierpnia na Górnym Śląsku. W godzinach popołudniowych tego dnia przy bezchmurnym niebie w warstwie przyziemnej wilgotność względna wzrosła do 81% o godzinie 18:00 UTC. Jednocześnie spadek temperatury był stosunkowo wolny, gdyż trwała silna adwekcja powietrza zwrotnikowego z południowego zachodu i o 18:00 UTC było jeszcze 28,1°C.



Ryc. **1**. Zmienność z roku na rok (**a**, **b**) oraz w latach i miesiącach (**c**, **d**) liczby dni (**a**, **c**) i liczby przypadków (**b**, **d**) z pogodą parną w latach 1966–2024
Źródło: opracowanie własne.

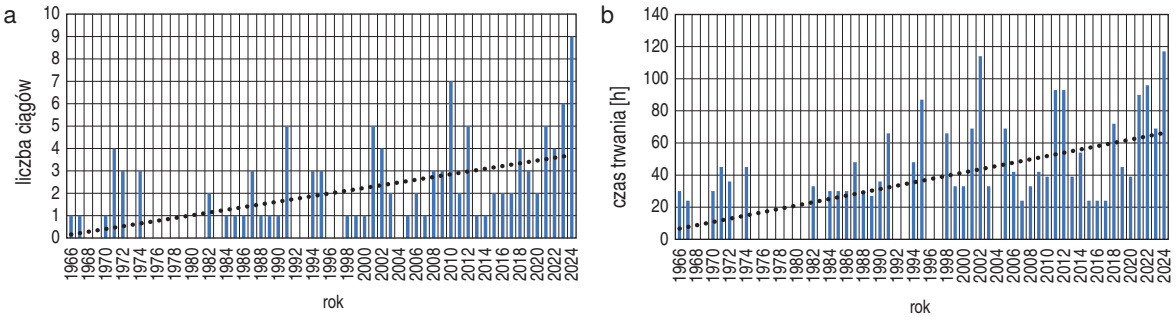
Fig. **1**. Year to year variability (**a**, **b**) and across years and months (**c**, **d**) in the number of days (**a**, **c**) and the number of cases (**b**, **d**) with sultry weather in the years 1966–2024
Source: own elaboration.

W okresie badań notuje się wzrastającą liczbę ciągów parności trwającej co najmniej 24 godziny (ryc. 3a). Od roku 2005 parność trwającą nieprzerwanie przez 24 godziny obserwuje się we wszystkich latach. W siedmioleciu 1975–1981 nie zdarzył się ani jeden ciąg 24-godzinnej parności. Najwięcej takich ciągów wystąpiło w 2024 r. (9); po trzy ciągi w czerwcu, lipcu i sierpniu. Duża liczba ciągów 24-godzinnej parności nie zawsze przekłada się na czas trwania tych ciągów liczony w godzinach (ryc. 3b). W 2002 r. wystąpiły tylko cztery ciągi dni z parnością, natomiast najdłuższy z nich trwał nieprzerwanie przez 114 godzin: od godziny 09:00 UTC 13 lipca do 00:00 UTC 18 lipca. Dłuższy od tego ciągu był jedynie ciąg z roku 2024, który trwał 117 godzin (ryc. 4). Pogoda parna rozpoczęła się o godzinie 06:00 UTC 9 lipca i trwała nieprzerwanie aż do godziny 00:00 UTC 14 lipca (prawie 5 dób). Maksimum prężności pary wodnej wyniosło w tym okresie 26,7 hPa, a temperatura powietrza w czterech pomiarach przekroczyła 30°C. Nad Polskę napływało w większości tego okresu powietrze zwrotnikowe.

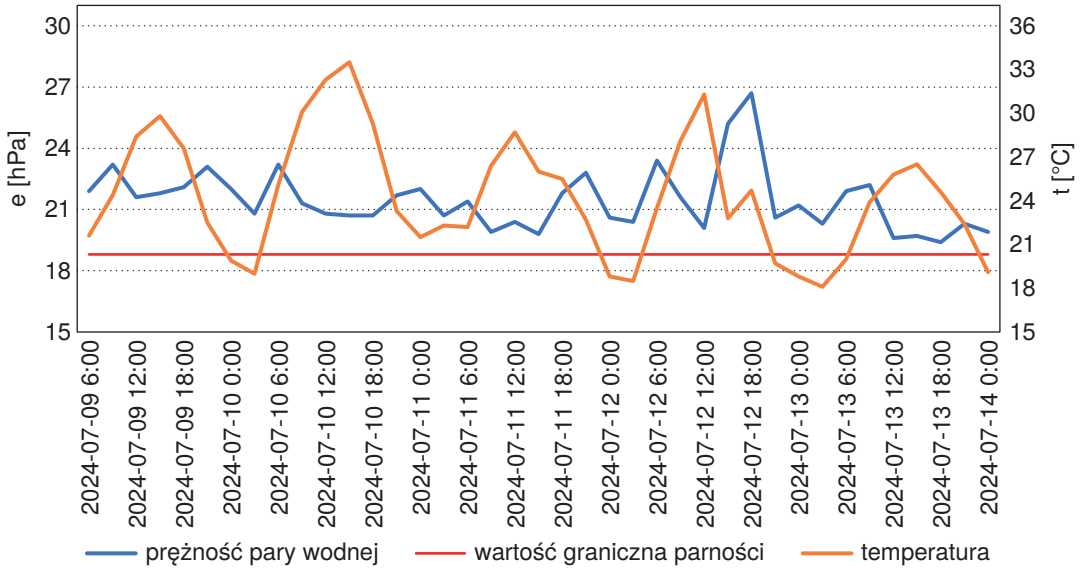


Ryc. **2**. Roczne maksima prężności pary wodnej w latach 1966–2024 (**a**);
sytuacja baryczna z dnia o najwyższej wartości prężności pary wodnej (30,8 hPa; 16 sierpnia 1974 r.) (**b**);
białe izolinie przedstawiają wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza; skala kolorów obrazuje wartości geopotencjału (m) dla poziomu ciśnienia 500 hPa
Źródła: opracowanie własne (**a**); www.wetterzentrale.de (**b**).

Fig. **2**. Annual maxima of water vapour pressure in the years 1966–2024 (**a**);
pressure situation on the day with the highest value of water vapour pressure (30.8 hPa; 16 August, 1974) (**b**);
white isolines represent atmospheric pressure values at the sea level; the color scale shows the geopotential values (m) for a pressure level of 500 hPa
Sources: own elaboration (**a**); www.wetterzentrale.de (**b**).



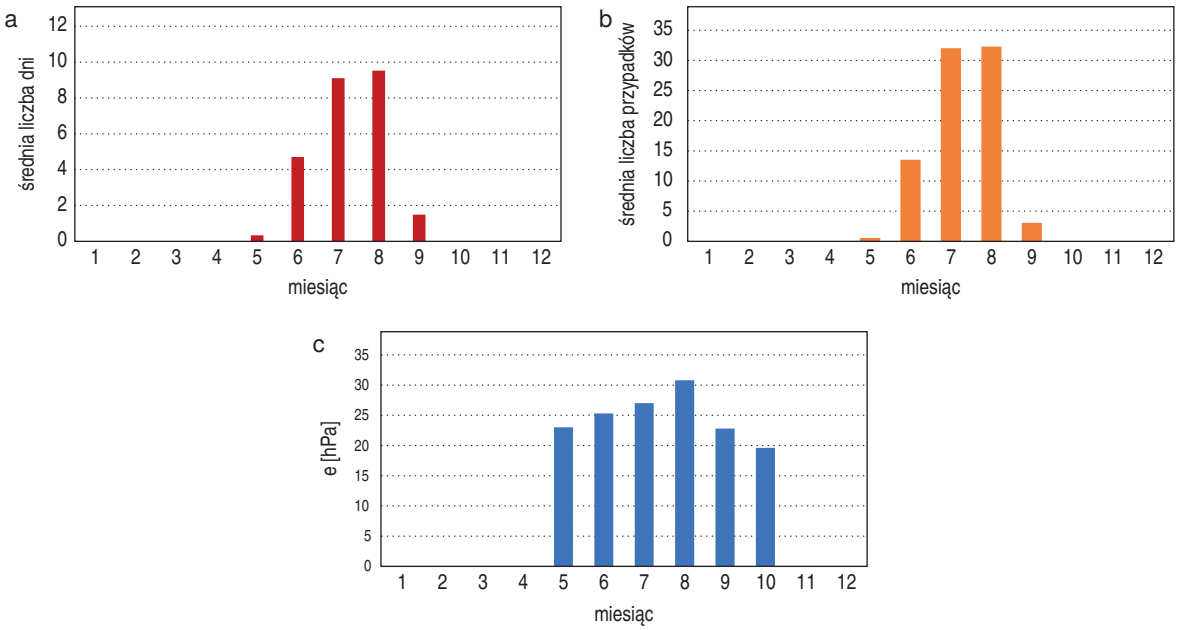
Ryc. 3. Ciągi dni z parnością trwającą co najmniej 24 godziny:
(**a**) roczna liczba ciągów, (**b**) czas trwania (w godzinach) najdłuższego w roku ciągu (1966–2024)
Źródło: opracowanie własne.
Fig. 3. Sequences of days with sultriness lasting at least 24 hours:
(**a**) annual number of sequences, (**b**) duration (in hours) of the longest sequence in the year (1966–2024)
Source: own elaboration.



Ryc. 4. Prężność pary wodnej i temperatura powietrza od godziny 06:00 UTC 9 lipca do godziny 00:00 UTC 14 lipca 2024 r.
Źródło: opracowanie własne.
Fig. 4. Water vapour pressure and air temperature from 06:00 UTC on July 9 to 12:00 UTC on July 14, 2024
Source: own elaboration.

W przebiegu rocznym pogoda parna w Katowicach występuje wyłącznie od maja do października (ryc. 5). Najbardziej niekorzystnym miesiącem pod względem parności powietrza jest sierpień. Odznacza się on najwyższą średnią wieloletnią liczbą dni (9,5) oraz liczbą przypadków (32,3) z pogodą parną w ciągu roku (ryc. 5a, 5b). W miesiącu tym stwierdzono także najwyższą wartość prężności pary wodnej w całym badanym wieloleciu (30,8 hPa). Nieco mniejszą częstością występowania parności charakteryzuje się lipiec, w którym w latach 1966–2024 notowano przeciętnie 9,1 dni parnych oraz 32,0 sytuacje z pogodą parną. Maksymalna wartość ciśnienia pary wodnej zmierzona w lipcu wyniosła 27,0 hPa – był to drugi co do wielkości wynik w analizowanym okresie. W czerwcu parność

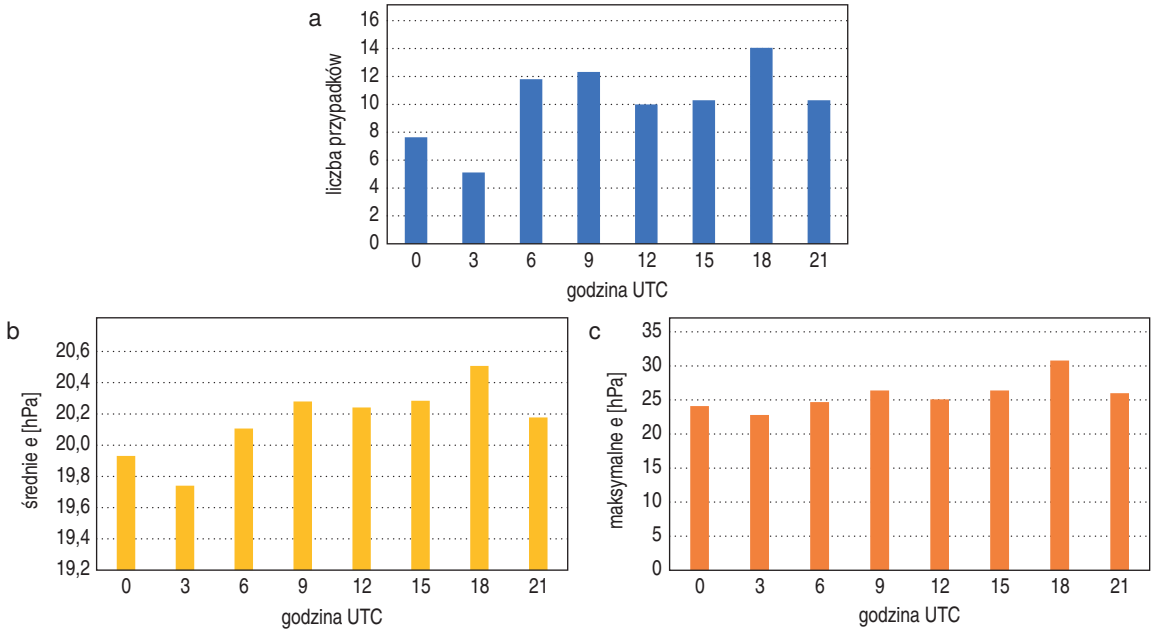
powietrza zdarza się umiarkowanie często (średnio 5 dni oraz 14 przypadków na rok). Zdecydowanie rzadziej zjawisko to występuje we wrześniu oraz maju (średnio poniżej 2 dni oraz 4 przypadków rocznie). Natomiast w październiku podczas 59 lat objętych badaniem zdarzył się tylko jeden przypadek spełniający kryteria pogody parnej. Analizując maksymalne wartości ciśnienia cząstkowego pary wodnej w poszczególnych miesiącach, stwierdzono ich stopniowy wzrost od maja (23 hPa) do sierpnia (30,8 hPa), a następnie wyraźny spadek do zaledwie 19,6 hPa w październiku (ryc. 5c).



Ryc. **5**. Rozkład roczny sytuacji z pogodą parną: średnia wieloletnia liczba dni (**a**) i liczba przypadków z parnością w miesiącach (**b**) oraz absolutne maksima miesięczne prężności pary wodnej przekraczające wartość graniczną parności powietrza (**c**)
Źródło: opracowanie własne.

Fig. **5**. Annual distribution of situations with sultry weather: the long-term mean number of days (**a**) and the number of cases with sultriness in each month (**b**), as well as the absolute monthly maxima of water-vapour pressure exceeding the sultriness limit (**c**)
Source: own elaboration.

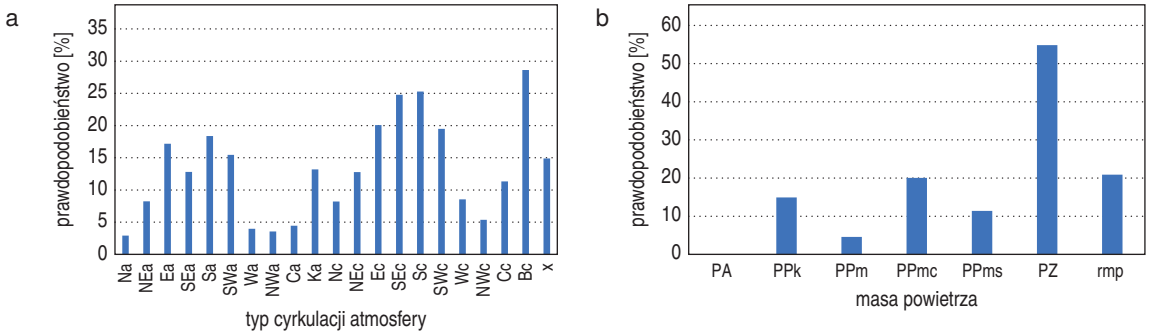
W przebiegu dobowym stan parności powietrza w Katowicach najczęściej pojawia się wieczorem, najrzadziej zaś w nocy (ryc. 6a). Maksymalną liczbę przypadków obserwuje się o godzinie 18:00 UTC (średnio 14 przypadków rocznie), natomiast najmniej sytuacji z pogodą parną zdarza się o godzinie 03:00 UTC (średnio 5 przypadków rocznie). Drugie maksimum dobowe występuje w godzinach porannych (od 06:00 do 09:00 UTC; przeciętnie 12 sytuacji rocznie w każdym terminie). Częstość przypadków z parnością maleje około południa, czego przyczyną jest spadek wilgotności względnej i wzrost temperatury powietrza. Uśrednione wartości prężności pary wodnej w poszczególnych terminach doby nie różnią się znacząco (ryc. 6b). Różnica między wartością najwyższą i najniższą nie przekracza 1 hPa. Najwyższe wartości przypadają również na godzinę 18:00 UTC (ryc. 6b, 6c). Dotyczy to zarówno wartości uśrednionych dla wielolecia (20,5 hPa), jak i absolutnych maksimów (30,8 hPa). W godzinach od 09:00 UTC do 15:00 UTC średnie wartości ciśnienia pary wodnej pozostają na dość wysokim wyrównanym poziomie (średnio powyżej 20 hPa). Najniższe wartości przypadają na godzinę 03:00 UTC (średnio 19,7 hPa; absolutne maksimum 22,8 hPa).



Ryc. 6. Rozkład dobowy parności powietrza: (**a**) liczba przypadków w godzinach, (**b**) średnie wartości prężności pary wodnej w sytuacjach z pogodą parną w godzinach, (**c**) absolutne maksima prężności pary wodnej w godzinach
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 6. Daily distribution of sultriness: (**a**) the number of cases by hour, (**b**) mean values of water-vapour pressure during sultry-weather situations by hour, (**c**) absolute hourly maxima of water-vapour pressure
Source: own elaboration.

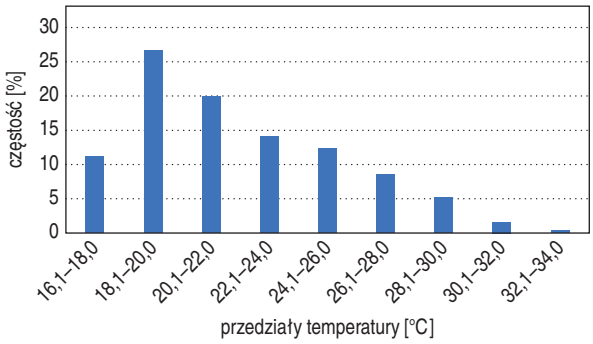
Najwyższe prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni parnych od maja do października w Katowicach zachodzi podczas zalegania nad Polską południową bruzdy cyklonalnej (Bc) – 28,6%, natomiast najniższe przy antycyklonalnej adwekcji z północy (Na) – 2,9% (ryc. 7a). Pojawieniu się dni z pogodą parną znacząco sprzyja również napływ powietrza z sektora południowego (SEc, Sc, SWc) oraz ze wschodu (Ec) w układzie cyklonalnym. W przypadku wyżej wymienionych sytuacji synoptycznych prawdopodobieństwo warunkowe waha się od 19,5 do 25,3%. Nieco niższe wartości, na poziomie 12,8–18,4%, przyjmuje ono dla antycyklonalnych typów cyrkulacji atmosfery o identycznych kierunkach napływu mas powietrza (Ea, SEa, Sa, SWa). Podobne wyniki uzyskano dla sytuacji niesklasyfikowanych / siodła barycznego (x) – 14,9%, klina wyżowego (Ka) – 13,2%, adwekcji z północnego wschodu w układzie cyklonalnym (NEc) – 12,8% oraz centrum niżu (Cc) – 11,3%. Przy pozostałych ośmiu typach cyrkulacji dni parne pojawiały się stosunkowo rzadko – prawdopodobieństwo warunkowe w przypadku żadnego z nich nie przekroczyło 8,5%. Uwzględniając podział sytuacji synoptycznych na typy odnoszące się do układów wysokiego oraz niskiego ciśnienia stwierdzono, że zdecydowanie wyższe prawdopodobieństwo pojawienia się dni z pogodą parną występuje podczas sytuacji cyklonalnych – 17,8%. Dla sytuacji antycyklonalnych wynosi ono zaledwie 10,2%. Czynnikiem silnie oddziałującym na występowanie parności w latach 1966–2024 był również kierunek adwekcji. Pojawieniu się dni parnych, niezależnie od rodzaju ośrodka barycznego, sprzyjał przede wszystkim napływ powietrza z sektora południowego (SE, S, SW) oraz ze wschodu (E). Dla tych kierunków (rozpatrywanych łącznie) prawdopodobieństwo warunkowe osiągnęło 18,3%, natomiast dla pozostałych (N, NE, W, NW) jedynie 6,3%.



Ryc. **7**. Prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z pogodą parną od maja do października dla: (**a**) typów cyrkulacji, (**b**) mas powietrza według *Kalendarza…* T. Niedźwiedzia (2025)
Źródło: opracowanie własne.

Fig. **7**. Conditional probability of occurrence of days with sultry weather from May to October for: (**a**) circulation types, (**b**) air masses according to the T. Niedźwiedź *Calendar…* (2025)
Source: own elaboration.

Najwyższe prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z pogodą parną zachodzi podczas adwekcji powietrza zwrotnikowego (PZ) nad Polskę południową (ryc. 7b). 55% dni z napływem tego powietrza w okresie od maja do października to dni parne. Natomiast w dniach z napływem powietrza arktycznego (PA) nie zdarzył się w badanym wieloleciu ani jeden przypadek spełniający kryteria pogody parnej. Relatywnie wysokie wartości prawdopodobieństwa warunkowego uzyskano dla sytuacji związanej z przemieszczaniem się nad Polską południową różnych mas powietrza jednego dnia (rmp) – 20,9%, a także dla ciepłego powietrza polarno-morskiego (PPmc) – 20,0%. Z kolei w przypadku powietrza polarno-kontynentalnego (PPk) – 14,9%, oraz starego powietrza polarno-morskiego (PPms) – 11,4, prawdopodobieństwo warunkowe ukształtowało się na umiarkowanym poziomie. Znacznie niższą wartość, równą 4,6%, przyjęło ono dla powietrza polarno-morskiego (PPm).



Ryc. **8**. Rozkład przypadków z pogodą parną dla dwustopniowych klas temperatury powietrza
Źródło: opracowanie własne.

Fig. **8**. Distribution of cases with sultry weather for two-degree air temperature classes
Source: own elaboration.

Częstość przypadków z pogodą parną wykazuje wyraźne zróżnicowanie w zależności od temperatury powietrza (ryc. 8). Jak zauważono w rozdziale „Dane i metody badań", parność nie może wystąpić, gdy temperatura powietrza utrzymuje się poniżej 16,6°C (Falarz 2005; Mahmoudi i in. 2019). Największa częstość stanów parności zdarza się przy temperaturze wynoszącej od 18,1 do 20,0°C. Na ten przedział wartości przypadła w okresie 1966–2024 ponad 1/4 wszystkich przypadków

z pogodą parną (26,6%). Tak duża częstość jest wynikiem częstego występowania temperatury powietrza w tym przedziale od maja do października w Katowicach. W kolejnych dwustopniowych przedziałach temperatury częstości stopniowo maleją do 0,4% w klasie wartości 32,1–34,0°C. Rozkład przypadków z pogodą parną dla dwustopniowych klas temperatury powietrza jest zatem prawostronnie asymetryczny. Na uwagę zasługuje fakt, iż w rozpatrywanym 59-leciu 21,6% sytuacji z parnością odnotowano w dniach gorących (z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C). Zdecydowanie mniejszy odsetek przypadków z pogodą parną (2,0%) stwierdzono w dniach upalnych, w których maksymalna temperatura powietrza osiągnęła wartość wyższą niż 30°C.

DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

W artykule przeprowadzono wieloaspektową analizę występowania pogody parnej w Katowicach w okresie 59 lat (1966–2024) na podstawie kryterium Scharlau'a. Najważniejsze wyniki badań można ująć w następujących punktach:

- w Katowicach w ciągu roku stwierdza się przeciętnie 25 dni z pogodą parną; pogoda parna pojawia się wyłącznie od maja do października – najczęściej w sierpniu, a w październiku wyłącznie epizodycznie;
- w latach 1966–2024 zaobserwowano wyraźne istotne statystycznie tendencje zwiększania się rocznej liczby dni i liczby przypadków z parnością powietrza; liczba dni parnych wzrastała średnio o 3,9 na 10 lat, a liczba przypadków o 18 na 10 lat; uwidacznia się również znaczny wzrost rocznej liczby oraz czasu trwania ciągów parności trwającej co najmniej 24 godziny;
- w przebiegu dobowym występują dwa maksima liczby przypadków z pogodą parną; pierwsze o godzinie 18:00 UTC, a drugie w godzinach porannych (od 06:00 do 09:00 UTC); najrzadziej stan parności powietrza zdarza się o godzinie 03:00 UTC;
- najwyższe prawdopodobieństwo warunkowe wystąpienia dni z pogodą parną od maja do października w Katowicach zachodzi podczas występowania nad Polską południowej bruzdy cyklonalnej (28,6%) i przy adwekcji powietrza zwrotnikowego (55%); najniższe prawdopodobieństwo warunkowe pojawienia się pogody parnej występuje przy antycyklonalnej adwekcji z północy (2,9%); w sytuacji napływu masy powietrza arktycznego stany parności nie występują; podczas cyklonalnych sytuacji synoptycznych prawdopodobieństwo pojawienia się dni parnych jest dużo wyższe niż podczas sytuacji antycyklonalnych;
- największa częstość stanów parności przypada na przedział temperatury powietrza od 18,1 do 20,0°C, natomiast najmniejsza – w przedziale temperatur wysokich, najrzadziej występujących (32,1–34,0°C); na dni upalne przypada jedynie 2,0% wszystkich przypadków z pogodą parną.

Przedstawione powyżej wyniki badań są w dużej mierze zgodne z rezultatami uzyskanymi przez innych autorów dla obszaru Polski. Różnice dotyczą między innymi miesiąca o największej liczbie dni parnych; dotychczas badania wskazywały na dominację lipca (Kruczko 1962; Falarz 2005, Wypych 2007; Bartoszek, Węgrzyn 2013; Soroka 2024), w niniejszej zaś pracy miesiącem o największej liczbie dni parnych i największych wartościach prężności pary wodnej okazał się być sierpień. Może to wynikać z wzięcia pod uwagę dłuższego okresu badań, w tym ostatnich dekad, które nie były analizowane przez innych autorów. Ponadto A. Wypych (2007) w analizie dni parnych w Krakowie w stuleciu 1901–2000 wskazała na obecność dni parnych również w marcu (1 dzień) i kwietniu (3 dni). Wszystkie te przypadki zdarzyły się w latach 50. XX w. W Gorzowie Wielkopolskim dobowe maksimum częstości występowania stanu parności przypadło na godziny poranne (od 05:00 UTC do 07:00 UTC) (Soroka 2024) – wynik ten stanowi wyjątek w badaniach nad dobowym rozkładem pogody parnej.

Dobowy przebieg liczby przypadków z parnością przedstawiony w niniejszej pracy jest zgodny z typowym przebiegiem prężności pary wodnej w ciągu doby. Znaczący wpływ na taki rozkład wywiera zjawisko konwekcji, która powoduje unoszenie pary wodnej do wyższych warstw troposfery w godzinach przedpołudniowych i południowych. Sprawia to, że przy powierzchni ziemi zawartość pary wodnej spada. Wieczorem konwekcja znacząco się zmniejsza, a nawet ustaje, parowanie zaś z nagrzanej powierzchni ziemi jest znaczące, co powoduje wystąpienie drugiego, wyższego maksimum dobowego prężności pary wodnej (Woś 1997). Pierwsze poranne maksimum (mniejsze) tłumaczy się również zjawiskiem nasilonego parowania rosy (Molga 1972). Drugie maksimum dobowe jest zbliżone w czasie do dobowego maksimum temperatury powietrza. Nocne minimum liczby przypadków z parnością i wartości prężności pary wodnej wiąże się ze znacząco zmniejszonym parowaniem z podłoża w tej porze dnia i obniżającą się temperaturą powietrza.

Trend wieloletni liczby dni parnych przedstawiony w tej pracy dla Katowic (3,9 na 10 lat) jest zdecydowanie wyższy w porównaniu z wynikami badań wykonanych wcześniej. M. Falarz (2005) w analizie dla wybranych stacji meteorologicznych opublikowanej 20 lat temu wskazała na brak istotnego trendu w zachodniej Polsce i istotny statystycznie trend dodatni (do 2 dni na 10 lat) w pozostałej części Polski. W szczegółowych badaniach w południowo-wschodniej Polsce stwierdzono również istotne statystycznie dodatnie trendy (Wereski, Wereski 2012; Bartoszek, Węgrzyn 2013). W Gorzowie Wielkopolskim w okresie 1951–2020 tempo wzrostu liczby dni parnych wynosi zaledwie 0,5 dnia na dekadę lat, a trend nie jest istotny statystycznie (Soroka 2024). Dodatnie trendy liczby sytuacji z parnością wiążą się ze wzrostową tendencją temperatury powietrza; powietrze o wyższej temperaturze może zawierać większą ilość pary wodnej. Globalna temperatura powierzchni ziemi w pierwszych dwóch dekadach XXI w. (2001–2020) była o 0,99°C wyższa niż w okresie 1850–1900. W okresie 2011–2020 była zaś wyższa o 1,09°C niż w okresie 1850–1900, z większym wzrostem temperatury nad lądami (1,59°C) niż nad oceanami (0,88°C) (IPCC 2021, 2023). Według A. Franczyk i R. Twardosza (2025) w Polsce najsilniejszy wzrost średnich miesięcznych temperatur powietrza obserwuje się wiosną oraz wczesnym latem (tj. od marca do lipca). Miesiące te wydają się zatem szczególnie narażone na zwiększanie się liczby przypadków z pogodą parną. W Krakowie od końca lat 80. XX w. temperatura powietrza wzrosła o ok. 2,2–2,3°C w porównaniu ze średnią z lat 1951––1988 (Marsz i in. 2025). A. Wypych (2021) stwierdziła istotny statystycznie dodatni trend wartości wilgotności właściwej w lecie (do 0,2 g/kg na 10 lat) i jesienią na obszarze Polski, z najwyższymi wartościami w południowej części kraju.

Wyniki badań tła cyrkulacyjnego są zgodne z wnioskami G. Żarnowieckiego (2003), który analizując występowanie parności powietrza w Kielcach w krótkim okresie badań (trzy sezony letnie) stwierdził, że większość stanów parności zdarza się przy cyklonalnych sytuacjach synoptycznych z adwekcją z południa i południowego wschodu. Do innych wyników doszła Z. Kruczko (1962), która wykazała, iż w Lublinie w latach 1952–1960 dni z pogodą parną pojawiały się najczęściej przy masach powietrza polarno-morskiego. Ponadto zaobserwowała wyraźnie większą częstość dni parnych, gdy badany obszar znajdował się w zasięgu antycyklonu. Badania te również obejmują krótki okres analiz.

Wyniki pracy stanowią przyczynek do uszczegółowienia wiedzy dotyczącej globalnych zmian klimatu. Trendy warunków wilgotnościowych powietrza i ich wartości ekstremalnych są jak dotąd poznane znacznie słabiej niż tendencje warunków termicznych. Raporty IPCC (2021, 2023) koncentrują się głównie na zmianach ekstremalnych i średnich charakterystyk temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Wyniki pracy mają również znaczenie praktyczne – dają informację o zwiększającej się liczbie sytuacji z parnością, a co za tym idzie o wzroście obciążenia układów krążenia i oddechowego człowieka w ciepłej połowie roku w południowej Polsce. Znaczące niebezpieczeństwo stanowią zwłaszcza opisane w pracy długie okresy nieprzerwanego trwania parności. Wobec otrzymanych wyników wartościowe byłoby poszerzenie obszaru badań na całą Polskę wraz z analizą koincydencji obciążających warunków wilgotnościowych i termicznych.

Literatura

Baranowska M., 1960, Częstość występowania dni parnych we Wrocławiu, *Przegląd Geofizyczny*, 5(3), 123–132.

Baranowska M., 1965, Dobowy przebieg parności na stacji Warszawa-Okęcie w okresie 1953–1962, *Prace PIHM*, 86, 39–47.

Bartoszek K., Węgrzyn A., 2013, Dni z pogodą parną w okolicy Lublina i Nałęczowa w Latach 1966–2010, *Prace Geograficzne*, 133, 21–34, DOI: 10.4467/20833113PG.13.008.1098.

Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 192, Warszawa.

Chełchowski W., 1965, Rozkład dni parnych w Polsce w latach 1951–1960, *Prace PIHM*, 86, 5–29.

Falarz M., 2005, Dni z pogodą parną na obszarze Polski, *Przegląd Geograficzny*, 77(3), 311–323.

Flach E., 1981, *Human bioclimatology*, [w:] H.E. Landsberg (red.), *World Survey of Climatology. General Climatology*, 3, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam–Oxford–New York, 2–187.

Franczyk A., Twardosz R., 2025, The Phenomenon of Temperature Increase in Poland: A Machine Learning Approach to Understanding Patterns and Projections, *Applied Sciences*, 15(20), 10994, DOI: 10.3390/app152010994.

Ghaedi S., 2018, Variability and trends of sultry in Hormozgan province in Iran, *Journal of Agrometeorology*, 20(1), 75–77, DOI: 10.54386/jam.v20i1.512.

IPCC, 2021, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A., Connors S.L., Péan C., Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., Gomis M.I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J.B.R., Maycock T.K., Waterfield T., Yelekçi O., Yu R., Zhou B. (red.)], Cambridge University Press, Cambridge–New York, DOI: 10.1017/9781009157896.

IPCC, 2023, *Sections*, [w:] *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Lee H., Romero J. (red.)], IPCC, Geneva, 35–115, DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*, Monografie IGiPZ PAN, 1, Warszawa.

Krawczyk B., 1988, Uciążliwość warunków biotermicznych w Polsce, *Problemy Uzdrowiskowe*, 9–10, 83–94.

Kruczko Z., 1962, Dni parne w Lublinie, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio B*, *Geographia, Geologia*, *Mineralogia et Petrographia*, 17(12), 297–306.

Kuchcik M., Błażejczyk K., Szmyd J., Milewski P., Błażejczyk A., Baranowski J., 2013, *Zróżnicowanie bodźców termicznych i wilgotnościowych*, [w:] *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, IGiPZ PAN, Wyd. Akademickie SEDNO, Warszawa, 49–76.

Mahmoudi P., Tavosi T., Hojjat D., Shabab Moghadam A., 2014, Spatial classification of the sultry days in the southern half of Iran, *Journal of Spatial Analysis Environmental hazarts*, 1, 2, 47–63.

Mahmoudi P., Tavousi T., Wereski S., Kamak M.M., 2019, Comparative evaluation of sultry indices in the mid-south of Iran, *Theoretical and Applied Climatology*, 137(3–4), 3041–3053, DOI: 10.1007/s00704-018-2742-8.

Marsz A.A., Matuszko D., Styszyńska A., 2025, The role of increased sunshine in shaping air temperature rise in Kraków (1951–2020), *Quaestiones Geographicae*, 44(3), 35–46.

Matzarakis A., Mayer H., 1997, Heat stress in Greece, *International Journal of Biometeorology*, 41, 1, 34–39, DOI: 10.1007/s004840050051.

Molga M., 1972, *Meteorologia rolnicza*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.

Niedźwiedź T., 2003, *Słownik meteorologiczny*, Polskie Towarzystwo Geofizyczne, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.

Niedźwiedź T., 2025, *Kalendarz typów cyrkulacji atmosfery dla Polski południowej*, zbiór komputerowy – Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii, Sosnowiec – https://us.edu.pl/instytut/inoz/kalendarz-typow-cyrkulacji (dostęp: 19.03.2025).

Saaroni H., Ziv B., 2003, The impact of a small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: the case of Tel Aviv, Israel, *International Journal of Biometeorology*, 47(3), 156–165, DOI: 10.1007/s00484-003-0161-7.

Scharlau K., 1943, Die Schwüle als meßbare Größe, *Bioklimat Beibl*, 10, 19–23.

Schoen C., 2005, A new empirical model of the temperature–humidity index, *Journal of Applied Meteorology*, 44(9), 1413–1420, DOI: 10.1175/JAM2285.1.

Shi X., Lu C., Xu X., 2011, Variability and trends of high temperature, high humidity, and sultry weather in the warm season in China during the period 1961–2004, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50(1), 127–143, DOI: 10.1175/2010JAMC2345.1.

Soroka J., 2024, *Wilgotność powietrza*, [w:] J. Soroka, *Klimat Gorzowa*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 48–55.

Steadman R.G., 1979, The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 18(7), 861–873, DOI: 10.1175/1520-0450(1979)018%3C0861:TAOSPI%3E2.0.CO;2.

Twardosz R., Niedźwiedź T., 2001, Influence of synoptic situations on the precipitation in Kraków (Poland), *International Journal of Climatology*, 21(4), 467–481. DOI: 10.1002/joc.620.

Tyczka S., 1959, Klimat i bioklimat Inowrocławia, *Przegląd Geofizyczny*, 4(1), 39–50.

Wereski S., Wereski S., 2012, Metody wyznaczania stanów parności na podstawie danych meteorologicznych z Leska (1981–2010), *Przegląd Geofizyczny*, 57(2), 69–78.

Więcław M., Okoniewska M., 2015, Występowanie dni upalnych w Bydgoszczy w latach 2005–2008 w różnych masach powietrza i ich wpływ na wybrane wskaźniki biotermiczne, *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 67, 67–78.

Woś A., 1997, *Meteorologia dla geografów*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

Wypych A., 2007, *Wilgotność powietrza*, [w:] D. Matuszko (red.), *Klimat Krakowa w XX wieku*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 113–126.

Wypych A., 2021, *Air Humidity Change*, [w:] M. Falarz (red.), *Climate Change in Poland: Past, Present, Future*, Springer Nature Switzerland AG, Cham, 331–348, DOI: 10.1007/978-3-030-70328-8.

Żarnowiecki G., 2003, *Sultry weather characteristics in Kielce*, Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Climate, 1–5 September, Lodz, Poland.

https://danepubliczne.imgw.pl (dostęp: 19.03.2025).