

BADANIA KLIMATU LUBLINA

Lublin climate research

BOGUSŁAW M. KASZEWSKI* 

Zarys treści. Na podstawie literatury przedstawiono stan badań klimatu Lublina w ujęciu historycznym od połowy XIX wieku. Ze względu na brak długiej jednorodnej serii danych badania te do końca II wojny światowej były nieliczne. Postęp w badaniach klimatu Lublina zaznaczył się w okresie, w którym powstały trzy nowe stacje meteorologiczne, czyli w latach 40. i 50. XX wieku. W niniejszym opracowaniu wydzielono trzy zasadnicze grupy prac: 1 – dotyczące zmienności poszczególnych elementów meteorologicznych i wybranych charakterystyk oraz wskaźników bioklimatycznych, 2 – pokazujące odrębność klimatu Lublina w stosunku do innych miast, 3 – dotyczące przestrzennego zróżnicowania wybranych elementów pogody i klimatu na terenie miasta.

Słowa kluczowe: stacje meteorologiczne, klimat i bioklimat miasta, zmiany klimatu, Lublin

Abstract. Based on scientific literature, from the historical perspective, the state of research on Lublin's climate since the mid-nineteenth century has been presented. The number of studies in this field until the end of World War II was small, due to the lack of a long homogeneous series of data. The progress in climate research in Lublin was marked by the data obtained from three new meteorological stations which were established in the 1940s and 1950s. Three main groups of papers were distinguished: 1st – regarding variability of individual meteorological elements and selected bioclimatic characteristics and indicators, 2nd – regarding the distinctiveness of Lublin's climate in relation to extra-urban areas and to other cities, 3rd – regarding spatial diversity of selected elements of weather and climate in the city.

Key words: meteorological stations, urban climate and bioclimate, climate change, Lublin

Wstęp

W podziale fizycznogeograficznym Polski wg Kondrackiego i Richlinga (2000) Lublin położony jest na pograniczu czterech regionów Wyżyny Lubelskiej: Płaskowyżu Nałęczowskiego, Płaskowyżu Świdnickiego, Równiny Bełżyckiej i Wyniosłości Giełczewskiej. Omawiany obszar charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem hipsometrycznym, deniwelacje terenu przekraczają 70 m. Najwyżej położony punkt w granicach Lublina znajduje się na Węglinie w rejonie ul. Raszyńskiej (233,7 m n.p.m.), a najniższy zlokalizowany jest w dnie doliny Bystrzycy na Ponikwodzie, w okolicy oczyszczalni ścieków (162,5 m n.p.m.) (Kłosowski 2012).

Lublin jest jednym z większych miast w Polsce. Zajmuje powierzchnię 147,5 km² i liczy ok. 341 tys. mieszkańców (Województwo lubelskie ... 2016). W przyjętym do analizy okresie – od końca XIX wieku do początku XXI wieku, Lublin kilkakrotnie zmieniał granice administracyjne z powodu

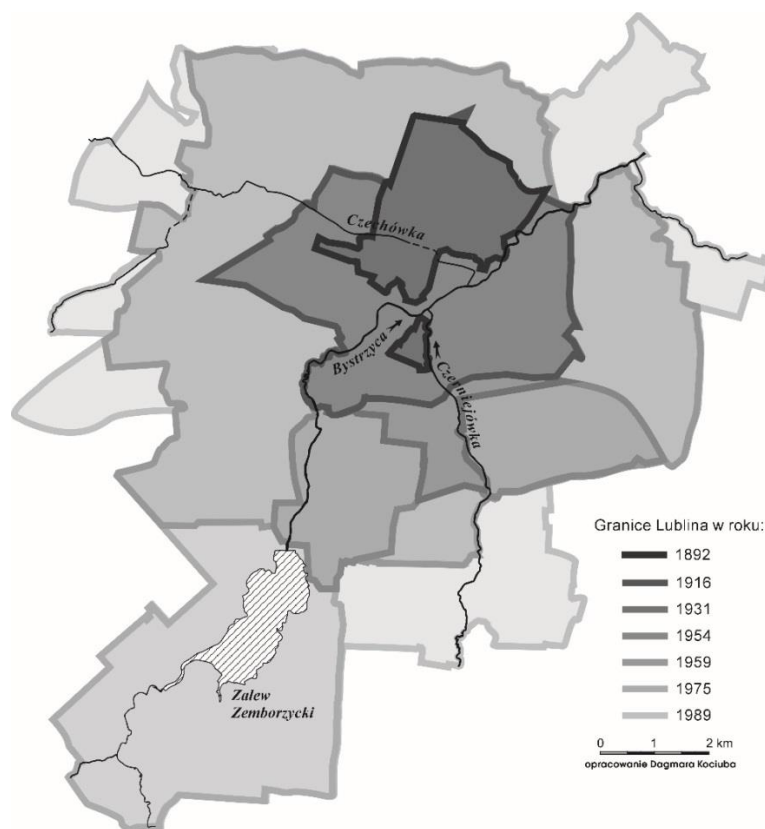
przyłączania do miasta sąsiadujących z nim terenów wiejskich (rys. 1). W roku 1875 powierzchnia Lublina wynosiła 8,7 km², w roku 1939 – 30 km², a w 1980 – 118,4 km². W badanym wieloletnim okresie dynamicznie zmieniała się także liczba ludności miasta. Np. w latach 1875–1913 liczba ludności Lublina wzrosła prawie trzykrotnie, z 27,5 tys. do 80 tys. mieszkańców. W roku 1939 w Lublinie mieszkało 122 tys. osób, w roku 1960 – 180,7 tys., a w 1990 r. – 351 tys. (Kociuba 2007). Od 1990 roku liczba ludności Lublina do czasów współczesnych spadła o ok. 10 tys.

Oprócz zmian dotyczących liczby ludności i powierzchni miasta zachodziły także istotne zmiany użytkowania terenu, zarówno w odniesieniu do form użytkowania, jak i ich rozmieszczenia w przestrzeni. Np. od lat 70. XX w. do 2009 roku stwierdzono zmniejszenie powierzchni gruntów ornych o blisko 9%, wzrost terenów zabudowy rozproszonej o 5%, a zwartej o ponad 2% (Kałamucka i in. 2012).

* Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Hydrologii i Klimatologii, al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin; e-mail: boguslaw.kaszewski@umcs.pl; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0797-4284>

Celem pracy jest przedstawienie dotychczasowego stanu badań klimatu Lublina w ujęciu historycznym oraz określenie uwarunkowań tego typu badań. Stosunkowo duża liczba prac doty-

czących klimatu Lublina, powstałych głównie w XXI wieku, pozwoliła na przedstawienie wyników tylko niektórych analizowanych prac.



Rys. 1. Zmiany terytorialne Lublina w latach 1892–1989 (za: Kociuba 2007)

Territorial changes of Lublin in the years 1892–1989 (after: Kociuba 2007)

Badania klimatu Lublina do II wojny światowej

Najstarsze informacje naukowe z zakresu meteorologii i klimatologii, obejmujące Lubelszczyznę, pochodzące z końca XIX i początku XX wieku, znajdujemy w pracach: Gorczyńskiego (1912), Mereckiego (1915) i Romera (1912). Należy jednak podkreślić, że wykorzystywane w nich serie pomiarowe z nielicznych wówczas stacji, były często nieporównywalne. Autorzy prac korzystali z danych pochodzących ze stacji meteorologicznych zlokalizowanych głównie w północno-zachodniej części tego obszaru (Puławy, Sobieszyn, Nałęczów, Dęblin) oraz z Lublina i Chełma.

Pierwsza stacja meteorologiczna na terenie dzisiejszego województwa lubelskiego została założona w 1871 roku w Puławach przez Feliksa Vermińskiego, profesora w Instytucie Gospo-

darstwa Wiejskiego i Leśnictwa (Wiercieński 1901). Pierwsze pomiary elementów meteorologicznych w Lublinie prowadził w latach 1869–1879 Jan Baranowski, były dyrektor Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie (Kowalczyk 1881). Później (od lipca 1883 r.), na stacji o współrzędnych: $\varphi = 51^{\circ}15'N$, $\lambda = 22^{\circ}35'E$, Hs = 193 m n.p.m., obserwacje prowadził Julian Dobrzyński, nauczyciel gimnazjum Lubelskiego. Od roku 1886 pomiary meteorologiczne prowadzono w tzw. stacji gimnazjalnej ($\varphi = 51^{\circ}15'N$, $\lambda = 22^{\circ}35'E$, Hs = 197 m n.p.m.). Klatka ustawiona była na podwórku szkoły, nad terenem wybrukowanym, początkowo na wysokości 6 m n.p.g., a od roku 1887 na wysokości 3 m n.p.g., była pokryta blachą żelazną, otwarta od dołu i góry (Gorczyński, Kosińska 1916). Materiały z tej stacji pochodzą z lat: 1886–1897.

Na początku XX wieku (lata 1906–1907) w Lublinie, oprócz stacji Lublin-gimnazjum), istniały jeszcze dwie stacje: kolejowa, położona

przy dworcu Drogi Żelaznej Nadwiślańskiej oraz stacja przy cukrowni (lata 1906–1908) (Wiercieński 1901). Niestety, wymienione stacje funkcjonowały z przerwami i możliwość wykorzystania danych z tych punktów jest ograniczona.

Po I wojnie światowej, mimo powstania państwowej sieci stacji meteorologicznych oraz stacji założonych przez różne instytucje, urzędy państwowe, a także osoby prywatne, jakość danych z tych stacji nie była najlepsza, a dostęp do nich był utrudniony. Na terenie Lublina funkcjonowało kilka stacji meteorologicznych. Zakres pomiarów i obserwacji prowadzonych na stacjach i czas ich funkcjonowania były zmienne. Np. opady były mierzone na stacjach: Lublin-gimnazjum (w latach 1920–1932), Lublin-Bronowice (1925–1937) i Lublin-lotnisko (1926–1930). Najdłużej, bo w latach 1920–1937 prowadzono obserwacje meteorologiczne w podlubelskich Zemborzycach (Dębski – red. 1951). Jak podaje Grabowski (1932) materiały klimatologiczne dotyczące Lubelszczyzny są bardzo skąpe, a ze względu na brak ciągłości obserwacji ich wartość z okresu międzywojennego dla oceny klimatu Lubelszczyzny (i Lublina) jest niewielka. W tym okresie warto zwrócić uwagę na opracowanie Gumińskiego (1936) dotyczące analizy synoptycznej trąby powietrznej, która przeszła nad Lublinem 20 lipca 1931 roku, powodując śmierć 6 osób i raniąc sześć kolejnych. Jak oszacował autor opracowania prędkość wiatru była w granicach od 111 do 145 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Badania klimatu Lublina po II wojnie światowej

Badania klimatu Lublina na większą skalę zaczęły się po II wojnie światowej. Początkowo, w pracach, które powstały w latach 40. i 50., wykorzystywano dane klimatyczne z okresu międzywojennego oraz dane zebrane i opracowane przez Wiszniewskiego i in. (1949) oraz Gumińskiego (1951), obejmujące okres 1881–1930 (temperatura powietrza) i opady atmosferyczne (1891–1930).

Szereg informacji o różnych charakterystykach termicznych i opadowych ze stacji miejskiej Lublin i stacji pozamiejskiej Zemborzycze przedstawili Gumiński (1950) i Paszyński (1957). Autorzy zwrócili uwagę na odrębność warunków klimatycznych doliny Bystrzycy, związanych ze wpływem do niej chłodnego powietrza, a także różnicami w nagrzewaniu się podłoża na terenach zabudowanych. Drugi z wymienionych autorów

zauważył także, że zachodnia część miasta ma wyższą temperaturę niż dzielnice we wschodniej części miasta (Bronowice), położone o kilkanaście metrów niżej. Zwrócił również uwagę na fakt, że do zwiększonej częstości mgieł w Lublinie przyczynia się obecność w atmosferze licznych jąder kondensacji pochodzących z wielu zakładów przemysłowych oraz dworca i urządzeń kolejowych, a także stosunkowo częste występowanie cisz atmosferycznych.

Wyraźny postęp w badaniach klimatu Lublina zaznaczył się w okresie, w którym można było wykorzystać dane z trzech nowych stacji meteorologicznych. W 1945 r. została założona Stacja Synoptyczna PIHM (dziś IMGW) zlokalizowana przy Placu Bychawskim ($\varphi = 51^{\circ}14'N$, $\lambda = 22^{\circ}34'E$, Hs = 171 m n.p.m.) w dolinie Bystrzycy. Stacja ta w 1973 roku została przeniesiona do odległego o kilkanaście kilometrów Radawca ($\varphi = 51^{\circ}13'N$, $\lambda = 22^{\circ}24'E$, Hs = 238 m n.p.m.). Przeniesienie stacji z terenu miasta na teren podmiejski spowodowało utratę homogeniczności danych. Niestety w niektórych pracach do charakteryzowania klimatu Lublina zakłada się (bez sprawdzenia) jednorodność danych ze stacji PIHM/IMGW od początku jej funkcjonowania, tzn. wykorzystuje się ciąg danych ze stacji Lublin (do 1973 r.) i stacji Lublin Radawiec (po 1973 r.). Warto dodać, że w latach 1948–1956 w sieci PIHM funkcjonowała druga stacja Lublin Łąki ($\varphi = 51^{\circ}13'N$, $\lambda = 22^{\circ}33'E$, Hs = 172 m n.p.m.). W 1951 r. dzięki staraniom dr. Włodzimierza Zinkiewicza powstało Obserwatorium Meteorologiczne UMCS zlokalizowane na Placu Litewskim 3 ($\varphi = 51^{\circ}15'N$, $\lambda = 22^{\circ}34'E$, Hs = 195 m n.p.m.). W listopadzie 2016 r. część naziemna Obserwatorium, ogródek meteorologiczny, został przesunięty o kilkanaście metrów na południo-wschód. Warto podkreślić, że do czasu powstania Obserwatorium Meteorologicznego UMCS na terenie Lublina nie były prowadzone obserwacje usłonecznienia, promieniowania słonecznego i zapylenia powietrza. W 1951 roku powstało również Obserwatorium Agrometeorologiczne Wyższej Szkoły Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) położone na wschodnich obrzeżach miasta ($\varphi = 51^{\circ}14'N$, $\lambda = 22^{\circ}38'E$, Hs = 215 m n.p.m.). W okresie funkcjonowania tej stacji jej otoczenie zmieniło się i obecnie można ją zaliczyć do stacji usytuowanej w terenie zurbanizowanym (dzielnica Felin).

Dane z tych stacji, a przede wszystkim ze stacji IMGW, zostały wykorzystane w wielu pracach dotyczących klimatu całej Polski oraz w opracowaniach kartograficznych (np. Atlas klimatyczny ...

1990; Lorenc – red. 2005; Wiszniewski – red. 1973) oraz opracowaniach dotyczących wschodniej i południowo-wschodniej Polski, a także Lubelszczyzny (Mitosek, Kołodziej 1972; Zinkiewicz W., Zinkiewicz A. 1975; Kaszewski i in. 1995; Kaszewski, Mrugała 2001). Najobszerniejsze jak dotychczas opracowanie dotyczące klimatu Lubelszczyzny (dane z lat 1951–2000) wraz z regionalizacją klimatyczną tego obszaru przedstawił Kaszewski (2008).

Opracowania na temat klimatu Lublina można podzielić na trzy grupy. Pierwsza grupa prac dotyczy czasowej zmienności poszczególnych elementów meteorologicznych i wybranych charakterystyk oraz wskaźników bioklimatycznych, a także ich uwarunkowań cyrkulacyjnych. Druga grupa to opracowania porównujące klimat Lublina z klimatem terenów pozamiejskich i innych miast, trzecia traktuje o przestrzennym zróżnicowaniu wybranych elementów pogody i klimatu na terenie miasta. Większość prac dotyczy pierwszej z wyróżnionych grup. W miarę upływu czasu w pracach wykorzystywano coraz dłuższe ciągi pomiarów i obserwacji, co pozwalało także na określenie tendencji zmian poszczególnych elementów klimatu.

W pierwszej grupie najwięcej prac dotyczy dwóch podstawowych elementów klimatu oraz ich charakterystyk, tj. temperatury powietrza (np. Kossowski 1970; Badach i in. 1985; Kołodziej, Węgrzyn 2004; Kołodziej i in. 2006; Kaszewski i in. 2007; Nowosad 2008; Filipiuk 2011) i opadów atmosferycznych (np. Galant 1996; Kaszewski 1996; Warakomski 1998; Galant, Węgrzyn 2000). Analizowano przebieg: wieloletni i roczny tych elementów (według pór roku, miesięcy, dekad i dób), wartości średnich i ekstremalnych (np. Gluza, Kaszewski 1997), a także ich zmiany w różnych okresach (np. Nowosad, Filipiuk 1998). Zebrane kilkudziesięcioletnie dane pozwalały na porównanie wybranych lat w stosunku do wielolecia (np. Badach i in. 1980/1981; Suchorab 1997), a także dwóch okresów wieloletnich 1951–1980 i 1981–2010 (Kaszewski, Bilik 2015). Wyniki tej ostatniej pracy pokazały m.in., że zakres wahań temperatury średniej dobowej w okresie roku nie uległ zmianie (od $-23,9 \div -22,0^{\circ}\text{C}$ do $28,1 \div 30,0^{\circ}\text{C}$). Zwiększyła się wyraźnie liczba dni ze średnią dobową temperaturą $> 20^{\circ}\text{C}$, średnio o 6 dni w roku. Zmniejszyła się natomiast liczba dni z temperaturą $\leq -10,0^{\circ}\text{C}$, średnio o 3 dni w roku. W pracy Bartoszek, Krzyżewska (2017) stwierdzono m.in., że w ostatnich dwóch dekadach w Lublinie nastąpił statystycznie istotny wzrost średniej temperatury maksymalnej w lecie oraz

liczby dni z temperaturą maksymalną $> 30^{\circ}\text{C}$ i czasu trwania fal upałów w porównaniu z latami 80. XX wieku. Dużo uwagi poświęcono warunkom termicznym w okresie chłodnym (np. Bednarek i in. 1979; Gluza i in. 1985; Janasz 2000). W przypadku opadów atmosferycznych uwzględniano także okresy bezopadowe i opady anomalne (Kossowska-Cezak, Mrugała 1999; Gluza, Filipiuk 2001).

Analizowano przebieg roczny i zmienność takich elementów klimatu, jak: ciśnienie atmosferyczne (Kaszewski, Nowosad 1998; Dziaduszyński, Pęcak 2004; Bilik i in. 2014), usłonecznienie (np. Liniewicz 1986; Gluza, Filipiuk 1995; Gluza 2000), promieniowanie słoneczne (Filipiuk 1995; Kossowski, Łykowski 2007), zachmurzenie ogólne (np. Kossowski 1973a, b; Gluza, Kaszewski 2000, 2007), rodzaje chmur (Michna 1955), parowanie potencjalne (Kaszewski, Siwek 2004), wilgotność powietrza, pokrywa śnieżna (np. Nowosad 1995a, b, 1998; Bartoszek 2007; Nowosad 2012) i wiatr (Nowosad i in. 2009). Spotykamy także prace dotyczące wybranych zjawisk pogodowych: burz (Michałowski 1962), mgieł (Paczos 1969/1970) i osadów atmosferycznych (Michna, Skirgajło 1974). Badano też cechy charakterystyczne występowania różnych klas i typów pogód w Lublinie (Niedziałek 1972; Woś 1998). Ocenę zmian wybranych elementów klimatu Lublina na podstawie danych z wielolecia 1951–2004 przedstawił Kaszewski (2006).

Szereg prac poświęcono ocenie warunków bioklimatycznych Lublina przy wykorzystaniu różnych charakterystyk termicznych i wskaźników bioklimatycznych (np. Kruczko 1962; Mrugała 1980, 1992; Kaszewski i in. 2006; Dobek 2013b; Dobek i in. 2008, 2013, 2015; Bartoszek, Węgrzyn 2013; Dobek, Krzyżewska 2015), a także wpływu wartości ekstremalnych (np. fal upałów i fal mrozów) na zdrowie i życie człowieka (Krzyżewska 2015; Krzyżewska i in. 2016). W przypadku Lublina (co jest dość zaskakujące) obserwuje się spadek liczby zgonów podczas fal upałów, zaś wzrost w czasie pojedynczych dni upalnych i nocy tropikalnych (Krzyżewska i in. 2015).

Do tej grupy prac można zaliczyć opracowania dotyczące oceny wpływu warunków atmosferycznych na występowanie i dyspersję sporomorf w powietrzu Lublina (Piotrowska, Kaszewski 2009, 2011). Te biologiczne cząstki w tym alergeny pyłków roślin, szczególnie alergeny pyłków traw, są najczęstszą przyczyną sezonowego alergicznego zapalenia błony śluzowej nosa i spojówek. Udział wymienionych organizmów ulega

dużym zmianom w czasie i przestrzeni. Stwierdzono, że warunki pogodowe, głównie w lutym, były ważnymi czynnikami kontrolującymi sezon pyłkowy *Fraxinus* (Kubik-Komar i in. 2018). Analiza statystyczna wykazała istotną korelację terminów kwitnienia męskich kwiatostanów w ośmiu gatunkach *Alnus* z maksymalną i minimalną temperaturą i wilgotnością względną powietrza (Dąbrowska, Kaszewski 2012). Stwierdzono również, że wzrost temperatury powietrza i spadek opadów wpływa istotnie na wzrost zarodników *Cladosporium*, a sezony przetrwalników zostały znacznie przyspieszone (Kasprzyk i in. 2016).

Druga grupa prac dotyczy odrębności klimatu Lublina w stosunku do terenów pozamiejskich i innych obszarów zurbanizowanych. Do takich porównań wykorzystywano dane ze stacji: UMCS i Felin (reprezentujących miasto) i stacji Radawiec oraz Czesławice (reprezentujących obszar pozamiejski) (Filipiuk i in. 1998; Bartoszek i in. 2014; Bartoszek, Węgrzyn 2016). Stwierdzono m.in., że zarówno temperatury minimalne, jak i maksymalne są wyższe w centrum Lublina w porównaniu z terenami pozamiejskimi, co świadczy o występowaniu w Lublinie miejskiej wyspy ciepła. Potwierdza to także fakt, że na terenie położonym na zachód od Lublina pokrywa śnieżna zalega dłużej i ma większą grubość niż w Lublinie (Bilik, Nowosad 2000; Nowosad, Bartoszek 2007). Warto wspomnieć o pracach porównujących klimat Lublina z innymi terenami zurbanizowanymi. Na przykład dane dotyczące zachmurzenia w Lublinie były porównywane z danymi z Krakowa (Matuszko 1998), a dane dotyczące okresów anomalnych pod względem opadowym, z analogicznymi wartościami dla Lwowa (Mrugała, Shuber 2004). Warunki bioklimatyczne w Lublinie porównano z takimi warunkami w Lesku (Wereski i in. 2010; Nowosad i in. 2013).

Trzecia grupa prac dotyczy zróżnicowania klimatycznego i bioklimatycznego Lublina. Pierwsza praca o tej tematyce została opublikowana przez Zinkiewicza i Warakomskiego (1959). Autorzy, podobnie jak wcześniej Paszyński, zwrócili uwagę na uwarunkowania klimatu Lublina związane z jego położeniem nad Bystrzycą i jej dopływami – Czechówką i Czerniejówką, co sprzyja dobrej wentylacji miasta. Na obszarze Lublina, dla celów urbanistyki, wydzielili pięć klas bonitacyjnych. W późniejszych pracach do określenia zróżnicowania warunków klimatycznych Lublina porównywano dane ze stacji meteorologicznych: UMCS, PIHM i Felin oraz stacji Hajdów (Liniewicz, Sierosławski 1982; Kaszewski, Siwek 1998).

Na terenie Lublina prowadzono także badania topoklimatyczne, w specjalnie do tego celu założonych punktach pomiarowych (Gluza, Kaszewski 1984; Mrugała i in. 1991; Nowosad i in. 2010). Jak wynika z badań, najcieplejszymi i jednocześnie najbardziej „suchymi” są tereny charakteryzujące się gęstą zabudową i wybrukowanym podłożem (Stare Miasto), a najchłodniejszymi i najbardziej „wilgotnymi” są tereny położone w dolinie Bystrzycy i stare dzielnice willowe, z niską zabudową, dużą ilością zieleni z przewagą wysokich drzew (Czechów wille).

Istotną rolę w kształtowaniu i zróżnicowaniu klimatu lokalnego Lublina odgrywa rzeźba terenu. Dobek i Gawrysiak (2009) stwierdzili m.in., że najbardziej uprzywilejowane pod względem ilości dopływającego promieniowania całkowitego w stosunku do powierzchni poziomych są południowe stoki dolin o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego.

Inny nurt badań reprezentują opracowania dotyczące zróżnicowania bioklimatu Lublina. Analiza wielkości temperatury ekwiwalentnej w Lublinie w latach 2009–2010 wykazała, iż warunki najsilniej obciążające organizm człowieka (klasa odczuć „parno”) najczęściej występowały na peryferiach miasta, na osiedlu domów jednorodzinnych (stanowisko pomiarowe Ofelii). Nieco bardziej sprzyjające warunki termiczno-wilgotnościowe występowały w obrębie śródmieścia niż na obrzeżach Lublina, choć nie dotyczyło to terenów o większym udziale zieleni (Dobek 2013a).

Próbę oceny wpływu rzeźby oraz typów form użytkowania terenu na kształtowanie warunków biometeorologicznych w Lublinie (wykorzystując wskaźnik UTCI) przedstawili Dobek i in. (2013). Otrzymane mapy biotopoklimatyczne opracowane zostały w odniesieniu do sześciu określonych scenariuszy pogodowych. W analizowanych scenariuszach pogodowych i przy uwzględnieniu rzeźby Lublina najwyższe modelowane wartości UTCI charakteryzują zbocza wąwozów oraz dolin o południowej ekspozycji. W obszarach tych prognozowane są warunki biometeorologiczne, odzwierciedlające obciążenia cieplne jako „bardzo silny stres ciepła”.

W ostatnich latach, w planach zagospodarowania przestrzennego miast (w tym Lublina), coraz więcej uwagi poświęca się ograniczeniu negatywnych skutków urbanizacji, w tym m.in. ograniczeniu miejskiej wyspy ciepła, czy zmniejszeniu zanieczyszczenia powietrza (Kaszewski 2015).

Rolę suchych dolin (wąwozów) w kształtowaniu warunków termiczno-wilgotnościowych na obszarze Lublina przedstawili Kaszewski i in.

(2014). Autorzy stwierdzili m.in., że umożliwienie dopływu powietrza z terenów pozamiejskich poprzez pozostawienie lub odnowę suchych dolin i wąwozów, spełniających rolę klinów nawietrzających, może istotnie wpłynąć na ograniczenie wielkości i intensywności miejskiej wyspy ciepła i poprawę warunków aerosanitarnych Lublina. Oceny wpływu zieleni przyulicznej na klimat i mikroklimat terenów zurbanizowanych na podstawie literatury dokonał Kaszewski (2017). Autor stwierdził m.in., że istotną rolę w złagodzeniu miejskiej wyspy ciepła mogą odegrać tereny zielone, znajdujące się przy ulicach, spełniających rolę korytarzy powietrznych, którymi powietrze z terenów pozamiejskich dostaje się do centrum miasta.

W ramach prac nad Miejskim Planem Adaptacji do zmian klimatu dla Lublina¹ przeanalizowane zostały historyczne dane meteorologiczne z ostatnich 35 lat (1981–2015) ze stacji meteorologicznej UMCS znajdującej się w Lublinie przy Placu Litewskim 3 (Kaszewski i in. 2017).

W ostatnich latach na terenie Lublina, obok wspomnianych wcześniej stacji, istnieją 3 stacje automatyczne należące do Zakładu Meteorologii i Klimatologii UMCS. Są to stacje: Hajdów ($\varphi = 51^{\circ}16'N$, $\lambda = 22^{\circ}37'E$, Hs = 167 m n.p.m.), Ogród Botaniczny ($\varphi = 51^{\circ}16'N$, $\lambda = 22^{\circ}31'E$, Hs = 215 m n.p.m.), Zemborzycka ($\varphi = 51^{\circ}12'N$, $\lambda = 22^{\circ}34'E$, Hs = 205 m n.p.m.). Zbierane dane są udostępniane wszystkim zainteresowanym na stronie UMCS oraz są podstawą do tworzenia różnych programów i projektów edukacyjno-badawczych.

Wnioski

Badania klimatu Lublina i jego przestrzennego zróżnicowania były stosunkowo skromne do lat 50. XX wieku, głównie ze względu na zmienny czas funkcjonowania stacji meteorologicznych oraz niewielki zakres pomiarów i obserwacji. Na większą skalę badania klimatu miasta są prowadzone od końca XX wieku. Ma to związek z pojawianiem się coraz dłuższych serii danych oraz nowych metod ich opracowań, a także zapotrzebowaniem na wyniki takich badań ze strony innych dyscyplin nauki (np. nauk biologicznych), planistów oraz osób prywatnych.

Pomimo wieloletnich badań, stan wiedzy o zmienności czasowej i przestrzennej klimatu

Lublina, nie jest wystarczający. Dotyczy to np. wielkości i zmienności miejskiej wyspy ciepła. Dalsze badania klimatu Lublina i oceny jego zróżnicowania powinny być prowadzone przy wykorzystaniu danych z gęstej sieci stacji zlokalizowanych w różnych warunkach fizjograficznych miasta, a także innych metod pozyskiwania danych np. z pionowych sondazy atmosfery, zdjęć lotniczych i satelitarnych.

Literatura

- Atlas klimatyczny elementów i zjawisk szkodliwych dla rolnictwa w Polsce. 1990. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Puławy.
- Badach A., Bodzak P., Chyła A., Gluza A., Kaszewski B. M., Niedziałek H., Warakowski W. 1980/1981. Charakterystyka warunków meteorologicznych w r. 1980 w Lublinie na tle danych z okresu 1951–1980. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XXXV/XXXVI, 8: 121-138.
- Badach A., Gluza A., Kaszewski B.M., Niedziałek H. 1985. Temperatura powietrza w Lublinie w latach 1951–1980. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XL, 9: 169-193.
- Bartoszek K. 2007. Charakterystyka pokrywy śnieżnej w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie (1955/56–2004/2005). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E – Agricultura* LXII, 1: 39-47.
- Bartoszek K., Krzyżewska A. 2017. The atmospheric circulation conditions of the occurrence of heat-waves in Lublin, southeast Poland. *Weather* 72, 6: 176-180.
- Bartoszek K., Węgrzyn A. 2013. Dni z pogodą parną w okolicy Lublina i Nałęczowa w latach 1966–2010. *Prace Geograficzne IGI GP UJ* 133: 21-34.
- Bartoszek K., Węgrzyn A. 2016. The occurrence of hot weather in the Lublin-Felin and Czesławice in relation to atmospheric circulation (1966–2010). *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Land Reclamation* 48, 1: 67-77.
- Bartoszek K., Węgrzyn A., Sienkiewicz E. 2014. Częstość występowania i uwarunkowania cyrkulacyjne nocy ciepłych, bardzo ciepłych oraz gorących w okolicach Lublina i Nałęczowa. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 66: 410-420.

¹ Projekt „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców” jest finansowany przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko oraz z budżetu państwa.

- Bednarek H., Kołodziej J., Liniewicz K. 1979. Charakterystyka termiki powietrza i szaty śnieżnej w chłodnej porze roku na Lubelszczyźnie (1950/51–1969/70). *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis* 21, *Geografia* 2: 75-81.
- Bilik A., Gawęda B., Gluza A., Siwek K. 2014. Przebieg ciśnienia atmosferycznego w Lublinie w latach 1951–2010. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXIX, 2: 133-142.
- Bilik A., Nowosad M. 2000. Próba porównania charakterystyk pokrywy śnieżnej w Lublinie i w Radawcu. W: *Środowisko przyrodnicze i gospodarka Dolnego Śląska u progu Trzeciego Tysiąclecia*. 49 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Szklarska Poręba, 20-24 września 2000 r. Streszczenia referatów, komunikatów i posterów. Oddział Wrocławski PTG, Instytut Geograficzny Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław: 62-63.
- Dąbrowska A., Kaszewski B.M. 2012. The relationship between flowering phenology and pollen seasons of *Alnus* Miller. *Acta Agrobotanica* 65, 2: 57-66.
- Dębski K. (red) 1951. Materiały do bilansu wodnego Polski. I. Opady mierzone w dorzeczu Wisły w latach 1920–1939. *Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego* 9.
- Dobek M. 2013a. Zróżnicowanie temperatury ekwiwalentnej w Lublinie w latach 2009–2010. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXVIII, 2: 79-90.
- Dobek M. 2013b. Warunki biotermiczne Lublina (na podstawie wskaźnika obciążenia cieplnych UTCI). *Acta Balneologica* LV: 141-145.
- Dobek M., Gawrysiak L. 2009. Spatial distribution of insolation in Lublin. *Prace Geograficzne IGiGP UJ* 122: 49-53.
- Dobek M., Krzyżewska A. 2015. Wybrane zagadnienia z bioklimatu Lublina. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXX, 2, 117-129.
- Dobek M., Demczuk P., Nowosad M. 2013. Spatial variation of the Universal Thermal Climate Index in Lublin in specified weather scenarios. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXVIII, 1: 21-37.
- Dobek M., Nowosad M., Wereski S. 2015. Biotermiczno-meteorologiczna klasyfikacja pogody w okolicy Lublina w okresie 1976–2010. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXX, 1: 83-94.
- Dobek M., Siłuch M., Wereski S., Bartoszek K., Skiba K. 2008. Czas trwania i częstość występowania uciążliwych warunków bioklimatycznych w Lublinie na podstawie wskaźnika Humidex. W: K. Kłysik, J. Wibig, K. Fortuniak (red.) *Klimat i bioklimat miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: 415-422.
- Dziaduszyński K., Pęczak J. 2004. Ogólna charakterystyka ciśnienia atmosferycznego w Lublinie (1952–2001). W: Z. Michalczyk (red.) *Badania geograficzne w poznaniu środowiska*. Wydawnictwo UMCS, Lublin: 407-412.
- Filipiuk E. 1995. Przebieg roczny promieniowania całkowitego w Lublinie. *Conference Papers* 23: 37-44.
- Filipiuk E. 2011. Klasyfikacja termiczna miesięcy, sezonów i lat w Lublinie w latach 1951–2010. *Prace i Studia Geograficzne* 47: 129-138.
- Filipiuk E., Kaszewski B.M., Zub T. 1998. Porównanie warunków termicznych w śródmieściu Lublina z obszarami pozamiejskimi. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Geographica Physica* 3: 71-82.
- Galant H. 1996. Temporal and spatial variability of precipitation in five-day periods in Lublin Region in 1951–1990. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne* 102: 413-418.
- Galant H., Węgrzyn A. 2000. Maximum precipitation in Agrometeorological Observatory at Felin in the second half of the 20th century. *Prace Geograficzne IG UJ* 108: 139-142.
- Gluza A. 2000. Charakterystyka usłonecznienia w Lublinie w latach 1952–1991. *Acta Agrophysica* 34: 43-57.
- Gluza A., Filipiuk E. 1995. Usłonecznienie w Lublinie w latach 1952–1991. *Wiadomości IMGW XVIII (XXXIX)*, 1: 91-101.
- Gluza A., Filipiuk E. 2001. Zmienność częstości występowania okresów bezopadowych w Lublinie w drugiej połowie XX wieku. *Prace i Studia Geograficzne* 29: 173-179.
- Gluza A., Kaszewski B.M. 1984. Zróżnicowanie temperatury i wilgotności względnej powietrza w Lublinie. Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji nt. Klimat i bioklimat miast, Łódź, 22-24 listopada 1984 r. Uniwersytet Łódzki, Łódź: 107-113.
- Gluza A.F., Kaszewski B.M. 1997. Ekstremalne wartości wybranych elementów klimatu w Lublinie (1951–1996). W: *Ekstremalne zjawiska meteorologiczne, hydrologiczne i oceanograficzne*. Sympozjum Jubileuszowe PTGeof., Warszawa, 12–14 listopada: 38-40.
- Gluza A.F., Kaszewski B.M. 2000. Zachmurzenie ogólne nieba w Lublinie (1947–1996). *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia XXXI, Nauki Matematyczno-Przyrodnicze* 106: 129-140.
- Gluza A.F., Kaszewski B.M. 2007. Wieloletnie zmiany zachmurzenia ogólnego w Lublinie (1947–2005). W: K. Piotrowicz, R. Twardosz (red.) *Wahania klimatu w różnych skalach*

- przestrzennych i czasowych. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków: 355-364.
- Gluza A.F., Kaszewski B.M., Niedziałek H. 1985. Termiczna charakterystyka zimy 1984/1985 w Lublinie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XL, 8: 157-168.
- Gorczyński W. 1912. O insolacji ziem polskich. W: *Encyklopedia Polska, t. 1. Akademia Umiejętności*, Kraków: 161-170.
- Gorczyński W., Kosińska S. 1916. O temperaturze powietrza w Polsce. *Pamiętnik. Fizjograficzny* 23: 1-262.
- Grabowski J. 1932. Klimat. W: I. Czuma (red.) *Monografia statystyczno-gospodarcza województwa lubelskiego, t. I. Zagadnienia podstawowe*: 21-38.
- Gumiński R. 1936. Trąba powietrzna pod Lublinem w dniu 20 lipca 1931 r. *Wiadomości Meteorologiczne i Hydrograficzne* 7/9: 73-79.
- Gumiński R. 1950. Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej, *Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej* 3, 1: 57-113.
- Gumiński R. 1951. Meteorologia i klimatologia dla rolników. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa: 1-240.
- Janasz J. 2000. Warunki termiczne i śnieżne zim w Lublinie (1960/61–1994/95). *Acta Agrophysica* 34: 71-78.
- Kałamucka W., Kałamucki K., Kamińska A. 2012. Zmiany użytkowania terenu w Lublinie i jego najbliższym sąsiedztwie w ostatnim 40-leciu. *Barometr Regionalny* 4 (30): 99-109.
- Kasprzyk I., Kaszewski B.M., Weryszko-Chmielewska E., Nowak M., Sulborska A., Kaczmarek J., Szymanska A., Haratym W., Jedryczka M. 2016. Warm and dry weather accelerates and elongates *Cladosporium* spore seasons in Poland. *Aerobiologia* 32: 109-126.
- Kaszewski B.M. 1996. Charakterystyka termiczno-opadowa okresu 1951–1995 w Lublinie. W: *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe, Lublin-Zagłębcze. Zakład Meteorologii i Klimatologii UMCS, Katedra Agrometeorologii AR w Lublinie, Lublin: 4-5.
- Kaszewski B.M. 2006. Próba oceny zmian klimatu na Lubelszczyźnie w drugiej połowie XX wieku. W: J. Trepińska, Z. Olecki (red.) *Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków: 127-138.
- Kaszewski B.M. 2008. *Warunki klimatyczne Lubelszczyzny*. Wydawnictwo UMCS, Lublin: 1-62.
- Kaszewski B.M. 2015. Klimat Lublina. W: Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Miasta Lublin. Załącznik do uchwały nr 360/XIII/2015 Rady Miasta Lublin z dnia 23 grudnia 2015 r.: 22-25.
- Kaszewski B.M. 2017. Próba oceny zieleni przyulicznej w kształtowaniu klimatu miasta. W: E. Trzaskowska (red.) *Roślinność pasów przydrożnych Lublina*. Urząd Miasta Lublin: 13-22.
- Kaszewski B.M., Bilik A. 2015. Zmiany średniej dobowej temperatury powietrza w Lublinie w latach 1951–2010. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXX, 1: 71-81.
- Kaszewski B. M., Mrugała S. 2001. Wybrane charakterystyki temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na obszarze Lubelszczyzny (1951–1990). *Acta Agrophysica, Seria Monografie* 47: 1-74.
- Kaszewski B.M., Nowosad M. 1998. Przebieg roczny ciśnienia atmosferycznego w Lublinie. W: *Geografia w kształtowaniu i ochronie środowiska oraz transformacji gospodarczej regionu górnośląskiego*. 47 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego, II Referaty, komunikaty, postery. Oddział Katowicki PTG, Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec: 135-136.
- Kaszewski B.M., Siwek K. 1998. Cechy przebiegu dobowego temperatury powietrza w centrum i na peryferiach Lublina. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica* 3: 213-220.
- Kaszewski B.M., Siwek K. 2004. Przebieg parowania potencjalnego w Lublinie. W: M. Rojek (red.) *III. Bilanse wodne ekosystemów rolniczych. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, seria Monografie XXXVIII*, 503: 133-144.
- Kaszewski B.M., Gluza A.F., Siwek G. 2014. Rola suchych dolin w kształtowaniu stosunków termiczno-wilgotnościowych Lublina. W: E. Trzaskowska (red.) *Wąwozy i suche doliny Lublina. Potencjał i zagrożenia*. Urząd Miasta Lublin: 55-70.
- Kaszewski B.M., Krzyżewska A., Siwek K. 2017. Wnioski z przeprowadzonych analiz ekspozycji miasta na zmiany klimatu. W: *Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców*, Lublin, 06.09.2017. (mpa.warsztaty_1_prezentacja_2017_09_06_lublin.pdf).
- Kaszewski B.M., Mrugała S., Warakowski W. 1995. Klimat. t. 1. Temperatura powietrza i opady atmosferyczne na obszarze Lubelszczyzny (1951–1990) W: *Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny*. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.
- Kaszewski B.M., Siwek K., Gluza A.F. 2006. Cyrkulacyjne uwarunkowania występowania ekstremalnych wartości ochładzania katatermometrycznego w Lublinie (1961–2000). W: L. Krzysztofiak (red.) *Funkcjonowanie i monitoring geoekosystemów Polski w warunkach*

- narastającej antropopresji*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 183-192.
- Kaszewski B.M., Siwek K., Siłuch M., Gluza A.F. 2007. Ekstremalne wartości wybranych charakterystyk termicznych w Lublinie (1951–2004). W: J. Szkutnicki, U. Kossowska-Cezak, E. Bogdanowicz, M. Ceran (red.) *Cywilizacja i żywioły*. Seria Monografie IMGW. Polskie Towarzystwo Geofizyczne, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa: 118-126.
- Kłosowski W. 2012. Prognoza oddziaływania na środowisko Strategii Rozwoju Lublina na lata 2013–2020. Warszawa: 1-88.
- Kociuba D. 2007. Rozwój terytorialny Lublina od średniowiecza do współczesności. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LXII, 15: 305-326.
- Kołodziej J., Węgrzyn A. 2004. Zróżnicowanie czasu trwania okresu wegetacyjnego w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E – Agricultura* LIX, 2: 869-880.
- Kołodziej J., Bednarek H., Liniewicz K., Samborski A. 2006. Dynamika zmienności średniej dobowej temperatury powietrza w okolicy Lublina w pięćdziesięcioleciu 1951–2000. *Acta Agrophysica* 8, 2: 405-414.
- Kondracki J., Richling A. 2000. Regiony fizycznogeograficzne Polski. W: J. Kondracki (red.) *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kossowska-Cezak U., Mrugała S. 1999. Opady atmosferyczne o anomalnej wysokości (na przykładzie Warszawy i Lublina). *Przegląd Geofizyczny* XLIV, 1-2: 39-51.
- Kossowski J. 1970. Zmienność z dnia na dzień maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza w Lublinie w latach 1951–1960. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XXV, 6: 159-173.
- Kossowski J. 1973a. Liczba dni i nocy bezchmurnych w Lublinie w okresie 1961–1970. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis* 15, *Geografia* 1: 73-78.
- Kossowski J. 1973b. Liczba dni i nocy bezchmurnych w Lublinie w okresie 1961–1970. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis* 15, *Geografia* 2: 171-176.
- Kossowski J., Łykowski B. 2007. Sumy dzienne promieniowania słonecznego w okresie letnim w Felinie koło Lublina i ich związek z usłonecznieniem i zachmurzeniem. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 16, 1: 74-84.
- Kowalczyk J. 1881. O spostrzeżeniach meteorologicznych w Warszawie. *Pamiętnik Fizyograficzny* 1: 1-57.
- Kruczko Z. 1962. Dni parne w Lublinie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XVII, 12: 297-306.
- Krzyżewska A. 2015. Szczególnie uciążliwe fale upałów w Lublinie. *Przegląd Geofizyczny* LX, 3-4: 207-215.
- Krzyżewska A., Dobek M., Domżał-Drzewicka R., Rząca M. 2015. Upały a zdrowie i życie człowieka na przykładzie Lublina. W: A. Wdowiak, A. Tucki (red.) *Aspekty środowiskowo-rekreacyjne i prawne zdrowia człowieka*. Międzynarodowe Towarzystwo Wspierania i Rozwoju Technologii Medycznej, Włodawa: 39-51.
- Krzyżewska A., Nowosad M., Dobek M. 2016. Silne fale termiczne w Lublinie. *Acta Geographica Lodziensia* 104: 11-19.
- Kubik-Komar A., Piotrowska-Weryszko K., Weryszko-Chmielewska E., Kaszewski B.M. 2018. Analysis of Fraxinus pollen seasons and forecast models based on meteorological factors. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 25, 2: 285-291.
- Liniewicz K. 1986. Usłonecznienie rzeczywiste w okolicy Lublina w latach 1966–1985. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis* 28, *Geografia* 2: 55-61.
- Liniewicz K., Sierosławski H. 1982. Ocena reprezentatywności pomiarów temperatury powietrza w mieście i w terenie otwartym, pochodzących z okresów różnej długości. *Przegląd Geofizyczny* XXVII, 3-4: 215-227.
- Lorenc H. (red.) 2005. *Atlas klimatu Polski*. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.
- Matuszko D. 1998. Porównanie stosunków nefologicznych w Lublinie i Krakowie. W: M. Nowosad (red.) *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*. Wydawnictwo UMCS, Lublin: 63-66.
- Merecki R. 1915. *Klimatologia ziem polskich*. Drukarnia i Litografia Jana Cotty, Warszawa: 1-313.
- Michałowski M. 1962. Burze atmosferyczne w Lublinie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XVII, 13: 302-324.
- Michna E. 1955. Częstotliwość występowania rodzajów chmur w Lublinie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* X, 6: 301-319.
- Michna E., Skirgajło H. 1974. O osadach atmosferycznych w Lublinie. *Biuletyn Lubelskiego Towarzystwa Naukowego* 16, 1: 43-47.
- Mitosek H., Kołodziej J. 1972. Zarys klimatu województwa lubelskiego. W: *Województwo lubelskie. Podstawy przyrodniczo-ekonomicznej rejonizacji produkcji rolniczej*, II: 73-90.

- Mrugała S. 1980. Ochładzanie powietrza w Lublinie. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis* 22, *Geografia* 1: 45-48.
- Mrugała S. 1992. Wybrane aspekty zmienności ochładzania katatermometrycznego w Lublinie. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis* 33, *Geografia* 1-2: 19-23.
- Mrugała S., Shuber P. 2004. Normalne i anomalne sumy opadów atmosferycznych w Lublinie i we Lwowie. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LIX, 6: 101-106.
- Mrugała S., Paczos S., Ryżyk E. 1991. Wstępne wyniki badań topoklimatycznych na obszarze Lublina. *Acta Universitatis Wratislaviensis No 1213, Prace Instytutu Geograficznego, Seria A – Geografia Fizyczna* 5: 289-298.
- Niedziałek H. 1972. Częstość klas pogody występujących w Lublinie w okresie 1961–1965. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, sec. D* 14: 39-45.
- Nowosad M. 1995a. Zarys charakterystyki pokrywy śnieżnej w Lublinie. W: J. Kołodziej, R. Turski (red.) *Gleby i klimat Lubelszczyzny*. Materiały z konferencji naukowej 25 kwietnia 1994 r. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin: 212-221.
- Nowosad M. 1995b. Zmiany z dnia na dzień grubości pokrywy śnieżnej w Lublinie. W: J. Kołodziej, R. Turski (red.) *Gleby i klimat Lubelszczyzny*. Materiały z konferencji naukowej, Lublin, 25 kwietnia 1994 r. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin: 222-228.
- Nowosad M. 1998. Występowanie pokrywy śnieżnej w Lublinie. W: M. Nowosad (red.) *Problemy współczesnej klimatologii i agrometeorologii regionu lubelskiego*. Wydawnictwo UMCS, Lublin: 67-72.
- Nowosad M. 2008. Próba określenia występowania termicznego „efektu niedzieli” w Lublinie. W: K. Kłysik, J. Wibig, K. Fortuniak (red.) *Klimat i bioklimat miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź: 209-218.
- Nowosad M. 2012. Zmiany grubości pokrywy śnieżnej w Lublinie i ich uwarunkowania cyrkulacyjne. W: Z. Bielec-Bąkowska, E. Łupikasza, A. Widawski (red.) *Rola cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu klimatu*. Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec: 157-166.
- Nowosad M., Bartoszek K. 2007. Wieloletnia zmienność grubości pokrywy śnieżnej w okolicy Lublina. W: K. Piotrowicz, R. Twardosz (red.) *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków: 411-421.
- Nowosad M., Filipiuk E. 1998. Zmiany czasu trwania termicznych pór roku w Lublinie w latach 1951–1995. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica* 3: 231-240.
- Nowosad M., Dobek M., Kieliszek A., Siwek K. 2009. Some remarks on the highest wind speed values in Lublin. *Bulletin of Geography: Physical Geography Series* 2: 57-62.
- Nowosad M., Dobek M., Siwek K. 2010. Warunki termiczne w Lublinie w 2009 roku a wskaźnik cyrkulacji strefowej według formuły Lityńskiego. W: E. Bednorz (red.) *Klimat Polski na tle klimatu Europy. Warunki termiczne i opadowe*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań: 79-93.
- Nowosad M., Rodzik B., Wereski S., Dobek M. 2013. The UTCI Index in Lesko and Lublin and its circulation determinants. *Geographia Polonica* 86, 1: 29-36.
- Paczos S. 1969/1970. Występowanie i czas trwania mgły w Lublinie. *Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, sec. A-D* 9/10: 191-194.
- Paszyński J. 1957. Klimat lokalny doliny Bystrzycy pod Lublinem i możliwości jego zmian. *Gospodarka Wodna* 17, 6: 295-299.
- Piotrowska K., Kaszewski B.M. 2009. The influence of meteorological conditions on the Start of the Hazel (CORYLUS-L.) Pollen season in Lublin, 2001–2009. *Acta Agrobotanica* 62, 2: 59-66.
- Piotrowska K., Kaszewski B.M. 2011. Variations in birch pollen (*Betula* spp.) seasons in Lublin and correlations with meteorological factors in the period 2001–2010. *Acta Agrobotanica* 64, 2: 39-50.
- Romer E. 1912. Klimat ziem polskich. W: *Encyklopedia Polska*, t. 1. Akademia. Umiejętności, Kraków: 171-248.
- Suchorab J. 1997. Analiza termiczno-wilgotnościowa suchego lata 1994 roku w Lublinie na tle wielolecia 1951–1990. *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LII, 14: 203-213.
- Warakomski W. 1998. Zmiany wieloletniej temperatury i opadów w Lublinie w okresie 1951–1995. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica* 3: 197-204.
- Wereski S., Dobek M., Wereski S. 2010. Częstość występowania poszczególnych odczuć cieplnych w Lublinie i w Lesku na podstawie temperatury odczuwalnej (STI) w latach 1991–2005. W: A. Richling (red.) *Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja*. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 27: 371-377.
- Wiercieński H. 1901. Opis statystyczny Guberni Lubelskiej. Druk P. Laskauera i W. Babickiego, Warszawa.
- Wiszniewski W. (red.) 1973. Atlas klimatu Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. PPWK, Warszawa.

- Wiszniewski W., Gumiński R., Bartnicki L. 1949. Przyczynki do klimatologii Polski. *Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej* 5.
- Województwo lubelskie 2016 – podregiony, powiaty, gminy. 2016. Urząd Statystyczny w Lublinie. Lublin.
- Woś A. 1998. Struktura sezonowa klimatu Lublina. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* LIII, 12: 251-275.
- Zinkiewicz W., Warakomski W. 1959. Zarys klimatu Lublina. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio B – Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia* XIV, 2: 47-124.
- Zinkiewicz W., Zinkiewicz A. 1975. Atlas klimatyczny województwa lubelskiego 1951–1960, t. 4. Lubelskie Towarzystwo Naukowe. Lublin.

Summary

The paper presents the state of the study on the climate of Lublin since the mid-nineteenth century. It was found that those studies were very modest until the period after the Second World War due to the lack of a long homogeneous series of data. The inhomogeneities were associated with the changes in the locations of meteorological stations, their surroundings, measuring instruments and the time of the observation. Marked progress in the study of the Lublin's climate has been achieved since data from three new meteorological stations was obtained: 1. PIHM (today IMGW) synoptic station founded in 1945 in the city and transferred in 1973 outside the city to Radawiec, 2. UMCS meteorological station located in the city center and 3. the College of

Agriculture station (now University of Life Sciences) located on the eastern outskirts of the city. In recent years in Lublin, apart from the mentioned stations, automatic stations have been established, located at various points in Lublin, which are owned by the Department of Meteorology and Climatology of UMCS. These stations are: Hajdów, Botanical Garden, Zemborzycka. Data collected from these stations are made available at the UMCS website and are the base for creating various educational and research programs and projects. Studies on Lublin's climate can be divided into three groups. The first group of works (with the largest number of works) concerns the temporal variability of individual meteorological elements and selected bioclimatic characteristics and indicators, as well as their circular conditions. With time, longer and longer sequences of observations were used in the studies, which allowed to analyze the tendencies of changes in particular climate elements. The second group are the studies comparing the climate of Lublin with the climate of extra-urban areas and other cities. The third group concerns the spatial diversity of selected elements of weather and climate in the city. The obtained results show significant changes in the climate of Lublin, primarily because of an increase of air temperature, which is associated with both global warming and the development of the city and changes in the active surface. In recent years, in the municipal spatial development plans (including Lublin), the main attention is paid to reducing the negative effects of urbanization, including a reduction of the urban heat island or air pollution.